

**PROSEDUR PERAWATAN DAN PERBAIKAN KELISTRIKAN
PADA MOBIL KIA TRAVELLO**

NASKAH PUBLIKASI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Diploma Tiga



Disusun oleh:

FISTHA MARSELLA JENNY

2022030200006

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PEKAJANGAN PEKALONGAN
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGUJIAN
PROSEDUR PERAWATAN DAN PERBAIKAN KELISTRIKAN PADA
MOBIL KIA TRAVELLO

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

FISTHA MARSELLA JENNY

NIM: 202203020006

Tugas Akhir ini telah diuji dan dipertahankan dihadapan tim penguji ujian sidang.

Tugas Akhir Diploma Tiga Teknik Elektronika

Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan

Hari : Senin

Tanggal : 11 Agustus 2025

Penguji I



Dede Fadhilah, S.Kom., M.T.

NIDN: 0624059401

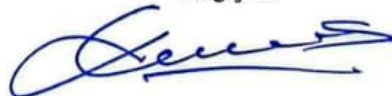
Penguji II



Ir. Ghoni Musyahar, S.T., M.T.

NIDN: 0631077602

Penguji III



R. Kurniawan Dwi Septiady, S.IP., M.M.

NIDN: 0618097904

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fitha Marsella Jenny
Tempat/Tanggal Lahir : Cilacap, 14 Juni 2003
NIM : 202203020006
Program Studi : D3 Teknik Elektronika

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul "**PROSEDUR PERAWATAN DAN PERBAIKAN KELISTRIKAN PADA MOBIL KIA TRAVELLO**" beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bahan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun keseluruhan, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya tulis saat ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis saya maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Pekalongan, 8 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan

A red rectangular stamp with the text "METERAI TEMPEL" and "505 BANK04800179" is visible. Overlaid on the stamp is a handwritten signature in black ink.

Fitha Marsella Jenny

NIM : 202203020006

PROSEDUR PERAWATAN DAN PERBAIKAN KELISTRIKAN PADA MOBIL KIA TRAVELLO

Fistha Marsella Jenny

Diploma Tiga Teknik

Elektronika Fakultas Teknik

dan Ilmu Komputer

Universitas Muhammadiyah Pekajangan

Pekalongan Jl. Raya Pahlawan No : Gejlig-

Kajen Kab. Pekalongan Telp.: (0285)385313

www.fastikom.umpp.ac.id

ABSTRAK

Sistem kelistrikan pada kendaraan mobil mempunyai jaringan kompleks yang terdiri dari berbagai komponen penting seperti baterai, alternator, kabel dan sekring. Sehingga sistem kelistrikan mobil mempunyai peran penting dalam mendukung fungsi dan kinerja kendaraan mobil. Pada mobil KIA Travello, sistem kelistrikan dirancang untuk menunjang fungsionalitas dan kenyamanan pengguna. Penelitian ini dilakukan melalui pemeriksaan fisik, pengukuran resistansi, arus, dan tegangan, serta penggantian komponen yang rusak. Hasil pengukuran menunjukkan resistansi kabel positif baterai sebesar 6.48Ω dan kabel negatif 2.39Ω , tahanan isolasi pada beberapa komponen mencapai $1M\Omega$ (memenuhi standar PUIL $\geq 1M\Omega$), arus beban berkisar $1.9 - 2.3 \text{ A}$, serta tegangan kerja stabil pada rentang $12.4 - 16.5 \text{ V}$. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem kelistrikan kendaraan masih layak digunakan dengan performa yang baik. Perawatan dan perbaikan terbukti mampu memperpanjang umur komponen kelistrikan serta mengoptimalkan kinerjanya. Pemahaman yang baik mengenai prosedur perawatan dan perbaikan sangat penting, karena sebagian tindakan ringan dapat dilakukan secara mandiri. Disarankan agar perawatan sistem kelistrikan dilakukan secara rutin setiap periode penggunaan tertentu untuk mencegah kerusakan lebih besar dan menjaga keamanan kendaraan.

Kata Kunci : Kelistrikan mobil, KIA Travello, perawatan, perbaikan, pengukuran, baterai.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kendaraan bermotor seperti mobil, pada zaman modern saat ini tentunya menjadi hal yang lumayan penting bagi Sebagian orang. Dengan meningkatnya mobilitas, masyarakat kita membutuhkan kendaraan yang aman, nyaman, bisa mengangkut banyak orang dan barang. Tetapi dengan *body* yang menarik dan tetap memiliki fungsi yang efisien.[1]

Suatu mobil diharapkan mempunyai kinerja mesin yang optimal serta sistem kelistrikan yang andal dan efisien. Karena itu dilakukannya proyek tugas akhir gabungan antara prodi D3 Teknik Elektronika dengan prodi D3 Teknik Mesin. Prodi D3 Teknik Elektronika memiliki kompetensi dalam melakukan perawatan dan perbaikan pada sistem kelistrikan mobil. Sementara itu Prodi D3 Teknik Mesin mempunyai kompetensi dalam merancang dan melakukan perawatan serta perbaikan pada mekanisme mesin mobil.

Namun seiring berjalannya waktu, suatu mobil dapat mengalami penurunan performa yang bisa diakibatkan oleh beberapa faktor seperti usia yang sudah tua dan keausan pada komponen. Hal ini bisa diatasi dengan dilakukannya penggantian mesin dengan mesin yang lain pada mobil atau yang bisa disebut *swap engine*. Karena itu diperlukannya penyesuaian teknis baik pemasangan mesin, sistem transmisi, sistem pendinginan, dan sistem kelistrikan.

Pada proyek *swap engine* ini, media atau kendaraan yang digunakan yaitu mobil KIA Travello yang kemudian diganti mesinnya dengan mesin ISUZU Panther. Hal ini dilakukan karena mesin yang ada mobil KIA Travello sudah mengalami penurunan kualitas performa karena frekuensi pemakaian dan umur yang sudah tua. Mesin ISUZU Panther dipilih sebagai pengganti mesin mobil KIA Travello karena memiliki *durability* atau daya tahan yang tinggi serta efisiensi dalam penggunaan bahan bakar.[2]

Mobil KIA Travello adalah salah satu kendaraan jenis MPV (*Multi-Purpose Vehicle*) yang cukup populer di Indonesia. Mobil ini menawarkan desain yang cukup praktis dan ruang kabin yang luas, serta dilengkapi fitur unggulan lainnya, sehingga cocok disebut dengan mobil keluarga. Meskipun memiliki kapasitas penumpang yang besar, namun mobil ini masih bisa menyediakan ruang bagasi yang cukup untuk membawa barang bawaan dengan jumlah yang banyak. Sehingga memberikan kenyamanan bagi penumpang meskipun dalam perjalanan jarak jauh.

Sama seperti kendaraan lainnya, mobil KIA Travello juga memiliki sistem kelistrikan yang cukup kompleks. Terutama pada bagian *body* mobil yang tentunya melibatkan banyak komponen seperti lampu, sistem kunci elektronik, serta sensor yang mendukung fungsi keselamatan dan kenyamanan bagi pengguna. Masalah kelistrikan pada *body* mobil, jika tidak ditangani dengan cepat dan benar, maka dapat mengganggu kinerja kendaraan, serta mengurangi kenyamanan dan tingkat keselamatan. Sistem kelistrikan dalam suatu kendaraan sangatlah penting terutama untuk pembakaran bahan bakar yang diatur oleh sistem kelistrikan.[3]

Pada mobil KIA Travello juga memiliki beberapa permasalahan yang umum. Seperti baterai yang lemah dan sensor yang bermasalah. Masalah ini umumnya terjadi karena adanya beberapa faktor. Salah satunya yaitu tidak dilakukannya *maintenance* atau perawatan yang dilakukan secara berkala. Hal ini tentunya bisa memicu kerusakan yang lebih besar pada mobil sehingga perlu dilakukannya penanganan yang tepat dan akurat.[4]

Proses perawatan secara umum bertujuan untuk memfokuskan dalam langkah pencegahan untuk mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan dari peralatan dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan[5]. Perawatan sendiri biasanya dilakukan sebelum terjadinya suatu kerusakan pada mesin atau kendaraan. Perawatan ini bisa dilakukan secara berkala dan terjadwal.

Menurut Haidir Salam dan Yazzer Arafat (2014) mengatakan “perawatan yang teratur tentunya mengurangi terjadinya kerusakan lebih besar yang timbul di masa akan datang”.

Dalam penggunaannya, kelistrikan mobil kadangkala mengalami kendala. Hal ini tentunya membutuhkan perbaikan pada kabel atau jaringan yang bermasalah. Perbaikan sendiri adalah kegiatan yang dilakukan untuk memulihkan kondisi rangkaian yang mengalami kerusakan, fungsi yang tidak optimal, dan gangguan, agar dapat berfungsi kembali dengan normal ataupun lebih baik lagi. Proses perbaikan tidak menuntut penyamaan sesuai kondisi awal, yang diutamakan adalah alat tersebut bisa berfungsi normal kembali.[6]

Untuk melakukan perawatan dan perbaikan kelistrikan body pada KIA Travello memerlukan pemahaman tentang komponen kelistrikan yang ada serta keterampilan teknis dalam menangani kerusakan dan melakukan perawatan dengan tepat. Oleh karena itu pemahaman tentang metode dan cara perbaikan serta perawatan kelistrikan body sangat penting agar kendaraan dapat berfungsi dengan optimal. Atas dasar latar belakang yang

telah dijelaskan, penulis memilih judul tugas akhir “**Prosedur Perawatan dan Perbaikan Kelistrikan Pada Mobil KIA Travello**”.

1.2 Metodologi Penulisan

Dalam proyek penelitian tugas akhir ini, penulis menggunakan beberapa metode. Metode yang digunakan yaitu

1. Metode studi literatur

Dalam menggunakan metode ini, penulis mengumpulkan, membaca, dan mengobservasi referensi dari berbagai sumber dan media baik cetak maupun elektronik.

