

**ANALISA RISIKO DAN PERANCANGAN USULAN STANDAR
OPERASIONAL PROSEDUR PADA PENGUJIAN
KENDARAAN LISTRIK DI UNIT PENGELOLA PENGUJIAN
KENDARAAN BERMOTOR JAGAKARSA DENGAN
METODE *HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT,
AND DETERMINING CONTROL***

KERTAS KERJA WAJIB



DISUSUN OLEH :

SANG AYU PUTU TRISNA ARTIKA SARI

2201040

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III TEKNOLOGI OTOMOTIF**

2025

**ANALISA RISIKO DAN PERANCANGAN USULAN STANDAR
OPERASIONAL PROSEDUR PADA PENGUJIAN
KENDARAAN LISTRIK DI UNIT PENGELOLA PENGUJIAN
KENDARAAN BERMOTOR JAGAKARSA DENGAN
METODE *HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT,
AND DETERMINING CONTROL***

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian
Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya Teknik



DISUSUN OLEH :

SANG AYU PUTU TRISNA ARTIKA SARI

2201040

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III TEKNOLOGI OTOMOTIF
2025**

**HALAMAN PERSETUJUAN
KERTAS KERJA WAJIB**

**ANALISA RISIKO DAN PERANCANGAN USULAN STANDAR
OPERASIONAL PROSEDUR PADA PENGUJIAN
KENDARAAN LISTRIK DI UNIT PENGELOLA PENGUJIAN
KENDARAAN BERMOTOR JAGAKARSA DENGAN
METODE *HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT,
AND DETERMINING CONTROL***

Disusun Oleh:

SANG AYU PUTU TRISNA ARTIKA SARI

2201040

Disetujui untuk diajukan pada

Sidang Akhir Kertas Kerja Wajib

Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II



Surya Aji Ermanto, M.Si.

NIP. 19910207 201902 1 002

Rabu, 25 Juni 2025



Arif Devi Dwyipayana, S.T., M.M., M.T.

NIP. 19851102 201902 1 003

Rabu, 25 Juni 2025

Ditetapkan di: Tabanan

**HALAMAN PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB**

**ANALISA RISIKO DAN PERANCANGAN USULAN STANDAR
OPERASIONAL PROSEDUR PADA PENGUJIAN KENDARAAN
LISTRIK DI UNIT PENGELOLA PENGUJIAN KENDARAAN
BERMOTOR JAGAKARSA DENGAN METODE *HAZARD
IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND DETERMINING
CONTROL***

Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

SANG AYU PUTU TRISNA ARTIKA SARI




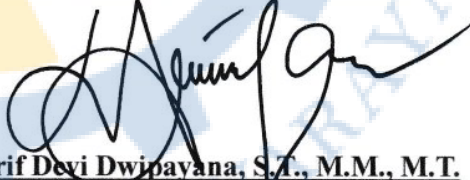
2201040

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI

PADA TANGGAL 2 JULI 2025


DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Tim Penguji

 <u>Adrian Pradana, S.T., M.Si.</u> NIP. 19900130 201012 1 005	 <u>Surya Aji Ermanto, M.Si.</u> NIP. 19910207 201902 1 002
 <u>Riz Rifai Oktavianus Sasue, S.T., M.Eng.</u> NIP. 19861014 201902 1 002	 <u>Arif Devi Dwipayana, S.T., M.M., M.T.</u> NIP. 19851102 201902 1 003

Mengetahui,

**KETUA PROGRAM STUDI
DIPLOMA III TEKNOLOGI OTOMOTIF**


Adrian Pradana, S.T., M.Si
NIP. 19900130 201012 1 005

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Adapun motto dan persembahan yang saya berikan untuk mendukung dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib yaitu sebagai berikut:

Motto

Bhagavad Gita, 18:66

“Serahkan segala kewajibanmu pada-Ku (Hyang Bersemayam dalam diri setiap makhluk), berlindunglah pada-Ku; dan akan Ku-bebaskan dirimu dari segala dosa-cela dan rasa takut yang muncul dari kekhawatiran akan perbuatan tercela. Jangan khawatir, janganlah bersusah-hati!”

Persembahan

Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan hati yang diliputi haru dan bangga, karya sederhana ini kupersembahkan sebagai ungkapan cinta, terima kasih, dan penghormatan tulus kepada:

1. Ayah dan Ibu tercinta, serta kedua adikku dan keluarga besar yang selalu menjadi pelita di setiap langkah; doa kalian adalah nafas dalam perjuanganku.
2. Dosen pembimbing, atas kesabaran, ketulusan, dan ilmu yang tak lekang oleh waktu-bimbinganmu menuntunku hingga garis akhir.
3. Seluruh dosen di Program Studi D-III Teknologi Otomotif, atas ilmu, arah, dan ruang untuk tumbuh, serta telinga yang selalu terbuka untuk segala keluh kesah.
4. Sahabat dan rekan seperjuangan, yang hadir sebagai cahaya di tengah lelah, menguatkan dalam diam, dan menemani dalam segala rintangan.
5. Keluarga besar di Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor Jagakarsa, yang telah membuka pintu kesempatan untuk belajar, mengabdikan, dan mengasah diri.
6. Keluarga asuh “Maher Tisna”, yang kehangatannya menjadi rumah di tengah riuhnya perjalanan.

Semoga karya ini tak sekadar menjadi dokumen akademik, namun jejak kecil yang memberi manfaat, dan secercah cahaya bagi mereka yang mencari arah.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, Sang Ayu Putu Trisna Artika Sari, Notar. 2201040, menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib dengan judul "**Analisa Risiko Dan Perancangan Usulan Standar Operasional Prosedur Pada Pengujian Kendaraan Listrik Di Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor Jagakarsa Dengan Metode *Hazard Identification, Risk Assessment, And Determining Control***" merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Kertas Kerja Wajib ini merupakan hasil penelitian yang saya susun sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar Pustaka. Selain itu, tidak ada bagian dari Kertas Kerja Wajib yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau keserjanaan maupun Sertifikat Akademik di suatu Perguruan Tinggi.

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Transportasi Darat Bali.