2. Metode riset

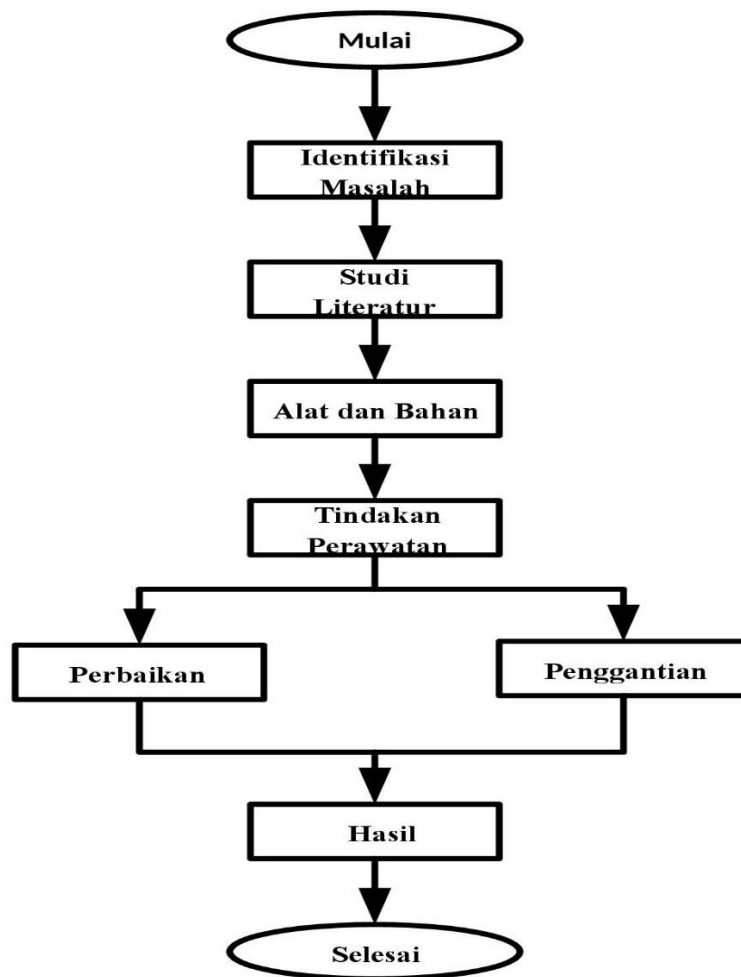
Dalam menggunakan metode ini, penulis mengambil data dan bukti pengujian pada objek penelitian.

3. Metode Wawancara

Dalam menggunakan metode ini, penulis melakukan tanya jawab kepada ahli mekanik bengkel.

II PERENCANAAN DAN PENELITIAN PERAWATAN MOBIL

2.1 Perencanaan Perawatan Mobil



Gambar 2. 1 Flowchart Perawatan Mobil

2.2 Penelitian Perawatan Mobil

2.2.1 Alat

2.2.1.1 Multi tester

Multi tester atau yang kadang disebut dengan multi meter, AVO meter adalah alat ukur listrik yang memiliki kemampuan untuk mengukur berbagai besaran listrik seperti tegangan (volt), arus (ampere), dan resistansi (ohm). Multi tester merupakan alat penting dalam tidak elektronika dan kelistrikan, baik untuk perbaikan, instalasi, maupun dalam eksperimen laboratorium. Multimeter sendiri mempunyai dua jenis, yaitu multi tester analog dan digital. Kedua jenis ini memiliki fungsi yang sama, tetapi memiliki sedikit perbedaan dalam menampilkan hasil pengukuran. Pada multi tester analog, hasil pengukuran ditunjukkan dengan jarum penunjuk pada skala tertentu, sedangkan pada multi tester digital. Hasil pengukuran ditampilkan secara langsung pada layar digital dalam bentuk angka. Hingga saat ini, terdapat banyak pula multi tester yang sudah memiliki fitur tambahan seperti pengukuran kapasitansi, frekuensi, suhu, uji dioda, dan pengujian konektivitas.

Multi tester memiliki beberapa komponen yang mempunyai fungsi masing-masing. Seperti yang pertama selector switch, yaitu sakelar yang digunakan untuk memilih jenis pengukuran yang diinginkan, seperti voltase AC/ DC, arus, resistansi, atau fitur yang lainnya. Kemudian yang kedua ada display atau penampil hasil pengukuran pada multi tester analog berupa skala dan jarum penunjuk. Sedangkan pada multi tester digital berupa layar LCD yang menampilkan angka digital. Ketiga ada probe atau kabel pengukur yang biasanya terdiri dari dua kabel dengan warna berbeda yaitu hitam dan merah. Kabel hitam dihubungkan ke terminal positif sedangkan kabel merah ke terminal negatif atau COM. Komponen keempat yaitu baterai, yang digunakan sebagai sumber daya kerjanya. Di dalam multi tester juga terdapat terminal input yang digunakan untuk menyambungkan probe, serta sekering sebagai pengaman jika terjadi kelebihan arus.

Langkah pertama dalam penggunaan alat multi tester yaitu memahami dasar jenis pengukuran yang akan dilakukan. Kemudian pastikan multi tester dalam kondisi baik dan probe terpasang dengan benar. Untuk mengukur tegangan (voltase), sambungkan probe ke titik rangkaian yang akan diukur tegangannya. Lalu putar selektor switch ke posisi voltmeter lalu pilih jenis AC atau DC sesuai jenis tegangan yang diukur. Untuk mengukur arus listrik (ampere), sambungan harus dilakukan dalam rangkaian seri, dan pastikan nilai

arus tidak melebihi kapasitas maksimal alat. Pengukuran pada hambatan (ohm) dilakukan dengan memutus rangkaian terlebih dahulu dari sumber tegangan kemudian menyambungkan kedua ujung komponen yang akan diukur ke probe multi tester.



Gambar 2. 2 Multi Tester Digital

2.2.1.2 *Insulation Tester (megger)*

Insulation tester atau yang biasanya disebut *megger* merupakan salah satu alat ukur yang penting dalam dunia instalasi dan perawatan alat listrik. Insulation tester bisa disebut *megger* karena satuan dalam pengukurannya yaitu mega ohm. *Megger* ini digunakan untuk mengukur tingkat ketahanan isolasi pada komponen listrik seperti kabel. Penggunaan *insulation tester* ini bertujuan untuk memastikan bahwa isolasi yang melindungi konduktor atau komponen listrik masih dalam kondisi yang baik. Hal ini bisa mencegah terjadinya kebocoran arus listrik yang bisa membahayakan pengguna dan menimbulkan kerusakan serius pada instalasi listriknya. Jika instalasi rusak, bisa terjadi kemungkinan terjadinya *korsleting* dan kebakaran. Karena itu perlunya pengujian nilai tahanan isolasi secara berkala sangat diperlukan agar keamanan instalasi dan operasi perangkat listrik dapat berjalan dengan lancar.

Prinsip kerja dari *insulation tester* sangatlah sederhana, yaitu dengan memberikan tegangan tinggi ke suatu komponen listrik yang isolasinya ingin di uji. Kemudian mengukur besarnya arus yang bocor melalui isolasi tersebut. Tegangan yang digunakan untuk pengujian biasanya berkisar antara 250 volt, 500 volt, 1000 volt, hingga 5000 volt tergantung pada jenis dan alat juga standar pengujian yang digunakan. Berdasarkan hukum ohm, nilai tahanan isolasi dapat dihitung dan hasil pembagian tegangan dengan arus yang

terukur. Semakin kecil arus yang bocor, maka semakin tinggi nilai tahanan isolasi. Begitupun sebaliknya, jika arus bocornya besar, maka nilai tahanan isolasinya rendah.

Berdasarkan cara kerjanya, *insulation tester* dibagi menjadi 2 tipe, yaitu manual dan tipe digital. Pada *insulation tester* manual, menggunakan sistem *hand crank*, yaitu pada sebuah tuas pemutar tangan yang berfungsi untuk menghasilkan tegangan tinggi secara mekanis. Tipe manual ini umumnya digunakan pada lokasi yang tidak memiliki sumber listrik. Sedangkan pada *insulation tester* digital, bekerja dengan cara memanfaatkan sumber tegangan internal, seperti dari baterai atau catu daya, serta dilengkapi dengan layar digital sebagai penampil hasil pengukuran nilai tahanan isolasi. Pada *insulation tester* digital biasanya juga dilengkapi dengan fitur tambahan seperti penyimpanan data, pemilihan tegangan pengujian, serta sistem alarm otomatis yang jika nilai tahanan isolasi berada di bawah batas aman yang telah ditentukan.



Gambar 2. 3 *Insulation Tester (Megger)*

2.2.1.3 Tang Ampere

Tang ampere atau yang biasa disebut dengan *clamp meter* merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus pada listrik tanpa memutus rangkaian atau menyentuh konduktor secara langsung. Alat ini menggunakan prinsip induksi magnetik untuk mengukur kuat arus listrik dengan menjepit kabel penghantar menggunakan penjepit

berbentuk rahang tang. Pada tang ampere, alat ini biasanya juga dilengkapi fungsi tambahan seperti pengukuran tegangan, resistansi, hingga pengukuran suhu,

Prinsip kerja tang ampere mengacu pada hukum induksi elektromagnetik, Michael Faraday. Ketika arus listrik mengalir melalui sebuah konduktor, maka akan terbentuk medan magnet di sekelilingnya. Sensor di dalam rahang pada penjepit tang ampere akan mendeteksi perubahan medan magnet dan menghasilkan sinyal listrik seimbang terhadap kuat arus yang mengalir yang kemudian sinyal ini diproses oleh rangkaian.[20]

Rahang pada penjepit tang dirancang sedemikian rupa agar dapat membuka dan menutup, dan mengelilingi kabel yang dijepit. Sensor dalam rahang akan membaca medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik yang mengalir, yang kemudian dikonversi oleh sirkuit internalnya menjadi nilai arus yang ditampilkan dalam satuan ampere (A) pada layar monitor *clamp meter*. Hal ini membuat tang ampere lebih efisien dan mudah penggunaannya dalam berbagai kondisi, termasuk pada lokasi yang sempit dan susah terjangkau.