Tabanan, 25 Juni 2025

Penulis,



Sang Ayu Putu Trisna Artika Sari
Notar. 2201040

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, karunia, serta anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Kertas Kerja Wajib yang dilaksanakan di Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor (UP PKB) Jagakarsa, dengan judul “Analisa Risiko dan Perancangan Usulan Standar Operasional Prosedur pada Pengujian Kendaraan Listrik di Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor Jagakarsa dengan Metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control.*”

Kertas kerja ini disusun sebagai salah satu bentuk pemenuhan kewajiban akademik pada Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif di Politeknik Transportasi Darat Bali. Penyusunan karya ini tentu tidak terlepas dari arahan, bimbingan, serta bantuan berbagai pihak yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan ucapan terima kasih yang mendalam, penulis menyampaikan apresiasi kepada:

1. Ibu Firga Ariani, S.E., M.M.Tr., selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali;
2. Bapak Adrian Pradana, A.Ma.PKB., S.T., M.Si., selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif;
3. Bapak Fatchuri, selaku Kepala Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor Jagakarsa, beserta jajaran staf dan karyawan;
4. Bapak Ade Erwin, selaku Pembimbing Lapangan di UP PKB Jagakarsa;
5. Bapak Surya Aji Ermanto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I;
6. Bapak Arif Devi Dwipayana, S.T., M.M., M.T., selaku Dosen Pembimbing II;
7. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, atas doa, dukungan moral maupun material, serta motivasi yang terus menguatkan dalam setiap tahap pendidikan.

Penulis menyadari bahwa kertas kerja ini masih memiliki kekurangan, baik dalam penyajian maupun isi. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca demi penyempurnaan karya ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap kertas kerja ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat, khususnya dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik keselamatan kerja di bidang Transportasi Darat.

Tabanan, 25 Juni 2025

Penulis,



SANG AYU PUTU TRISNA ARTIKA SARI

Notar. 2201040



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
INTISARI	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	19
1.1 Latar Belakang	19
1.2 Rumusan Masalah	21
1.3 Tujuan Penelitian	22
1.4 Manfaat Penelitian	22
1.5 Batasan Masalah.....	22
BAB II GAMBARAN UMUM	24
2.1 Kondisi Wilayah.....	24
2.3 Kondisi Objek.....	25
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	27
3.1 Kendaraan Listrik.....	27
3.2 Bahaya Kendaraan Listrik.....	38
3.3 Pengujian Kendaraan Bermotor dan Kendaraan Listrik	43

3.4	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)</i>	44
3.4.1	Identifikasi Bahaya (<i>Hazard Identification</i>)	45
3.4.2	Penilaian Risiko (<i>Risk Assesment</i>)	47
3.4.3	Upaya Pengendalian Risiko (<i>Determining Control</i>).....	50
3.5	Standar Operasional Prosedur (SOP).....	52
3.5	Skala <i>Likert</i>	54
3.6	Penelitian Terdahulu.....	56
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....		61
4.1	Sumber dan Teknik Pengumpulan Data.....	61
4.2	Metode Analisis Data.....	63
4.3	Bagan Alir Penelitian	65
4.4	<i>Timeline</i> Kegiatan	68
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		69
5.1	Hasil Observasi.....	69
5.2	Hasil Wawancara.....	80
5.3	Hasil Identifikasi Bahaya (<i>Hazard Identification</i>).....	88
5.4	Hasil Penilaian Risiko (<i>Risk Assesment</i>)	107
5.5	Hasil Upaya Pengendalian Risiko (<i>Determining Control</i>).....	141
5.6	Hasil Validasi Upaya Pengendalian Risiko	181
5.7	Perancangan Usulan Standar Operasional Prosedur (SOP)	185
5.7.1	Tahapan Perancangan SOP	185
5.7.2	Usulan Perbaikan SOP	187
5.8	Hasil Validasi Rancangan Usulan SOP	211
BAB VI PENUTUP		215
6.1	Kesimpulan.....	215

6.2 Saran.....	216
DAFTAR PUSTAKA.....	217
LAMPIRAN.....	222



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Skala nilai likelihood	48
Tabel 3. 2 Skala nilai severity.....	48
Tabel 3. 3 Penilaian risiko	49
Tabel 3. 4 Keterangan tabel penilaian risiko	50
Tabel 3. 5 Skala likert.....	54
Tabel 3. 6 Kriteria penilaian	55
Tabel 3. 7 Penelitian terdahulu	56
Tabel 4. 1 Timeline kegiatan.....	68
Tabel 5. 1 Hasil wawancara narasumber 1	81
Tabel 5. 2 Hasil wawancara narasumber 2	83
Tabel 5. 3 Hasil wawancara narasumber 3	85
Tabel 5. 4 Hasil wawancara narasumber 4	87
Tabel 5. 5 Hasil identifikasi bahaya (hazard identification).....	89
Tabel 5. 6 Hasil penilaian risiko (risk assesment)	108
Tabel 5. 7 Tabel hasil upaya pengendalian risiko	142
Tabel 5. 8 Daftar pertanyaan ahli k3.....	182
Tabel 5. 9 Daftar pertanyaan penguji kendaraan bermotor tingkat 5	183
Tabel 5. 10 Usulan SOP.....	192
Tabel 5. 11 Rancangan Usulan SOP	193
Tabel 5. 12 Usulan standar pada lampiran APD	209
Tabel 5. 13 Daftar pertanyaan validasi usulan sop	212
Tabel 5. 14 Hasil validasi	213

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta lokasi unit pengelola pengujian kendaraan bermotor Jagakarsa	24
Gambar 2. Pengujian kendaraan listrik di UPPKB Jagakarsa	26
Gambar 3. Berbagai teknologi kendaraan bermotor listrik	27
Gambar 4. Baterai traksi	28
Gambar 5. Inverter.....	29
Gambar 6. Controller.....	29
Gambar 7. Motor traksi	30
Gambar 8. Charger.....	30
Gambar 9. Transmisi	31
Gambar 10. DC converter.....	31
Gambar 11. Motor listrik	33
Gambar 12. Baterai utama	33
Gambar 13. Baterai sekunder	34
Gambar 14. Insulation relay	34
Gambar 15. Controller.....	35
Gambar 16. Sistem manajemen baterai	35
Gambar 17. Pengisi daya terpasang.....	36
Gambar 18. Konverter	36
Gambar 19. Charging system	37
Gambar 20. Pemutus tegangan	37
Gambar 21. Warning sign high voltage	38
Gambar 22. High voltage hazards	39
Gambar 23. Thermal runaway	40
Gambar 24. Thermal runaway	41
Gambar 25. Arc flash.....	41
Gambar 26. Interferensi Elektromagnetik	42
Gambar 27. Hierarchy of risk control in ISO 45001:2018	51
Gambar 28. Diagram alir	65