Gambar 2. 4 Tang Ampere

2.2.2 Bahan

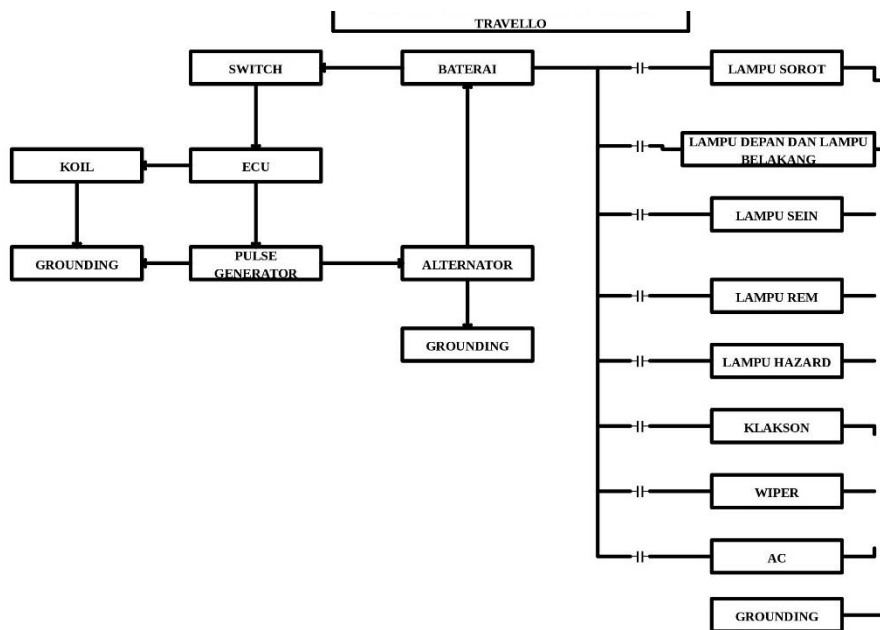
2.2.2.1 Mobil KIA Travello

Mobil KIA Travello merupakan jenis kendaraan minibus yang diproduksi oleh perusahaan otomotif asal Korea Selatan, KIA Motors. Mobil KIA Travello ini mulai hadir sejak awal 2000-an dengan membawa desain body yang kompak namun memiliki daya angkut untuk penumpang yang cukup banyak.

Pada sistem kelistrikannya, mobil KIA Travello menggunakan tegangan kerja sebesar 12 volt dengan jenis arus searah (DC), yang bersumber dari baterai saat mesin dalam kondisi mati, dan dari alternator saat mesin hidup. Baterai berperan dalam menyuplai listrik saat mobil di *starter* pertama kali. Kemudian saat mesin hidup, alternator akan menghasilkan arus listrik untuk mengisi kembali baterai sekaligus menyuplai daya ke seluruh komponen kelistrikan mobil.

Sistem pengapian mobil KIA Travello menggunakan koil pengapian yang bertugas untuk mengubah tegangan rendah dari baterai menjadi tegangan tinggi untuk menyalakan busi. Tegangan tinggi itu dikirimkan ke busi melalui sistem pengapian elektronik. Percikan api pada ujung busi akan membakar campuran bahan bakar dan udara di ruang bakar untuk menghasilkan tenaga gerak pada kendaraan. Sedangkan pada sistem *starter*, saat kunci kontak diputar ke posisi start, arus listrik dari baterai akan mengalir ke relay *starter* yang diteruskan ke dinamo *starter*, sehingga poros pada engkol dapat berputar untuk memulai proses pembakaran di dalam mesin.

Alur kelistrikan pada mobil KIA Travello berjalan dari baterai ke kunci kontak. Kemudian di alirkan ke sistem sekering yang berfungsi sebagai pengaman. Dari sekering kemudian di teruskan ke relay dan komponen listrik seperti lampu utama, klakson, wiper, AC blower, dan audio. Keandalan sistem kelistrikan pada mobil sangat bergantung pada kondisi kabel, konektor, sekering, dan relay yang harus berada di mobil dalam kondisi baik. Kerusakan pada salah satu komponen kelistrikan bisa menyebabkan gangguan pada sistem yang lainnya.



Gambar 2. 5 Diagram Balok Kelistrikan Mobil



Gambar 2. 6 Mobil KIA Travello

2.2.2.2 Baterai Mobil

Pada mobil KIA Travello menggunakan jenis baterai basah dengan tegangan kerja standar 12 volt. Dengan kapasitas antara 60 ampere/hour (Ah) hingga 70 Ah. Kapasitas

baterai dipilih sesuai dengan kapasitas alternator dan jumlah dari komponen kelistrikan yang ada pada kendaraan. Tegangan baterai mobil KIA Travello yang normal dalam kondisi mati berkisar 12,4 hingga 12,7 volt. Sedangkan saat mesin hidup dan mengisi alternator aktif berkisar 13,5 hingga 14,5 volt. Jika tegangan baterai berada di bawah batas normal, maka sistem *starter* bisa melemah, lampu redup, hingga komponen kelistrikan yang tidak dapat berfungsi secara optimal.

Tipe baterai yang digunakan pada mobil KIA Travello yaitu tipe NS60 atau N70, yang umumnya dengan terminal standar positif berada di kanan dan negatif di kiri. Baterai ini terdiri dari enam sel yang tiap sel nya menghasilkan tegangan sekitar 2 volt, yang disusun secara seri agar menghasilkan total tegangan sebesar 12 volt.

Saat mobil dalam kondisi hidup, baterai akan diisi ulang oleh alternator. Alternator ini mengubah energi putaran mesin menjadi arus listrik AC yang kemudian dibuat searah (DC) untuk mengisi baterai dan menyuplai kelistrikan pada kendaraan. Baterai dari mobil KIA Travello ini didesain agar mampu menopang kebutuhan arus listrik saat mesin mati dan tetap stabil saat mesin hidup.



Gambar 2. 7 Baterai

2.2.2.3 Kabel Penghubung

Kabel memiliki peran yang sangat penting dalam sistem kelistrikan mobil. Kabel berfungsi untuk menghantarkan arus listrik dari satu komponen ke komponen lainnya. Kabel-kabel tersebut telah dirancang khusus sesuai dengan fungsi dan

kapasitasnya. Karena kabel memiliki fungsi, ukuran, warna, dan bentuk yang berbeda-beda. Berdasarkan cara kerjanya, kabel dibagi menjadi beberapa bagian yaitu

1. Kabel Utama

Kabel utama dalam kelistrikan mobil adalah kabel yang menghubungkan baterai dengan sistem *starter* serta alternator. Kabel ini umumnya mempunyai ukuran yang besar karena untuk menghantarkan arus listrik yang sangat tinggi. Kabel utama biasanya dilapisi isolator karet atau plastic yang sangat tebal untuk menghindari panas yang dihasilkan mesin dan menghindari *korsleting*. Pada kabel utama, kutub positif biasanya berwarna merah, sedangkan untuk kutub negatif menggunakan warna hitam. Kemudian kabel ground untuk memastikan seluruh rangka kendaraan bertindak sebagai jalur arus kembali. Menggunakan kabel NYA atau NYAF.

2. Kabel Pengapian

Kabel pengapian merupakan kabel yang menghubungkan koil pengapian ke distributor dan dilanjutkan ke busi. Kabel pengapian ini memang didesain untuk bisa menahan tegangan tinggi yang biasanya mempunyai isolasi ganda agar aman dari gangguan listrik dan elektromagnetik. Kabel pengapian biasanya menggunakan bahan seperti silikon atau karet sintetis yang tahan panas tinggi agar tidak meleleh ketika berada dekat dengan mesin.

3. Kabel Sensor

Kabel sensor ini digunakan untuk menghubungkan semua sensor pada mobil ke unit kontrol elektronik atau ECU. Kabel sensor ini ukurannya lebih kecil daripada kabel daya lainnya, namun harus sangat presisi dalam melakukan transmisi sinyal. Karena data dari sensor digunakan untuk mengatur fungsi penting seperti sistem bahan bakar, pengapian, dan kontrol emisi. Kabel sensor biasanya terbungkus dalam pelindung atau digabungkan dengan kabel harness.

4. Kabel Penerangan

Kabel penerangan digunakan untuk menyuplai daya ke lampu utama, lampu rem, lampu sein, dan lampu pada interior. Kabel penerangan biasanya berukuran sedang dan dibedakan berdasarkan warna untuk menghindari kekeliruan saat melakukan perbaikan atau penggantian. Seperti kabel untuk lampu rem biasanya berwarna merah atau kuning. Penomoran dan pemilihan warna ini mengikuti standar internasional atau standar pabrik tertentu.

5. Kabel Aksesoris

Kabel aksesoris adalah kabel yang menghubungkan berbagai perangkat tambahan seperti sistem audio, power window, central lock, alarm, dan sebagainya. Pada kabel aksesoris memiliki ukuran yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan arus masing-masing perangkat. Kabel aksesoris biasanya digabungkan dengan jalur harness yang disusun rapi bentuk efisiensi ruang dan mempermudah perawatan.

6. Kabel Audio

Kabel ini menghubungkan head unit ke speaker, amplifier, antena, dan perangkat GPS/Bluetooth. Kabel audio biasanya menggunakan konduktor berkualitas tinggi dan pelindung interferensi elektromagnetik untuk menghindari gangguan suara.

7. Kabel Harness

Kabel harness adalah kumpulan kabel yang digabung menjadi satu jalur untuk mengoptimalkan instalasi dan keringkasan. *Wiring harness* biasanya berisi berbagai jenis, ukuran, dan fungsi kabel yang berbeda, yang kemudian dirakit dalam satu jalur, lengkap dengan konektor, isolator, pelindung, dan pengikatnya. *Wiring harness* dirancang oleh pabrik kendaraan secara khusus untuk mobil agar sesuai dengan spesifikasi, dimensi, dan fitur kendaraannya. Kabel harness ini mempermudah perbaikan dan perawatan karena seluruh kabelnya telah dikelompokkan sesuai dengan sistemnya,

2.2.2.4 Fuse

Fuse berfungsi sebagai pengaman arus listrik yang cara kerjanya memutus aliran listrik apabila terjadi lonjakan arus yang melebihi kapasitas yang telah ditentukan. Fuse dirancang untuk mencegah terjadinya kerusakan atau kebakaran pada perangkat listrik dari hubung singkat (*korsleting*) dan arus lebih. Ketika arus listrik yang mengalir melampaui batas kapasitas, kawat halus dalam fuse akan meleleh dan terputus, sehingga aliran arus akan berhenti dan mencegah kerusakan lebih lanjut pada rangkaian.

Cara kerja fuse yaitu saat arus listrik yang mengalir melewati kawat tipis dalam fuse berlebih, kawat tersebut akan cepat memanaskan, dan apabila suhu mencapai titik leleh maka kawat akan terputus dan aliran arus ke perangkat akan terputus.[21]

Dalam sistem kelistrikan mobil, fuse biasanya terletak pada fuse box yang berada di bawah dashboard, dekat ruang mesin, atau di tempat lainnya. Setiap fuse mempunyai nilai arus tertentu yang ditandai dengan warna yang berbeda untuk memudahkan identifikasi. Perbedaan warna ini mempermudah menemukan gangguan pada kabel atau komponen.

Fuse tidak hanya melindungi perangkat kelistrikan, tetapi juga menjaga keselamatan pengguna dan sekitarnya. Tanpa fuse, arus listrik berlebih dapat mengakibatkan terjadinya kejutan listrik, panas berlebih yang bisa mengakibatkan kebakaran dan ledakan pada komponen. Karena itu, setiap sistem kelistrikan yang baik harus dilengkapi dengan sistem proteksi seperti fuse. Penggunaan fuse yang sesuai dapat membantu mengurangi resiko kerusakan yang besar.



Gambar 2. 8 Fuse

2.2.2.5 Buku Manual Sistem Kelistrikan

Buku manual kendaraan biasanya dimiliki pengguna atau pemilik yang diberikan oleh produsen kendaraan secara resmi. Buku ini berisi informasi penting tentang spesifikasi teknis, pengoperasian, pemeliharaan, serta prosedur keselamatan pada kendaraan.

Fungsi dari buku manual kendaraan adalah memberikan pemahaman kepada pengguna tentang penggunaan dan perawatan kendaraan dengan tepat sesuai standar dari pabrikan. Buku manual ini biasanya juga berisi prosedur jika terjadi keadaan darurat pada kendaraan.

Buku manual ini menjadi acuan bagi teknisi atau mekanik saat melakukan perawatan atau perbaikan. Pengguna dapat memperpanjang usia kendaraan dengan mengikuti petunjuk dari buku manual. Serta menjaga performa dan optimalisasi kendaraan. Buku manual kendaraan juga kadangkala tersedia di situs web atau jurnal yang ada di internet.

III. PENGUKURAN DAN PROSEDUR

3.1 Pengukuran

3.1.1 Pengukuran Resistansi Kabel

Pengukuran resistansi kabel adalah proses pengukuran untuk mengetahui besar hambatan listrik atau resistansi pada kabel yang mengalirkan arus listrik. Resistansi ini penting untuk menentukan kualitas atau efisiensi suatu kabel dalam sistem kelistrikan termasuk pada mobil. Kabel dengan resistansi tinggi dapat menyebabkan penurunan tegangan, pemborosan energi, bahkan kerusakan pada komponen listrik.

Resistansi pada kabel dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti Panjang kabel, diameter kabel, jenis konduktor kabel, dan suhu. Jika hasil pengukuran menunjukkan resistansi yang tinggi atau tak terhingga, bisa jadi kabel konduktor pada kabel terputus.

Pada pengukuran resistansi kabel ini saya menggunakan multimeter digital. Cara penggunaannya yaitu

1. Pastikan kabel tidak terhubung dengan sumber aliran listrik.
2. Atur skala multimeter pada mode pengukuran resistansi
3. Hubungkan kedua probe multimeter ke ujung ujung kabel yang akan diukur.
4. Hasil nilai resistansi akan ditampilkan pada layar multi meter.

Tabel 3. 1 Pengukuran Resistansi Pada Baterai

NO	Jenis Pengukuran	Hasil	Satuan
1	Kabel + baterai	6,48	Ohm
2.	Kabel - baterai	2,39	Ohm



Gambar 3. 1 Pengukuran Resistansi Kabel

3.1.2 Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel

Pengukuran tahanan isolasi adalah proses pengukuran untuk mengetahui kemampuan bahan isolator pembungkus kabel dalam menahan aliran arus listrik berlebih. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk memastikan bahwa sistem kelistrikan memiliki tingkat keamanan isolasi yang memadai.

Pengukuran ini menggunakan alat ukur insulation tester (megger). Cara penggunaannya yaitu

1. Pastikan kabel tidak terhubung dengan sumber listrik.
2. Lepaskan koneksi kabel pada kabel yang akan diukur.
3. Atur skala insulation tester
4. Hubungkan kabel uji megger ke terminal konduktor dan satu lagi ke ground atau pelindung luar.
5. Tekan tombol pengujian
6. Hasil pengujian akan ditampilkan pada layar dengan satuan mega ohm.

Tabel 3. 2 Pengukuran Isolasi Kabel

NO	Jenis Pengukuran	Hasil	Satuan
1	Wiper	1	megaOhm
2	Lampu depan	1	megaOhm

3	Lampu sein	1	megaohm
4	Lampu hazard	1	megaohm
5	Lampu rem	1	megaOhm

Berdasarkan pengukuran tahanan isolasi, dihasilkan angka yang sama pada setiap komponen yaitu 1 megaOhm. 1 megaOhm biasanya disebut tak terhingga. Menurut PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) 2011 pasal 6.4.3.1 menyebutkan bahwa “Nilai tahanan isolasi antara penghantar aktif terhadap tanah atau penghantar aktif lain yang diukur dengan tegangan penguji 500 V DC tidak boleh kurang dari 1 megaOhm”. Sedangkan hasil pengukuran pada mobil KIA Travello on menghasilkan nilai 1 megaOhm, yang berarti mempunyai nilai tahanan isolasi yang cukup bagus.



Gambar 3. 2 Pengukuran Tahanan Isolasi Kabel

3.1.3 Pengukuran Arus

Pengukuran arus adalah proses pengukuran untuk mengetahui besar aliran muatan listrik (elektron) yang mengalir pada rangkaian listrik dalam satuan ampere (A). Arus pada listrik menggambarkan apakah beban bekerja dengan normal atau mengalami gangguan.

Pada pengukuran ini, digunakan alat ukur multimeter. Cara penggunaannya yaitu

1. Jepitkan tang pada salah satu kabel yang akan diukur
2. Atur pada skala pengukuran AC atau DC sesuai kebutuhan.
3. Nilai arus akan ditampilkan pada layar dengan satuan ampere (A).

Tabel 3. 3 Pengukuran Arus

NO	Jenis Pengukuran	Hasil	Satuan
1	Lampu depan dan Lampu Belakang	2.2	A
2	Lampu Sorot	2.3	A
3	Lampu Hazard	2.2	A
4	Lampu Sein	2.3	A
5	Lampu rem	2.3	A
6	Wiper	2.3	A
7	Klakson	2.2	A
8	AC	1.9	A
9	Panel Instrument	2.2	A

Berdasarkan pengukuran di atas, arus normal pada mesin mati biasanya di angka 0.02 – 0.05 A dan jika beban dinyalakan, bisa mencapai di angka 2.3 A



Gambar 3. 3 Pengukuran Arus

3.1.4 Pengukuran Tegangan

Pengukuran tegangan adalah proses pengukuran untuk mengetahui besar beda potensial listrik antara dua titik dalam suatu rangkaian. Pada kendaraan bermotor seperti mobil umumnya bertegangan DC. Tanpa tegangan yang cukup dan stabil, komponen listrik tidak akan bekerja dengan optimal. Karena itu pengukuran tegangan wajib ada dalam pemeriksaan dan perawatan sistem kelistrikan.

Untuk mengukur tegangan ini, digunakan alat ukur multimeter. Disini saya menggunakan multimeter digital. Cara penggunaannya yaitu

1. Atur skala pengukuran pada mode yang dibutuhkan, saya menggunakan DC (untuk pengukuran kendaraan bermotor)
2. Hubungkan probe multimeter, probe merah ke positif dan probe hitam ke negatif atau ground.
3. Nilai tegangan akan ditampilkan pada layar dengan satuan volt (V)

Tabel 3. 4 Pengukuran Tegangan

NO	Jenis Pengukuran	Hasil	Satuan
1	Lampu depan dan Lampu Belakang	13.2	V
2	Lampu Sorot	14.9	V
3	Lampu Hazard	13.6	V
4	Lampu Sein	12.4	V
5	Lampu rem	13.6	V
6	Wiper	12.4	V
7	Klakson	13.9	V
8	AC	16.5	V
9.	Panel Instrument	15.8	V

Berdasarkan pengukuran diatas, tegangan yang dihasilkan stabil di range angka 12,4 V – 14,9 V. Perbedaan tegangan terjadi saat AC pada mobil dinyalakan. Menurut PUIL pasal 4.2.2 “Tegangan nominal instalasi harus sesuai dengan tegangan yang disediakan oleh sistem jaringan dan alat-alat yang digunakan”. Tegangan yang dihasilkan oleh alternator umumnya berada di angka 13,5 V – 14,5 V. Jika tegangan pada komponen melebihi tegangan penyuplai, maka diperlukannya tindakan lanjutan. Untuk menjaga stabilitas tegangan agar tidak menyebabkan lampu bohlam gosong, ECU rusak dan lain sebagainya.



Gambar 3. 4 Pengukuran Tegangan

3.2 Prosedur Perawatan dan Perbaikan Komponen Kelistrikan Pada Mobil KIA Travello.

3.2.1 Perawatan dan Perbaikan Pada Lampu Depan dan Lampu Belakang

Perawatan dan perbaikan pada lampu depan dan lampu belakang penting dilakukan untuk menjaga optimalisasi kerja lampu. Jenis lampu yang digunakan pada lampu depan ini umumnya menggunakan lampu bohlam. Menurut PUIL 2011 pasal 5.3, semua peralatan listrik harus dilindungi dari bahaya sentuhan langsung.[22]

Berikut beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perawatan lampu depan dan lampu belakang.