Gambar 29. Bagan alir perancangan usulan SOP	66
Gambar 30. Memeriksa dokumen persyaratan pengujian	70
Gambar 31. Memeriksa kebocoran arus listrik ke body kendaraan	70
Gambar 32. Pengujian hambatan isolasi dan kebocoran aliran listrik.....	71
Gambar 33. Memeriksa tanda peringatan listrik	72
Gambar 34. Memeriksa kabel listrik tegangan rendah	72
Gambar 35. Memeriksa bagian dalam kendaraan	73
Gambar 36. Memeriksa indikator active driving possible mode.....	73
Gambar 37. Memeriksa indikator arah penggerak kendaraan	74
Gambar 38. Pengecekan terhadap suhu baterai, ruang suhu baterai, dan kondisi instalasi sistem pendingin baterai.....	74
Gambar 39. Memeriksa kondisi baterai traksi atau RESS.....	75
Gambar 40. Sistem manajemen residual energy storage system (ress).....	75
Gambar 41. Memeriksa pemasangan kabel dari baterai ke konverter dan kontroler	76
Gambar 42. Memeriksa kondisi motor traksi dan perisai kolong baterai.....	77
Gambar 43. Memeriksa peralatan daya tambahan.....	77
Gambar 44. Pengujian penunjuk kecepatan	78
Gambar 45. Pengujian kemampuan pancar dan arah sinar lampu utama serta tingkat kebisingan suara klakson	78
Gambar 46. Pengujian kincup roda depan dan kemampuan rem utama.....	79
Gambar 47. Kegiatan wawancara narasumber 1	81
Gambar 48. Kegiatan wawancara narasumber 2	82
Gambar 49. Kegiatan wawancara narasumber 3	84
Gambar 50. Kegiatan wawancara narasumber 4	86
Gambar 51. Temuan risiko	139
Gambar 52. Sarung tangan berstandar EN388	187
Gambar 53. Sarung tangan low voltage gloves 5.000 volt.....	187
Gambar 54. Sarung tangan low voltage 5.000 volt	188
Gambar 55. Pemeriksaan persyaratan teknis (under carriage)	188
Gambar 56. Pengujian persyaratan teknis	190

Gambar 57. Desain zona aman administratif..... 210

Gambar 58. Poster panduan emergency response211



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar asistensi dosen pembimbing 1	222
Lampiran 2. Lembar asistensi dosen pembimbing 2	223
Lampiran 3. Daftar pertanyaan wawancara.....	225
Lampiran 4. Hasil validasi pertanyaan wawancara 1	228
Lampiran 5. Hasil validasi pertanyaan wawancara 2	229
Lampiran 6. SOP pengujian kendaraan listrik Dishub Provinsi DKI Jakarta ...	230
Lampiran 7. Lembar validasi upaya pengendalian risiko (1).....	241
Lampiran 8. Lembar validasi upaya pengendalian risiko (2).....	243
Lampiran 9. Lembar validasi usulan SOP oleh penguji tingkat 5.....	245
Lampiran 10. Lembar validasi usulan SOP oleh penguji tingkat 3.....	247



INTISARI

ANALISA RISIKO DAN PERANCANGAN USULAN STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR PADA PENGUJIAN KENDARAAN LISTRIK DI UNIT PENGELOLA PENGUJIAN KENDARAAN BERMOTOR JAGAKARSA DENGAN METODE *HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND DETERMINING CONTROL*

Oleh:

SANG AYU PUTU TRISNA ARTIKA SARI
2201040

Sektor transportasi Indonesia masih didominasi kendaraan berbahan bakar minyak, yang mendorong tingginya emisi dan konsumsi BBM. Untuk menekan dampak lingkungan, pemerintah mendorong penggunaan kendaraan listrik melalui kebijakan seperti Perpres No. 79 Tahun 2023 dan subsidi pembelian. Namun, transisi ini menimbulkan tantangan, khususnya dalam aspek keselamatan dan pengujian kendaraan listrik yang berbeda dari kendaraan konvensional. UP PKB Jagakarsa telah memiliki SOP yang ditetapkan Dishub DKI Jakarta, namun belum berbasis analisis risiko sistematis. Penelitian ini menggunakan metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*) untuk mengidentifikasi dan mengendalikan risiko dalam proses pengujian, serta menyusun usulan SOP sebagai masukan teknis. Analisis terhadap 27 aktivitas kerja menghasilkan 51 temuan risiko, didominasi bahaya kelistrikan seperti sengatan dari kabel tegangan tinggi dan sistem baterai. Ditemukan 9 risiko ekstrem, 5 risiko tinggi, 21 risiko sedang, dan 16 risiko rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian kendaraan listrik memiliki tingkat risiko yang tinggi dan kompleks. Meskipun pengendalian administratif dan penggunaan APD telah dilakukan, strategi keselamatan masih perlu diperkuat. Oleh karena itu, penelitian ini merancang SOP berbasis HIRADC yang mencakup penggunaan APD, pengaturan zona aman administratif, dan prosedur tanggap darurat untuk meningkatkan keselamatan kerja.

Kata Kunci: Pengujian Kendaraan Listrik, HIRADC, Kesehatan dan Keselamatan Kerja

ABSTRACT

RISK ANALYSIS AND DESIGN OF PROPOSED STANDARD OPERATING PROCEDURES FOR ELECTRIC VEHICLE TESTING AT THE JAGAKARSA MOTOR VEHICLE TESTING MANAGEMENT UNIT USING THE HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND DETERMINING CONTROL METHOD

By:

**SANG AYU PUTU TRISNA ARTIKA SARI
2201040**

Indonesia's transportation sector is still dominated by fuel-powered vehicles, which contribute to high emissions and fuel consumption. To mitigate environmental impacts, the government is promoting the use of electric vehicles through policies such as Presidential Regulation No. 79 of 2023 and purchase subsidies. However, this transition poses challenges, particularly in terms of safety and testing of electric vehicles, which differ from conventional vehicles. The Jagakarsa Vehicle Inspection Unit (UP PKB) has established Standard Operating Procedures (SOPs) as set by the Jakarta Transportation Agency (Dishub DKI Jakarta), but these are not based on systematic Risk analysis. This study employs the HIRADC method (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control) to identify and control Risks in the testing process, as well as to develop proposed SOPs as technical input. An analysis of 27 work activities identified 51 Risk findings, dominated by electrical hazards such as electric shocks from high-voltage cables and battery systems. Nine Extreme Risks, five high Risks, 21 moderate Risks, and 16 low Risks were identified. This indicates that electric vehicle testing involves high and complex risk levels. Although administrative controls and the use of PPE have been implemented, safety strategies still need to be strengthened. Therefore, this study designed HIRADC-based SOPs that include the use of specialized PPE, the establishment of administrative safety zones, and emergency response procedures to enhance workplace safety.

Keywords: *Electric Vehicle Testing, HIRADC, Occupational Health and Safety*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor transportasi di Indonesia saat ini masih bergantung pada kendaraan bermotor berbahan bakar minyak (BBM). Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan jumlah kendaraan meningkat dari 148,3 juta unit (2022) menjadi sekitar 157,1 juta unit (2023), atau naik sebesar 5,93%. Kendaraan konvensional mendominasi, meningkatkan konsumsi BBM dan emisi. Berdasarkan “Siaran pers Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM)” pada 22 Mei 2024, untuk mengurangi dampak lingkungan tersebut, pemerintah Indonesia menargetkan peningkatan populasi kendaraan listrik, termasuk subsidi untuk penjualan 800.000 sepeda motor listrik baru dan konversi 200.000 sepeda motor bermesin pembakaran.

Untuk mendukung percepatan adopsi kendaraan listrik, pemerintah Indonesia telah menerapkan regulasi utama, yakni “Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2023”, yang merupakan perubahan atas “Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (*Battery Electric Vehicle*) untuk transportasi jalan”. Regulasi ini menegaskan komitmen pemerintah dalam mempercepat transisi menuju kendaraan listrik. Berdasarkan data Sistem Sertifikasi Registrasi Uji Tipe (SRUT) Kementerian Perhubungan hingga November 2024, ada 195.084 Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) di Indonesia (Abdurrahman, 2025).

Indonesia, yang masih berada pada tahap awal adopsi kendaraan listrik, perlu mempersiapkan diri menghadapi berbagai tantangan dalam proses implementasinya. Salah satu tantangan potensial dalam penerapan kendaraan listrik adalah tahapan operasional, yang erat kaitannya dengan penggunaan teknologi baru, yaitu teknologi yang berbeda dengan teknologi yang saat ini dipakai (Nahry *et al.*, 2023). Sebagai akibatnya, bidang yang terkait dengan penyelenggaraan kendaraan listrik memerlukan perhatian agar dapat menjamin keselamatan sistem

transportasi darat, termasuk di dalamnya adalah bidang Pengujian Kendaraan Bermotor (PKB).

Salah satu unit yang bertanggung jawab atas pengujian kendaraan bermotor listrik adalah Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor (UP PKB) Jagakarsa, yang berada di bawah naungan Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta. Dalam melakukan pengujian kendaraan listrik, UP PKB Jagakarsa mengacu pada “Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 19 Tahun 2021”, yang mengatur uji berkala kendaraan listrik. Secara umum, pengujian berkala kendaraan listrik memiliki komponen pengujian yang sama dengan kendaraan konvensional, khususnya yang terkait dengan uji berkala pertama dan uji berkala perpanjangan masa berlaku, serta pemeriksaan persyaratan teknis, hanya saja berbeda pada ruang lingkupnya (Nahry *et al.*, 2023).

Pada ruang lingkup pengujian laik jalan, kendaraan listrik tidak memerlukan uji emisi gas buang, dan pada kendaraan listrik terdapat kabel tegangan tinggi yang memerlukan pengujian atas kelaikannya. Aspek yang masih menjadi kelemahan adalah kompetensi penguji dan sarana prasarana pengujian kendaraan listrik (Nahry *et al.*, 2023). Di UP PKB Jagakarsa, pengujian kendaraan listrik telah dilaksanakan dengan acuan SOP berdasarkan Instruksi Kepala Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta Nomor 209 Tahun 2022. Namun, hasil wawancara dengan Kepala UP PKB Jagakarsa menunjukkan bahwa hingga kini belum tersedia dokumen analisis risiko yang menyertai SOP tersebut. Selain itu, observasi di lapangan mengungkapkan bahwa tidak seluruh tahapan dalam SOP diterapkan secara konsisten, yang mencerminkan adanya kesenjangan antara prosedur tertulis dan praktik aktual, serta berpotensi mengurangi efektivitas pengendalian risiko.

Dalam konteks ini, pendekatan analisis risiko diperlukan untuk memperkuat pelaksanaan SOP yang ada, dengan memastikan bahwa tiap tahapan kerja telah mempertimbangkan potensi bahaya secara sistematis. Hasil analisis diharapkan menjadi masukan teknis dalam pengembangan atau penyempurnaan prosedur kerja yang lebih sesuai dengan kondisi lapangan. Oleh karena itu, penyusunan usulan SOP dalam penelitian ini bukan untuk menggantikan SOP yang berlaku, melainkan

sebagai bahan pertimbangan tambahan, dengan tetap menghormati kewenangan penetapan SOP di tangan Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta.

Metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control) digunakan karena mampu mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan merumuskan pengendalian tanpa menuntut pelaksanaan langsung di lapangan (Fathmi, 2022). Berbeda dengan metode HIRA yang hanya mencakup dua tahap (Iskandar and Kusnadi, 2024), HIRAC yang menekankan eksekusi kontrol langsung (Samosir, 2014). HIRARC yang lebih cocok diterapkan pada organisasi dengan sistem manajemen risiko menyeluruh (Ansyar Bora *et al.*, 2025). Di antara keempatnya, HIRADC menjadi metode yang paling relevan karena memungkinkan perumusan rekomendasi pengendalian berbasis hierarki risiko tanpa mengharuskan implementasi langsung (Cholil *et al.*, 2020), sehingga tetap komprehensif namun realistis untuk konteks penelitian yang bersifat observasional dan perancangan usulan SOP.