1. Pemeriksaan Fisik Pada Lampu Depan dan Lampu Belakang.

Pemeriksaan fisik pada lampu depan dan lampu belakang meliputi pembersihan dan pengamatan bentuk pada lampu. Langkah pertama yaitu nyalakan lampu terlebih dahulu. Jika lampu menyala dengan terang, berarti lampu dalam kondisi baik. Jika lampunya menyala tetapi redup, bisa jadi karena turunnya tegangan yang di hasilkan.

Menurut PUIL 2011 Bab 1 Pasal 1.7.2.5, “Penurunan tegangan tidak boleh melebihi batas yang ditentukan agar peralatan tetap bekerja dengan baik”. Selain itu, faktor lain yang bisa menyebabkan lampu menyala redup yaitu ukuran kabel yang tidak sesuai. Sesuai dengan pernyataan dari PUIL 2011 Pasal 3.2.3.2 “Ukuran penampang penghantar harus cukup untuk membawa arus tanpa penurunan tegangan berlebih atau pemanasan berlebihan. Lampu yang menyala redup juga bisa terjadi jika sambungan pada kabel longgar atau koneksi kabel yang buruk. Serta tegangan dari sumber listrik yang tidak stabil.[22]

Hal hal yang perlu dilakukan jika lampu menyala tetapi redup berdasarkan prinsip PUIL 2011 yaitu :

a. Memeriksa Tegangan dan Arus

Pemeriksaan ini bisa dilakukan menggunakan alat ukur multimeter. Periksa tegangan yang dihasilkan oleh lampu. Tegangan normal pada lampu depan dan lampu belakang yaitu $12 \pm 1V$ saat mesin hidup karena alternator menaikkan tegangan hingga $13.5 - 14.5V$. Sedangkan saat mesin mati tegangannya berkisar $\pm 12.4 - 14.5V$ (tergantung tegangan dari baterai). Pada mobil KIA Travello tegangan pada lampu

depan dan belakang yaitu 13.2 V DC. Bisa dikatakan tegangan pada lampu depan dan lampu belakang mobil dalam kondisi normal.[23]



Gambar 3. 5 Pengukuran Tegangan Pada Lampu Depan dan Lampu Belakang



Gambar 3. 6 Pengukuran Arus Pada Lampu Depan dan Lampu Belakang

- b. Memeriksa Fuse, kabel dan konektor.

Cek fuse pada lampu depan dan lampu belakang. Apakah fuse normal atau putus dan terbakar. Pastikan kabel yang menyambung pada lampu depan dan lampu belakang

tersambung dengan kencang dan koneksinya tidak terputus. Bisa dilakukan pengacakan jalur dari panel ke lampu dan cek tegangannya di setiap sambungan.

c. Memeriksa Fitting dan lampu.

Jika tegangan dan sambungan kabel terhubung dengan baik tetapi lampu tidak menyala. Bisa jadi masalahnya terdapat pada fitting maupun lampunya. Fitting pada lampu bisa kendur atau filamennya hangus. Sehingga menghambat arus.

2. Perbaikan dan Penggantian Pada Lampu Depan dan Lampu Belakang

a. Pada fuse, kabel, dan konektor kabel.

Jika Fuse pada lampu depan dan lampu belakang putus atau terbakar, maka bisa dilakukan penggantian dengan fuse yang baru tetapi dengan arus yang sama. Setiap rangkaian harus diberi pengaman yang sesuai untuk memutuskan arus lebih *overcurrent* sebelum menimbulkan bahaya. Jika sambungan kabel tidak kencang, perbaiki sambungan kabel tersebut atau bisa diganti konektor kabelnya.[22]

b. Pada Fitting dan lampu.

Jika fitting longgar atau konektor pada fittingnya terputus, bisa dilakukan penggantian dengan fitting yang baru agar tidak menghambat arus. Sedangkan pada bohlam lampu yang mati bisa terjadi karena filamen yang terbakar atau pecah, sehingga bisa diganti dengan bohlam lampu yang baru.

3.2.2 Perawatan dan Perbaikan Pada Lampu Hazard

Lampu hazard penting digunakan, terutama saat kondisi darurat atau sedang parkir. Karena itu pentingnya melakukan perawatan dan perbaikan pada lampu hazard mobil. Berikut beberapa pemeriksaan yang perlu dilakukan pada lampu hazard.

1. Pemeriksaan Fisik Pada Lampu Hazard.

a. Memeriksa Lampu Hazard.

Nyalakan lampu hazard. Pastikan semua lampu hazard hidup dan berkedip. Jika hanya satu sisi yang berkedip, bisa jadi karena salah satu bohlam lampunya mati atau sambungan kabel yang rusak. Jika bergerak lambat bisa periksa flasher relay atau lampunya. Jika tidak menyala sama sekali bisa jadi fuse pada lampu hazard rusak.

b. Memeriksa Tegangan dan Arus.

Menurut standar PUIL 2011, tegangan normal untuk sistem kelistrikan mobil pada posisi ON adalah sekitar 12-14 V DC. Tegangan yang berada di bawah rentang nilai tersebut dapat menyebabkan lampu tidak berfungsi dengan optimal (redup mati).[22]. Hasil pengukuran tegangan lampu hazard pada mobil KIA Travello yaitu

13.5 V DC. Maka bisa dikatakan tegangannya normal. Arus yang bisa digunakan untuk menyalakan lampu bohlam diangka >1.86 A. Sedangkan hasil pengukuran arus pada lampu Hazard yaitu 2.2 A.[23]



Gambar 3. 7 Pengukuran Tegangan Pada Lampu Hazard



Gambar 3. 8 Pengukuran Arus Pada Lampu Hazard

- c. Memeriksa Fuse, Kabel, dan Konektor.

Bersihkan karat dan pastikan fuse dalam keadaan baik, tidak berwarna hitam terbakar ataupun putus. Kemudian pada sambungan atau konektor lampu hazard, pastikan terpasang dengan kencang dan kabelnya tidak getas.

d. Memeriksa Fitting dan Lampu

Jika sambungan dan tegangan pada lampu hazard normal, tetapi lampu tidak menyala, bisa jadi sambungan pada fitting lampu ada yang rusak.

2. Perbaikan dan Penggantian Komponen Pada Lampu Hazard

a. Pada Fuse, Kabel, dan Konektor Kabel.

Jika fuse pada lampu hazard terbakar atau putus, maka bisa diganti dengan fuse yang baru tetapi dengan nilai arus yang sama. Jika kabel sudah getas atau keras, maka bisa diganti dengan kabel baru dengan ukuran penampang yang sama dan sesuai. Kemudian jika konektor kabel longgar atau putus, bisa dikencangkan atau diganti dengan konektor yang baru.

b. Pada Relay, Lampu, dan Flusher Unit.

Jika lampu hazard tidak berkedip meskipun tombol ditekan dan fuse masih baik, maka flasher relay perlu diganti.[24]. Kemudian jika lampunya yang tidak menyala, maka bisa diganti dengan bohlam lampu yang baru.

3.2.3 Perawatan dan Perbaikan Pada Lampu Stop/Lampu Rem.

Lampu rem juga mempunyai peran penting dalam pengoperasian mobil. Karena itu penting untuk melakukan perawatan dan perbaikan pada lampu rem. Jenis lampu yang digunakan pada lampu rem yaitu lampu bohlam.

1. Pemeriksaan Fisik Pada Lampu Rem

a. Memeriksa Lampu Rem

Nyalakan lampu rem dengan cara menginjak pedal rem. Jika keadaan lampu remnya baik tapi lampu rem tidak mau menyala waktu pedal rem diinjak, bersihkan terminal padaudukan lampu remnya dengan ampelas kemudian pasang lampu rem tersebut dengan baik.[16]

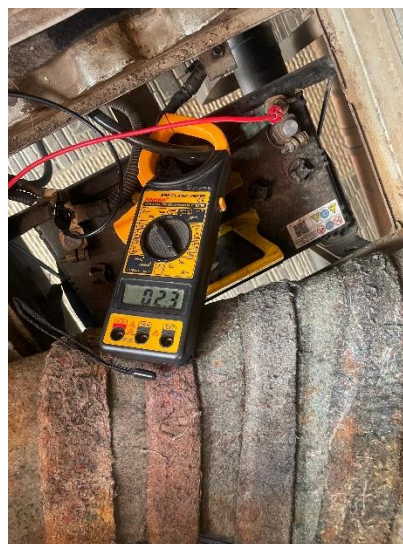
b. Memeriksa Tegangan dan Arus.

Tegangan nominal yang digunakan untuk lampu rem standar adalah 12.8 V DC.[25]. Karena itu tegangan pada lampu rem tidak boleh melebihi tegangan baterai yaitu 12.4 V-14.7 V DC. Hasil pengukuran tegangan lampu rem pada mobil KIA Travello yaitu 13.1

V DC. Maka bisa dikatakan tegangannya normal. Sedangkan arus yang diperlukan untuk menghidupkan lampu bohlam pada rem yaitu >1.86 A. Hasil pengukuran arus pada lampu rem yaitu 2.3 A.[23]



Gambar 3. 9 Pengukuran Tegangan Pada Lampu Rem



Gambar 3. 10 Pengukuran Arus Pada Lampu Rem

- c. Memeriksa Fuse, Kabel, dan Konektor.

Jika kotor bersihkan dengan kuas atau lap agar bersih. Pastikan sambungan kabel dan konektor kabelnya terpasang dengan kencang. Jangan biarkan kabel keras atau getas.

d. Memeriksa Fitting dan Lampu.

Jika sambungan dan konektor pada lampu rem terpasang dengan baik serta tegangannya normal, tetapi lampu tidak mau menyala, bisa jadi fitting lampu atau lampunya yang rusak.

2. Perbaikan dan Penggantian Pada Lampu Rem.

a. Pada Fuse, Kabel, dan Konektor kabel.

Jika fuse terbakar atau putus, maka bisa diganti dengan fuse yang baru dengan nilai arus yang sama. Kabel yang sudah getas atau keras dapat diganti dengan kabel yang baru karena beresiko terkelupas yang bisa menyebabkan terjadinya hubung singkat. Ganti kabel dengan ukuran yang sesuai. Kemudian jika konektor kabel longgar atau putus, maka bisa diganti dengan konektor kabel yang baru sesuai spesifikasi menurut standar PUIL[22].

b. Pada Fitting dan Lampu.

Lampu yang mati bisa disebabkan karena filamen yang putus atau fitting yang putus. Jika terjadi, bisa ganti fitting atau lampu rem dengan bohlam lampu yang baru.

3.2.4 Perawatan dan Perbaikan Pada Lampu Sein

Pada lampu sein terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perawatannya. Berikut beberapa prosedur perawatan dan perbaikan atau pengganti pada lampu sein.

1. Pemeriksaan Fisik Lampu Sein.

a. Memeriksa Lampu Sein.

Nyalakan lampu sein. Periksa kedua lampu sein, baik bagian kanan atau kiri mobil. Kemudian amati kedipan pada lampu sein. Menurut Mulyo Utomo (2020) “Lampu tanda belok mengedip secara tetap antara 60 dan 120 kali setiap menitnya”.

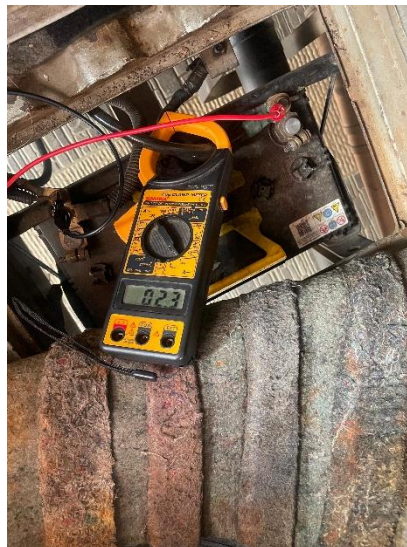
b. Memeriksa Tegangan dan Arus.

Tegangan lampu sein pada mobil KIA Travello bisa dikatakan normal yaitu 12.4 V DC. Karena Tegangan normal untuk lampu pada sein mobil umumnya adalah 12-13 V

DC.[26]. Arus yang dibutuhkan untuk menyalakan bohlam lampu sein agar berfungsi dengan normal yaitu 1.86 A.[23]



Gambar 3. 11 Pengukuran Tegangan Pada Lampu Sein



Gambar 3. 12 Pengukuran Arus Pada Lampu Sein

c. Memeriksa Fuse, Kabel dan Konektor

Jika tegangan pada lampu sein aman, tetapi lampu tidak menyala. Bisa dilakukan pengecekan pada fuse, kabel dan konektornya. Bersihkan terminal terminal pada fuse lampu sein dari debu dan kotoran, agar tidak menghambat kinerja dari lampu sein. Pastikan juga kabel dan konektor pada lampu sein terpasang dengan benar dan kencang.

d. Memeriksa Fitting dan Lampu.

Jika sambungan dan tegangan pada lampu rem baik dan normal, tetapi lampu tidak mau menyala, maka bisa jadi masalahnya ada pada fitting atau bohlam lampunya. Bisa terjadi karena sambungan fitting yang putus atau filamen pada bohlam lampu yang terbakar atau putus juga.

2. Perbaikan dan Penggantian Pada Lampu Sein

a. Pada Fuse, Kabel, dan Konektor.

Jika fuse pada lampu sein terbakar atau putus, bisa diganti dengan fuse yang baru tetapi dengan ukuran yang sesuai. Jika kabel pada lampu sein sudah keras atau getas, bisa dilakukan penggantian kabel baru agar tidak menimbulkan kejadian yang tidak diinginkan seperti hubung singkat atau *korsleting*. Konektor kabel harus terpasang dengan kencang, jika longgar atau putus bisa diganti dengan konektor yang baru.

b. Pada Fitting dan Lampu.

Jika tegangan baik, sambungan kabel baik, fuse baik, dan konektor terpasang dengan kencang tetapi lampu tidak menyala, bisa jadi karena lampu yang rusak. Lampu bisa diganti dengan lampu baru yang sesuai.

3.2.5 Perawatan dan Perbaikan Pada Lampu sorot (Lampu Kepala).

Langkah utama dari perawatan lampu sorot yaitu pada reflektor dan lensa dari lampunya. Selain itu, diperlukan juga perawatan dan perbaikan untuk menunjang kinerja dari lampu sorot agar optimal. Berikut beberapa hal yang bisa dilakukan dalam perawatan dan perbaikan pada lampu sorot mobil.

1. Memeriksa Fisik Pada Lampu Sorot.

a. Memeriksa Lampu Sorot.

Lampu kepala harus mampu :

- 1) Menerangi jalan untuk jarak yang akan memberi pengendara cukup waktu untuk bereaksi pada saat adanya perubahan-perubahan dalam suatu kondisi.
- 2) Membuat sinar lampu dapat dinaikkan atau didongakkan dan diturunkan yang akan mencegah pengendara silau dari arah berlawanan.[14].

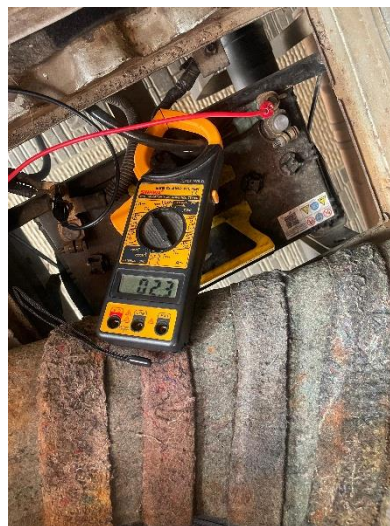
Karena itu, pastikan lampu menyala dengan terang ketika dinyalakan. Bersihkan reflektor dan lensanya dengan kain lap microfiber.

b. Memeriksa Tegangan dan Arus.

Bahwa sistem kelistrikan kendaraan ringan menggunakan tegangan nominal 12 V DC dan harus mempertahankan tegangan pengoperasian peralatan listrik dalam rentang $\pm 10\%$ dari nilai nominal.[22]. Pada mobil KIA Travello, tegangan yang dihasilkan oleh lampu sorot yaitu 14.9 V DC. Maka bisa dikatakan dalam kategori normal. Arus yang diperlukan untuk menyalakan bohlam lampu sorot agar menyala dengan normal yaitu 1.86 A.[23]



Gambar 3. 13 Pengukuran Tegangan Pada Lampu Sorot



Gambar 3. 14 Pengukuran Arus Pada Lampu Sorot

- c. Memeriksa Fuse, Kabel, dan Konektor.

Kabel yang hampir putus, isolator kabel yang sudah rusak, dan sambungan-sambungan kabel yang longgar dapat mengakibatkan lampu kepala berkedip-kedip.[16]. Periksa juga fuse pada lampu sorot beserta konektornya.

d. Memeriksa Fitting dan Lampu.

Lampu-lampu yang tidak terpasang dengan baik pada kedudukannya dapat mengakibatkan lampu berkedip.[16]. Karena itu periksa fitting pada lampu dan isi dari lampu bohlam.

2.Perbaikan dan Penggantian Pada Lampu Sorot.

a. Pada Fuse, Kabel, dan Konektor.

Apabila fuse putus, maka gantilah dengan dengan fuse yang mempunyai kekuatan ampere sama.[16]. Tetapi jika fuse masih bagus, bisa dibersihkan saja terminalnya dengan kuas atau kain lap micro fiber. Begitu pula dengan kabel, jika sudah keras atau getas bisa diganti dengan kabel baru dengan spesifikasi sama. Pada konektor, pastikan sambungan terpasang kencang. Jika konektor putus bisa diganti dengan yang baru.

b. Pada Fitting dan Lampu.

Jika fitting lampu putus atau longgar, maka bisa diganti dengan fitting lampu baru. Begitu pula dengan bohlam lampunya, jika mati atau filamennya terbakar bisa diganti dengan yang baru.

3.2.6 Perawatan dan Perbaikan Pada Wiper Mobil.

Perawatan pada wiper mobil ini sangat penting untuk dilakukan. Karena menyangkut keamanan pengemudi dalam berkendara, khususnya pada saat hujan atau cuaca yang berkabut. Wiper yang berfungsi dengan baik mampu menyapu air, debu, hingga kotoran pada permukaan kaca depan. Sehingga jarak pandang pengemudi jelas. Berdasarkan ISO 9001, ISO 14229, dan ISO 7637, dapat disimpulkan beberapa prinsip ISO tentang perawatan wiper sebagai berikut.[27]

1.Memeriksa Fisik Wiper Pada Mobil.

a. Memeriksa Wiper

Pemeriksaan fisik ini meliputi karet bilah wiper, gerakan wiper, memeriksa semprotan air dan *reservoir*. Pada karet bilah wiper, lakukan penggantian jika karet sudah getas atau robek dan meninggalkan garis saat menyeka kaca. Selanjutnya yaitu periksa gerakan dari kerja wiper. Pastikan gerakan wiper tidak lambat ataupun tersendat. Jika gerakan lambat atau tersendat, maka bisa dilakukan pengecekan pada sistem penggerak

wiper, yaitu motor dan link mekanisnya. Pastikan tangki cairan pada wiper penuh serta nozzlenya tidak tersumbat. Karena berfungsi untuk menyemprotkan air untuk membersihkan kaca depan.

b. Memeriksa Tegangan dan Arus.

Tegangan normal sistem berkisar antara 12.36 V- 12.40 V DC tergantung kondisi kerja [28]. Pada mobil KIA Travello, tegangan pada wiper di angka 12.4 V DC. Bisa dikatakan, tegangan wiper pada mobil KIA Travello normal atau aman. Sedangkan arus yang normal pada wiper mobil yaitu 2-5 A. Hasil pengukuran arus pada wiper mobil KIA Travello yaitu 2.3 A.[29]



Gambar 3. 15 Pengukuran Tegangan Pada Wiper



Gambar 3. 16 Pengukuran Arus Pada Wiper

- c. Periksa Fuse, Kabel, dan Konektor.