Berdasarkan identifikasi kondisi aktual dan fakta empiris tersebut, maka penulis melakukan penelitian yang berjudul “Analisa Risiko dan Perancangan Usulan Standar Operasional Prosedur pada Pengujian Kendaraan Listrik di Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor Jagakarsa dengan Metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*.” Kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengendalikan potensi bahaya dalam proses pengujian, serta menyusun usulan SOP berbasis risiko yang dapat dijadikan bahan pertimbangan oleh Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana potensi risiko yang dapat terjadi selama proses pengujian kendaraan listrik di UP PKB Jagakarsa?
2. Bagaimana tingkat risiko dari masing-masing bahaya dalam pengujian kendaraan listrik berdasarkan analisis HIRADC?

3. Bagaimana perancangan usulan SOP yang sesuai berdasarkan analisis risiko yang dilakukan pada pengujian kendaraan listrik di UP PKB Jagakarsa?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai dari Kertas Kerja Wajib ini adalah untuk:

1. Menganalisis potensi risiko yang dapat terjadi selama proses pengujian kendaraan listrik di UP PKB Jagakarsa.
2. Menilai tingkat risiko dari masing-masing bahaya dalam pengujian kendaraan listrik berdasarkan analisis HIRADC.
3. Merancang usulan SOP berdasarkan analisis risiko yang dilakukan untuk meningkatkan keselamatan teknis dan efektivitas prosedur pengujian kendaraan listrik di UP PKB Jagakarsa.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor Jagakarsa:
Penelitian ini dapat menjadi acuan dalam mengevaluasi proses pengujian kendaraan bermotor listrik dengan mempertimbangkan aspek identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian bahaya.
2. Bagi Politeknik Transportasi Darat Bali:
Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya pemahaman teoritis Mahasiswa/i Politeknik Transportasi Darat Bali mengenai metode identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta pengendalian bahaya dalam pengujian kendaraan listrik.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada kendaraan mobil penumpang umum listrik (*Battery Electric Vehicle*).

2. Penelitian ini hanya berfokus pada tahapan kegiatan pengujian kendaraan listrik yang secara nyata dilaksanakan di lapangan.



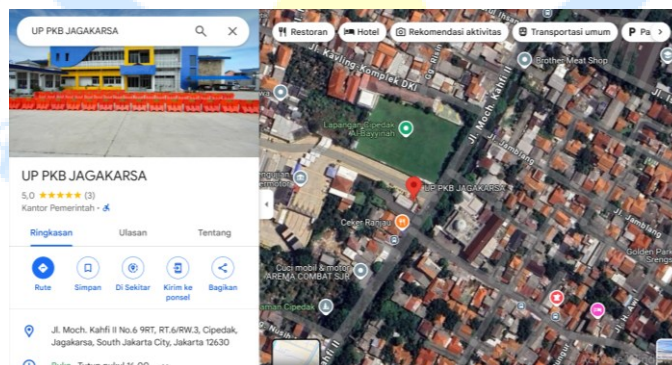
BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Kondisi Wilayah

Pada penelitian ini penulis melakukan pengambilan data di Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor Jagakarsa yang beralamat di Jl. Moch. Kahfi II No.09 RT.6 RW.3, Cipedad, Kecamatan Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan 12630. Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor Jagakarsa merupakan salah satu lembaga di bawah Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta. Struktur organisasi unit ini ditetapkan dalam “Peraturan Gubernur Nomor 331 Tahun 2016 tentang Pembentukan Organisasi dan Tata Kerja Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor”.

Sebagai jabatan tertinggi, unit ini dipimpin seorang Kepala Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor, yang membawahi beberapa bagian, yaitu Subbagian Tata Usaha, Satuan Pelaksana Pengujian Kendaraan Bermotor, Satuan Pelaksana Prasarana dan Sarana Pengujian Kendaraan Bermotor, serta Sub Kelompok Jabatan Fungsional. Penelitian yang dilakukan di UP PKB Jagakarsa dilaksanakan selama 3 bulan dimulai pada 24 Februari s/d 23 Mei 2025.



(Sumber: <https://maps.app.goo.gl/rwuxN3NkddWUdiBw5>)

Gambar 1. Peta lokasi unit pengelola pengujian kendaraan bermotor Jagakarsa

2.3 Kondisi Objek

Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor (UP PKB) Jagakarsa merupakan salah satu unit pelaksana teknis di bawah Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta yang bertugas menyelenggarakan uji berkala kendaraan bermotor. Sesuai dengan Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta Nomor 331 Tahun 2016, UP PKB Jagakarsa memiliki kewenangan untuk menguji kendaraan mobil barang dengan berat kotor maksimum 8 ton dan berdomisili di wilayah Jakarta Barat serta Jakarta Selatan.

Sejak pertengahan tahun 2024, UP PKB Jagakarsa mulai melayani pengujian kendaraan listrik sebagai bagian dari pelaksanaan kebijakan transisi energi rendah emisi. Hasil wawancara dengan Ketua Satuan Pelaksana Pelayanan, Fahrudin Haryadi, menunjukkan bahwa pengujian kendaraan listrik pertama tercatat pada 9 Juli 2024, dan hingga Maret 2025, telah dilakukan pengujian terhadap 38 unit kendaraan listrik, yang seluruhnya merupakan kendaraan penumpang umum berbasis baterai (*Battery Electric Vehicle*).

Kegiatan pengujian kendaraan listrik saat ini masih dilaksanakan secara menyatu dengan kendaraan konvensional, tanpa adanya lajur khusus. Dari lima lajur mekanis yang tersedia, hanya tiga lajur yang dioperasikan secara bergantian setiap hari. Umumnya, kendaraan listrik yang diuji berasal dari pendaftaran kolektif, misalnya perusahaan transportasi yang membawa beberapa unit sekaligus. Dari segi perlengkapan keselamatan, alat pelindung diri (APD) khusus untuk pengujian kendaraan listrik sudah tersedia, tetapi jumlah dan jenisnya masih terbatas. UP PKB Jagakarsa mengacu pada Instruksi Kepala Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta Nomor 209 Tahun 2022 sebagai standar operasional prosedur (SOP) untuk pengujian kendaraan listrik. SOP ini disusun berdasarkan regulasi yang relevan, antara lain:

1. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan
2. Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik

3. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 19 Tahun 2021 tentang Pengujian Berkala
4. Peraturan daerah, peraturan menteri, serta peraturan gubernur lainnya yang berkaitan dengan pengujian dan kompetensi penguji.