Periksa Fuse wiper pada mobil. Pastikan fuse masih baik. Kabel tidak keras atau getas. Serta konektornya tidak longgar.

2. Perbaikan dan Penggantian

- a. Pada Fuse, Kabel, dan Konektor.

Pada komponen yang rusak seperti motor wiper, switch, dan relay, bisa dilakukan perbaikan seperti dibersihkan atau bisa melakukan penggantian komponen dengan komponen yang baru. Perbaikan juga bisa dilakukan dengan melakukan pelumasan pada poros wiper yang berguna agar wiper berjalan lancar serta mencegah terjadinya karat. Beberapa perawatan dan perbaikan tersebut perlu dilakukan. Mengingat wiper adalah salah satu komponen kelistrikan pada mobil yang mempunyai fungsi penting baik bagi pengemudi maupun pengguna jalan lain.

3.2.7 Perawatan dan Perbaikan pada Klakson.

Perawatan pada klakson memiliki tujuan untuk memastikan suara yang keluar nyaring, responsif, dan tidak mengalami gangguan lain terkait bunyinya. Beberapa Langkah yang bisa dilakukan dalam perawatan dan perbaikan pada klakson.

1. Pemeriksaan Bunyi pada klakson.

- a. Periksa Klakson.

Jika klakson menyala dengan mengeluarkan suara yang nyaring, maka klakson berada dalam kondisi yang baik. Tetapi jika klakson mati atau berbunyi lemah, bisa jadi karena ada sambungan yang longgar maupun fuse yang rusak. Cara melakukan perawatannya yaitu membersihkan fuse pada klakson serta sambungan pada kabel atau konektor. Jika konektornya longgar bisa dikencangkan.

b. Memeriksa Tegangan dan Arus.

Tegangan klakson yang bagus harus sesuai dengan tegangan spesifikasinya. Sesuai dengan prinsip tegangan pada PUIL 2011 Bab IV dan V11). Karena tegangan pada baterai mobil umumnya berukuran 12.4 V. Maka tegangan klakson pada saat bekerja yaitu setara dengan tegangan pada baterai mobil. Sedangkan pada mobil KIA Travello, tegangan yang dihasilkan 13.9 V DC. Terjadi lonjakan tegangan tetapi masih dalam batas aman. Arus pada klakson mobil KIA Travello yaitu 2.2 A.



Gambar 3. 17 Pengukuran Tegangan Pada Klakson



Gambar 3. 18 Pengukuran Arus Pada Klakson

2. Perbaikan dan Penggantian Pada Komponen Klakson.

a. Pada Fuse, Kabel, dan Konektor.

Jika klakson pada mobil bermasalah, bisa dilakukan pengecekan pada fusnya. Jika fuse terbakar atau putus, maka bisa diganti dengan fuse yang baru. Jika terdapat kabel yang getas atau keras, maka bisa dilakukan penggantian dengan kabel yang sesuai. Dan jika yang bermasalah adalah konektornya yaitu bisa dikencangkan bila longgar, atau bisa diganti jika konektor kabel putus.

3.2.8 Perawatan dan Perbaikan Pada Panel Instrument.

Perawatan pada panel instrument ini penting dilakukan agar pengemudi dapat dengan cepat mengetahui adanya gangguan atau kondisi tidak normal yang ada pada mobil. Seperti banyaknya *fuel indicator*. Berikut perawatan dan perbaikan pada panel instrument.

1. Memeriksa Fisik Pada Lampu panel instrument.

a. Memeriksa Panel Instrument.

Saat kontak dinyalakan, lampu pada panel instrument harusnya menyala. Kemudian jarum penunjuk pada *fuel indicator* bergerak, dan saat mobil berjalan jarum *speedometer* bergerak juga.

b. Memeriksa Tegangan dan Arus.

Jika Lampu pada panel instrument mati atau redup, bisa dilakukan pengecekan pada tegangan pada panel instrument. Tegangan dari *ignation switch* ke regulator biasanya sekitar 12-14 V DC saat mesin dalam kondisi on.[30]. Tegangan pada panel instrument mobil KIA Travello adalah 15.8 V, sedangkan arus pada panel instrument mobil KIA Travello yaitu 2.2 A.



Gambar 3. 19 Pengukuran Tegangan Pada Panel Instrument



Gambar 3. 20 Pengukuran Arus Pada Panel Instrument

c. Cek Fuse, Kabel, dan Konektor.

Pada fuse bisa dilakukan pengecekan apakah terbakar atau putus, kemudian pada konektor bisa dilakukan pemeriksaan apakah longgar atau berkarat. Pastikan tidak ada konektor yang longgar.

2.Perbaikan dan Penggantian Pada Komponen Panel Instrument.

a. Pada Fuse, Kabel, dan Konektor.

Jika fuse terbakar atau putus, bisa dilakukan penggantian dengan fuse yang baru. Jika konektor longgar, bisa dikencangkan tetapi jika rusak konektor bisa diganti dengan yang baru. Pastikan kabel pada panel instrument tidak getas dan keras. Jika kabel sudah getas dan keras maka bisa diganti dengan kabel yang baru dengan type yang sesuai.

b. Pada Lampu instrument.

Jika sudah dilakukan pengecekan pada semua komponen baik, tetapi lampu indikator tidak menyala, maka bisa jadi lampu indikatornya yang mati. Lampu yang mati bisa diganti dengan yang baru.

c. Pada Jarum Penggerak

Jika jarum penggerak tidak bergerak bisa jadi karena kabel yang longgar atau karena roda gigi penggerak jarumnya sudah aus. Roda gigi yang aus ini bisa diganti dengan roda gigi yang baru.[16]

3.2.9 Perawatan dan Perbaikan Pada AC.

Perawatan dan perbaikan pada AC mobil perlu dilakukan demi kenyamanan pengguna dan penumpang mobil. Berikut Perawatan dan perbaikan yang bisa dilakukan pada AC mobil.

1. Memeriksa Fisik Pada AC

a. Memeriksa kerja AC.

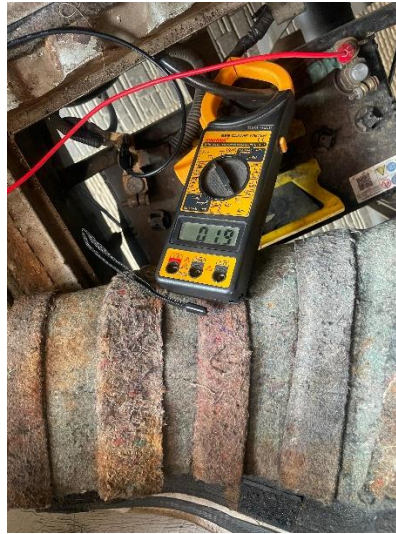
Pastikan blower AC menyala pada setiap levelnya. Jika kecepatan pada blower tidak sesuai dengan speednya berarti ada gangguan pada sistem tersebut.[16]

b. Memeriksa Tegangan dan Arus.

Tegangan pada AC mobil umumnya 12-16 V DC berdasarkan tegangan dari baterai . Jika tegangan tidak mencapai nilai tersebut.Bisa jadi ada sambungan kabel yang putus atau komponen yang rusak. Tegangan pada AC mobil KIA Travello yaitu 16.5 V DC. Bisa dikatakan normal atau aman. Sedangkan Arus pada AC mobil KIA Travello yaitu 1.9 A.



Gambar 3. 21 Pengukuran Tegangan Pada AC



Gambar 3. 22 Pengukuran Arus Pada AC

c. Memeriksa Fuse, Kabel, dan Konektor.

Periksa fuse pada rangkaian AC. Pastikan fuse tidak berkarat dan dudukannya tepat. Pada kabel, pastikan kabelnya tidak getas dan keras. Kemudian pada konektornya, pastikan tidak kendur dan rusak.

2. Perbaikan dan Penggantian Pada AC

a. Pada Blower AC

Jika blower tidak berputar berarti terjadi kerusakan pada unit motor penggerak. Tetapi jika blower berputar setelah dihubungkan langsung ke baterai, bisa jadi terjadi kerusakan pada kabel atau sambungan terminalnya. Karena itu bisa dilakukan pengecekan pada terminal positif dan negatifnya pada baterai. Lakukan pembersihan debu dan kotoran dari penggerak blower. Bisa juga diberikan pelumas pada bagian yang bergerak. [16]

b. Pada Fuse, Kabel, dan Konektor

Pastikan fuse masih berfungsi, tidak terbakar maupun putus kawatnya. Jika terputus, bisa dilakukan penggantian dengan fuse yang baru. Pastikan konektor terpasang dengan kencang.

c. Penggantian Freon AC

Penggantian *freon* harus dilakukan dengan prosedur yang baik dan benar. Langkah pertama yaitu melepas *freon* lama, kemudian vakum sistem AC untuk menghilangkan uap dan udara yang tersisa. Baru bisa dilakukan penggantian dengan

freon yang baru.[31]. Penggantian *freon* ini bisa dilakukan secara berkala atau saat adanya indikasi kinerja AC yang tidak optimal.

3.3 Nilai Ekonomis Melakukan perawatan dan Perbaikan Kelistrikan Secara Mandiri.

1. Kelebihan

Secara umum, biaya perbaikan secara mandiri cenderung lebih rendah karena tidak melibatkan biaya jasa mekanik *professional*. Seperti contoh penggantian pada komponen, pemilik kendaraan hanya perlu membeli suku cadang atau komponen penggantinya. Misal dibawa ke bengkel harga suku cadang Rp 300.000,00 dan harga jasa mekanik Rp 200.000,00 maka biaya yang dihabiskan sebesar Rp 500.000,00. Tetapi jika melakukan perbaikan secara mandiri pemilik hanya perlu mengeluarkan biaya untuk membeli suku cadang sebesar Rp 300.000,00 tanpa membayar jasa mekaniknya. Dengan begitu pemilik menghemat uang sebesar Rp 200.000,00.