Saat ini terdapat dua dokumen SOP yang digunakan secara resmi dalam pengujian kendaraan listrik di UP PKB Jagakarsa, yaitu:

1. Standar Operasional Prosedur Identifikasi Kendaraan Bermotor Listrik
2. Standar Operasional Prosedur Uji Visual Bagian Bawah Kendaraan Bermotor Listrik

Berdasarkan SOP tersebut, total durasi pelayanan standar untuk pengujian kendaraan listrik dari awal hingga akhir adalah 1 jam 12 menit 45 detik, yang terdiri atas proses identifikasi selama 1 jam 4 menit 45 detik dan uji visual bagian bawah selama 8 menit. Gambar berikut mendokumentasikan tahapan pengujian kendaraan listrik pada proses identifikasi awal, yang dilakukan terhadap kendaraan milik salah satu perusahaan transportasi yang mengikuti layanan pendaftaran kolektif di UP PKB Jagakarsa.



(Sumber: dokumentasi UPPKB Jagakarsa)

Gambar 2. Pengujian kendaraan listrik di UPPKB Jagakarsa

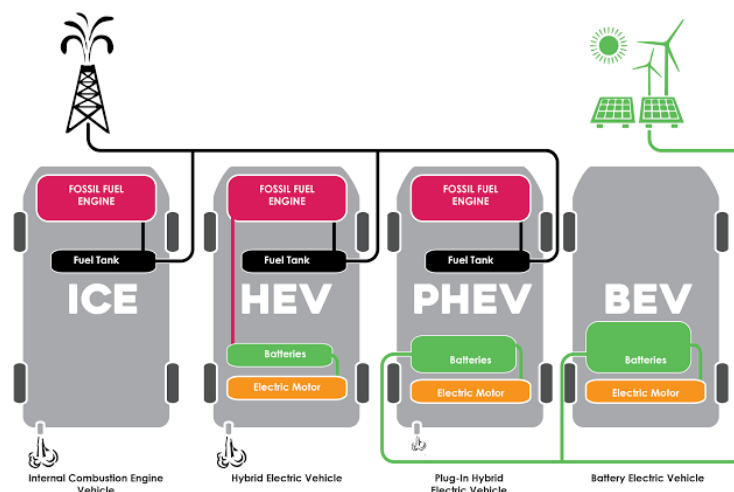
BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Kendaraan Listrik

Berdasarkan “Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 79 Tahun 2023, yang merupakan perubahan atas Perpres Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (*Battery Electric Vehicle*) untuk Transportasi Jalan”, mendefinisikan dalam Pasal 1 Ayat 3 bahwa Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) adalah kendaraan yang menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama dan mendapatkan sumber daya listrik dari baterai, baik yang terpasang langsung di kendaraan maupun dari sumber eksternal.

Seiring waktu, telah dikembangkan berbagai jenis Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB), meliputi *Hybrid Electric Vehicle* (HEV), *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* (PHEV), dan *Battery Electric Vehicle* (BEV) (Aditya, 2024). Berbagai teknologi kendaraan bermotor listrik dapat dilihat pada gambar berikut:



(Sumber: <https://www.inews.id/otomotif/mobil/pbb-putusan-kendaraan-berbahan-bakar-minyak-dihapus-2040/2>)

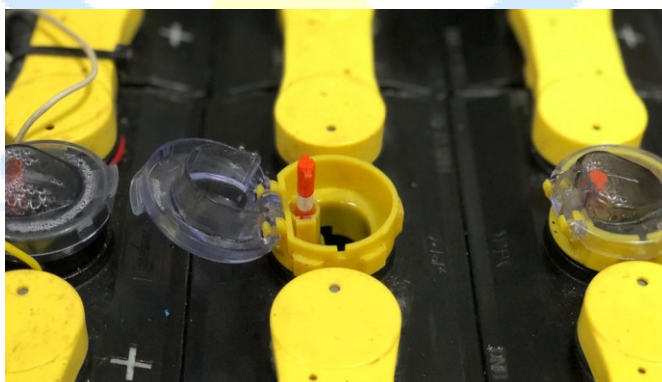
Gambar 3. Berbagai teknologi kendaraan bermotor listrik

Hybrid Electric Vehicle (HEV) mengombinasikan mesin pembakaran dalam dengan motor listrik, sehingga meningkatkan efisiensi bahan bakar sekaligus mengurangi emisi. Di sisi lain, *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* (PHEV) dirancang untuk dapat menggunakan listrik sebagai sumber energi utama, dengan opsi pengisian daya tambahan melalui mesin pembakaran dalam, sehingga menawarkan fleksibilitas serta efisiensi energi yang lebih optimal.

Puncak inovasi kendaraan ramah lingkungan tercermin dalam *Battery Electric Vehicle* (BEV), yang sepenuhnya mengandalkan tenaga listrik untuk beroperasi. BEV tidak menghasilkan emisi langsung selama penggunaan, dan dengan semakin berkembangnya infrastruktur pengisian daya, kendaraan ini semakin diminati. Meskipun tantangan seperti keterbatasan jarak tempuh dan infrastruktur pengisian masih menjadi perhatian, kemajuan teknologi serta investasi dalam pengembangan baterai terus meningkatkan performa dan daya tarik BEV (Aditty, 2024)

Kendaraan bermotor listrik memiliki komponen yang berbeda dengan kendaraan bermotor konvensional. Komponen kendaraan listrik antara lain sebagai berikut:

1. Baterai Traksi (*Traction Battery Pack*): Berfungsi untuk menyimpan dan menyalurkan energi listrik berbentuk arus searah (DC) ke *inverter*, yang kemudian menggerakkan motor traksi.



(Sumber: <https://wuling.id/id/blog/autotips/10-komponen-mobil-listrik-dan-fungsinya>)

Gambar 4. Baterai traksi

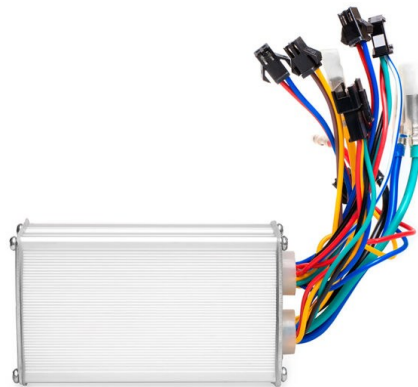
2. *Inverter*: Mengubah arus listrik DC menjadi AC untuk mengoperasikan motor traksi, sekaligus mengonversi arus AC menjadi DC saat proses pengereman regeneratif.



(Sumber: <https://wuling.id/id/blog/autotips/10-komponen-mobil-listrik-dan-fungsinya>)

Gambar 5. Inverter

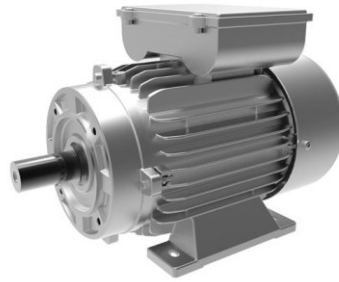
3. *Controller*: Bertugas mengatur distribusi daya listrik dari baterai menuju inverter dan motor traksi, mengikuti perintah dari pedal gas.



(Sumber: <https://wuling.id/id/blog/autotips/10-komponen-mobil-listrik-dan-fungsinya>)

Gambar 6. Controller

4. Motor Traksi: Berfungsi mengonversi daya listrik yang diterima dari inverter menjadi energi mekanis untuk memutar roda dan menjalankan transmisi.



(Sumber: <https://wuling.id/id/blog/autotips/10-komponen-mobil-listrik-dan-fungsinya>)

Gambar 7. Motor traksi

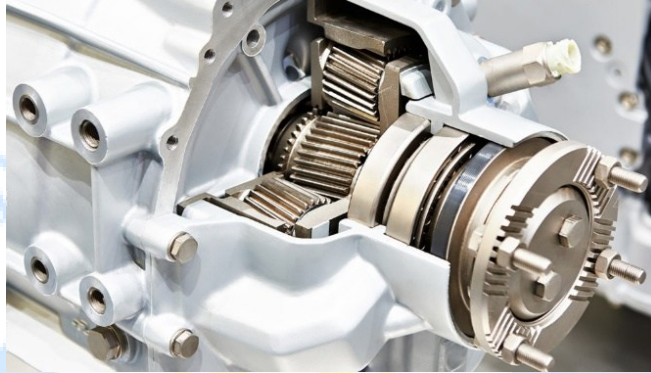
5. *Charger*: Digunakan untuk mengisi ulang daya pada baterai mobil listrik.



Gambar 8. *Charger*

(Sumber: <https://wuling.id/id/blog/autotips/10-komponen-mobil-listrik-dan-fungsinya>)

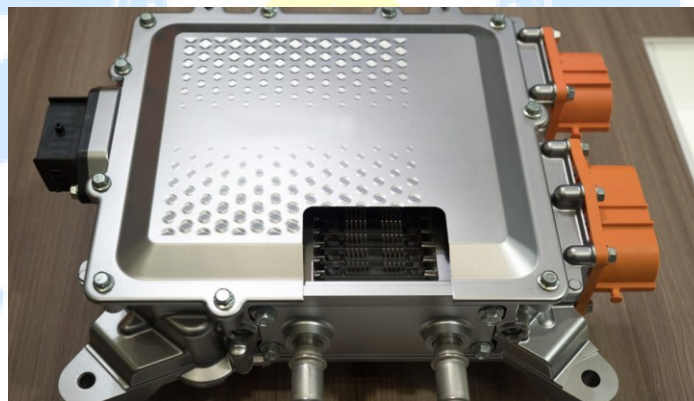
6. Transmisi: Mempunyai fungsi mengatur daya mekanis dari motor traksi yang selanjutnya digunakan untuk penggerak roda mobil. Cara kerjanya tidak jauh berbeda dengan transmisi pada mobil konvensional.



(Sumber: <https://wuling.id/id/blog/autotips/10-komponen-mobil-listrik-dan-fungsinya>)

Gambar 9. Transmisi

7. *DC Converter*: Kendaraan listrik juga memiliki transmisi sama seperti kendaraan konvensional, yang berfungsi untuk menyalurkan energi kinetik (Gerak) dari *Electric Motor* ke roda.



(Sumber: <https://wuling.id/id/blog/autotips/10-komponen-mobil-listrik-dan-fungsinya>)

Gambar 10. DC converter

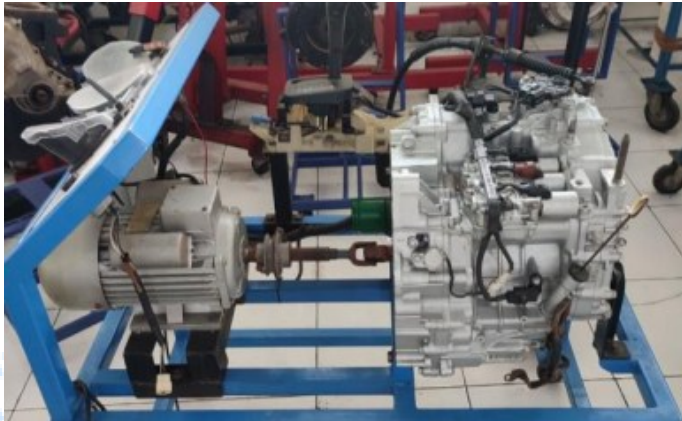
Selain itu, beberapa komponen pada kendaraan listrik beroperasi dengan tegangan tinggi. Sistem kelistrikan *high voltage* memiliki tingkat risiko tertinggi dalam kendaraan listrik, karena kebocoran atau korsleting dapat berakibat fatal bagi

manusia. Berikut ini adalah komponen-komponen kendaraan listrik yang bekerja dengan tegangan tinggi:

1. Motor Listrik

Motor listrik merupakan komponen utama penggerak kendaraan listrik. Tanpa motor ini, kendaraan tidak dapat beroperasi. Motor listrik terdiri dari beberapa bagian berikut:

- a. *Stator*: Merupakan kumparan tembaga yang tetap berada di sekitar poros utama dan berfungsi sebagai penghantar arus listrik. Komponen ini terletak di bagian luar rotor.
- b. *Rotor Coil*: Memiliki bentuk serupa dengan stator, tetapi dengan perbedaan pada lilitan dan fungsinya. Lilitan rotor terletak di dalam stator dan terhubung langsung dengan *main shaft*. *Rotor coil* berfungsi untuk menggerakkan stator.
- c. *Main Shaft*: Terbuat dari aluminium tahan karat (*stainless steel*) dengan bentuk menyerupai batang. Komponen ini berfungsi sebagai tempat melekatnya rotor dan roda penggerak. Saat *rotor coil* bergerak, poros utama juga ikut berputar.
- d. *Brush*: Berbentuk kotak kecil dan terletak pada *rotor coil*. Fungsinya adalah menjaga kestabilan putaran rotor.
- e. *Bearing*: Dikenal juga sebagai bantalan, komponen ini terletak di antara *motor housing* dan *main shaft*. *Bearing* berfungsi untuk mengurangi gesekan dan memperhalus putaran kedua komponen tersebut. Aluminium digunakan sebagai bahan dasar *bearing* karena sifatnya yang tahan terhadap gesekan.
- f. *Drive Pulley*: Berperan sebagai penghubung yang meneruskan seluruh gerakan yang dihasilkan oleh *rotor coil*, stator, serta poros utama.
- g. *Motor Housing*: Merupakan pelindung utama yang menampung seluruh komponen motor listrik dan berfungsi untuk melindungi bagian dalamnya dari faktor eksternal.