2. Kekurangan

Perbaikan mandiri membutuhkan waktu yang relatif lama, karena proses persiapan, pemahaman dan pengerjaan yang tidak seefisien mekanik *professional*. Waktu ini bisa dilakukan untuk pekerjaan lain yang nilainya lebih tinggi dari biaya perbaikannya. Selain itu, resiko lain seperti pemasangan atau salah diagnosis bisa menyebabkan kerusakan lain di kemudian hari atau kerusakan berulang. Selain itu alasan keselamatan atau *safety* bisa menjadi pertimbangan jika melakukan perbaikan mandiri. Biasanya bengkel resmi akan menawarkan keakuratan perbaikan, waktu perbaikan yang singkat dan keselamatan.

Kesimpulannya, secara ekonomis perbaikan dan perawatan secara mandiri lebih lebih hemat secara tunai. Perawatan dan perbaikan ringan bisa dilakukan secara mandiri agar lebih hemat. Tetapi pada perbaikan yang memerlukan keahlian khusus alangkah baiknya menggunakan jasa mekanik yang berpengalaman atau bengkel resmi dengan mempertimbangkan segi efisiensi waktu dan keselamatan serta keamanan.

IV. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

1. Prinsip kerja pada kelistrikan mobil KIA Travello yaitu baterai sebagai sumber tegangan saat mesin mati dan mesin hidup. Saat mesin menyala, alternator melakukan pengisian ulang pada baterai. Selanjutnya, arus dari baterai mengalir ke fuse box dan fuse masing-masing komponen kelistrikan.
2. Instalasi kabel mobil KIA Travello dibagi menjadi dua, yaitu sistem mesin (*starter*, pengapian, injeksi, dan alternator) serta sistem kelistrikan bodi (lampu, wiper, panel instrument, dan klakson). Arus listrik dialirkan dari baterai ke fuse box dan relay untuk mengatur pembagian daya serta melindungi komponen dari arus berlebih, kemudian diteruskan ke berbagai komponen sistem.
3. Perawatan pada sistem kelistrikan mobil sangatlah penting. Hal ini bertujuan untuk menjaga performa, efisiensi, dan keselamatan dalam berkendara. Prosedur perawatan dan perbaikan kelistrikan pada mobil KIA Travello ini mencakup pemeriksaan secara fisik serta pengukuran arus dan tegangan menggunakan multimeter dan tang ampere pada baterai, alternator, fuse, kabel, dan sistem penerangan.

4.2 Saran

1. Diperlukannya standarisasi prosedur perbaikan kelistrikan pada mobil agar setiap teknisi dan pengguna dapat melakukan perbaikan secara tepat dan efisien tanpa menimbulkan kerusakan lain.
2. Diperlukannya penelitian lanjutan mengenai efisiensi dan efektivitas pada metode perbaikan sistem kelistrikan pada kendaraan bermotor seperti mobil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Sinung, T. R. Zakaria, and R. Upe, "Pengaruh Brand Image Dan Harga Terhadap Keputusan Pembelian Mobil Toyota Avanza:(Studi Pada Konsumen Dealer Auto 2000 Grand Depok City)," *Jurnal Tadbir Peradaban*, vol. 2, no. 2, pp. 133–139, 2022.
- [2] Arijanto and Toni Suryo, "PENGUJIAN PRESTASI MESIN ISUZU PANTHER MENGGUNAKAN ALAT PENGHEMAT BBM ELEKTROLIZER AIR," *ROTASI*, vol. 12 Nomer 1, Jan. 2010.
- [3] A. W. Putra and A. G. Wailanduw, "Rancang Bangun Sistem Kelistrikan Body pada Mobil Listrik Garuda UNESA," *Jurnal Rekayasa Mesin*, pp. 34–37, 2013.
- [4] E. Supriyadi and R. P. Ayuni, "Systematic Literature Review: Pemeliharaan Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Di Perseroan Terbatas," *Sistemik: Jurnal Ilmiah Nasional Bidang Ilmu Teknik*, vol. 11, no. 1, pp. 1–7, 2023.
- [5] M. I. Pasaribu, A. A. Ritonga, A. Irwan, P. Studi, and T. Mesin, "ANALISIS PERAWATAN (MAINTENANCE) MESIN SCREW PRESS DI PABRIK KELAPA SAWIT DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DI PT. XYZ," *JITEKH*, vol. 9, no. 2, pp. 104–110, 2021.
- [6] N. ANDRI, "Pentingnya Perawatan Dan Perbaikan Alat Keselamatan Kapal (Life Saving Appliances) Pada Saat Terjadinya Keadaan Darurat," *Karya Tulis*, 2021.
- [7] F. Aswin, M. Masdani, R. Randa, and O. Yulianto, "Rekondisi Mesin Bubut DoALL LT 13 BU01 Di Laboratorium Mekanik Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung," *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur*, vol. 9, no. 01, pp. 24–32, May 2019, doi: 10.33504/manutech.v9i01.29.
- [8] H. Abizar and E. Susanto, "ANALISIS PERAWATAN BERKALA TERHADAP PEFORMA MOBIL AVANZA," *Auto Tech: Jurnal Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Muhammadiyah Purworejo*, vol. 18, no. 2, pp. 56–65, 2023.

- [9] R. M. Arpin, A. K. Radja, and N. H. Z. Narang, "Pelatihan Basic Study Skill Kelistrikan untuk Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro," *Jurnal IPMAS*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2025.
- [10] D. Delima, S. Sepdian, M. Mazwan, and Y. W. E. Sapalakkai, "Rancang Bangun Sistem Kelistrikan Mobil Listrik Politeknik Jambi," *Jurnal Elektronika Listrik dan Teknologi Informasi Terapan*, vol. 6, no. 1, pp. 15–19, 2024.
- [11] H. Firdaus, E. Rustendi, and A. Herdiana, "TEKNIK ANALISIS KONSUMSI ARUS LISTRIK PADA MOBIL MULTI PURPOSE VEHICLE," *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, vol. 8, no. 1, pp. 150–158, 2021.
- [12] I. Hamidah *et al.*, "Overcoming voltage fluctuation in electric vehicles by considering Al electrolytic capacitor-based voltage stabilizer," *Energy Reports*, vol. 10, pp. 558–564, 2023.
- [13] M. M. P. Mulyo Utomo, *BAHAN AJAR KELISTRIKAN OTOMOTIF*. Kota Malang: Ahlimedia Press, 2020.
- [14] Drs. Daryanto, *SISTEM KELISTRIKAN BODI MOBIL*. Bandung: CV. YRAMA WIDYA, 2004.
- [15] S. Lubis, "Analisa Tegangan Keluaran Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif," *RELE: Rekayasa Elektrikal dan Energi Jurnal Teknik Elektro* <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE>, 2018.
- [16] Drs. Boentarto, *Cara Pemeriksaan, Penyetelan, dan Perawatan Kelistrikan Mobil*. Yogyakarta: ANDI, 1993.
- [17] C. F. Yuliyanto, "Pengaruh Jumlah Slot Stator Terhadap Kecepatan Putaran dan Suhu pada Motor BLDC," *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 1, no. 3, p. 11, 2024.
- [18] R. F. Muhammad and A. S. Nurrohkeyati, "Pemeliharaan dan Perawatan Pada Mobil Toyota," *National Multidisciplinary Sciences*, vol. 3, no. 1, pp. 353–357, 2024.

- [19] A. Efendi, F. Alif, and A. Oktaviani, "Preventive Maintenance pada Sistem Kelistrikan Mobil Listrik Sula Evolution," in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2021, pp. 401–405.
- [20] A. Amelia, C. E. Rustana, and H. Nasbey, "Pengembangan Set Praktikum Faraday pada Materi Induksi Elektromagnetik," in *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2015*, 2015.
- [21] V. C. Sidabutar, "Analisa Kerja Fuse Cut Out (FCO) Pada Transformator Distribusi ML-170 PP. 01 Daerah Kerja PT. PLN (Persero) ULP Labuhan," *Jurnal Ilmiah Tenaga Listrik*, vol. 3, no. 1, pp. 34–42, 2023.
- [22] S. N. Indonesia, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)," *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2011, pp. 1–133, 2011.
- [23] Mukhamad Khumaidi Usman and Amin Nur Akhmadi, "Analisis Daya Mobil Listrik Terhadap Intensitas Cahaya," *Rekayasa Material, Manufaktur, dan Energi*, vol. 4, No.1, pp. 32–36, Mar. 2021.
- [24] B. S. Rahayu Purwanti, I. Auditia Akhinov, and H. M. Ridlwan, "Perancangan Modul Ajar Penggunaan Sein dan Lampu Hazard untuk Media Peningkatan Kompetensi Siswa," 2025.
- [25] M. K. M. S. M. Dr.Ir.Agus Wibowo, *Diagnosis Kelistrikan dan Kerusakan Mobil*. Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik bekerja sama dengan Universitas STEKOM, 2022.
- [26] H. Firdaus and E. Rustendi, "ANALISIS KONSUMSI ARUS LISTRIK PADA MOBIL MULTI PURPOSE VEHICLE," 2021.
- [27] G. S. Gandara and S. Hasibuan, "Analisis penerapan SNI ISO 9001: 2015 melalui jumlah ketidaksesuaian produk, proses dan pelayanan pada PT. X," *Jurnal Standardisasi*, vol. 22, no. 3, p. 171, 2020.
- [28] B. Tonapa and S. Buyung, "LPPM Politeknik Saint Paul Sorong 58 ANALISIS TENAGA MOTOR PENGGERAK PADA WIPER MOBIL MITSUBISHI L 300," 2021.

- [29] Bonfilio Tonapa and Suprianto Buyung, "ANALISIS TENAGA MOTOR PENGGERAK PADA WIPER MOBIL MITSUBISHI L.300 ," *Voering*, vol. 6, No.2, Dec. 2021.
- [30] Teknik Kendaraan Ringan Otomotif, "Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan XI"
- [31] ALTERSON GRAFI KALAY, " PERAWATAN DAN PERBAIKAN SISTEM AIR CONDITIONER PADA MOBIL DAIHATSU TARUNA," Aug. 2015.