(Sumber: (Nahdi, 2023))

Gambar 11. Motor listrik

2. Baterai Utama

Baterai utama berperan sebagai sumber utama penyimpanan energi listrik yang digunakan dalam pengoperasian kendaraan listrik.

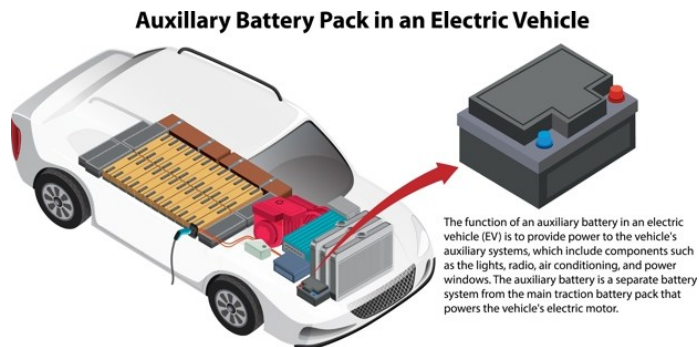


(Sumber: <https://images.app.goo.gl/egOnbZmExc7saypJ8>)

Gambar 12.Baterai utama

3. Baterai Sekunder

Accumulator atau aki bertegangan 12 volt digunakan sebagai sumber listrik untuk menghidupkan sistem kelistrikan kendaraan.

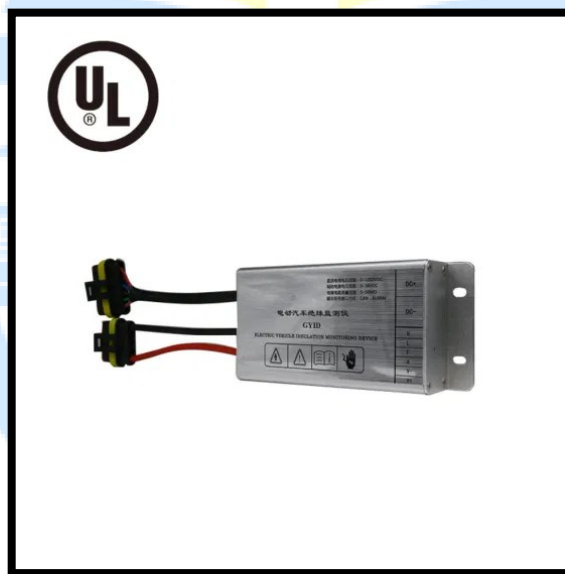


(Sumber: <https://napanexdrive.ca/en/maintenance-and-repair/12v-auxiliary-battery>)

Gambar 13. Baterai sekunder

4. *Insulation Relay*

Komponen ini berfungsi untuk menghubungkan tegangan tinggi dari baterai utama ke *controller*.



(Sumber: <https://cqlbluejay.en.made-in-china.com/product/iwEGMOxLTITu/China-Jy1000-EV-Industrial-DC-IMD-Insulation-Monitoring-Device-Relay-for-Electric-Vehicle.html>)

Gambar 14. Insulation relay

5. *Controller*

Controller adalah unit pengendali utama dalam kendaraan listrik yang mengatur dan mengontrol semua sistem kelistrikan.

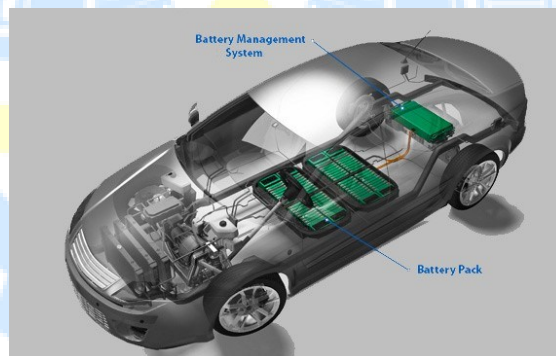


(Sumber: <https://electricvehicles.in/types-of-motor-and-use-of-controller-in-electric-vehicles/>)

Gambar 15. Controller

6. Sistem Manajemen Baterai (*Battery Management System - BMS*)

Battery Management System (BMS) merupakan sistem elektronik yang mengontrol kinerja baterai utama. Fungsinya adalah menjaga kestabilan tegangan baterai agar tidak mengalami penurunan daya secara drastis serta mengatur pemutusan tegangan saat proses pengisian daya (*charging*).



(Sumber: <https://www.einfochips.com/blog/understanding-the-role-of-bms-in-electric-vehicles/>)

Gambar 16. Sistem manajemen baterai

7. Pengisi Daya Terpasang (*On-Board Charger - OBC*)

On-Board Charger adalah komponen yang mengubah arus listrik AC (*Alternating Current*) menjadi DC (*Direct Current*) agar sesuai dengan kebutuhan tegangan kendaraan listrik. OBC biasanya terletak di dalam kendaraan.

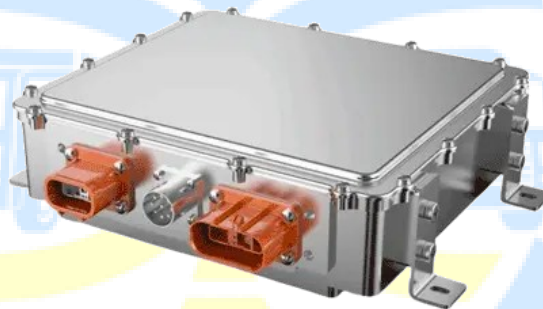


(Sumber: <https://electraev.com/products-and-services/on-board-charger/>)

Gambar 17. Pengisi daya terpasang

8. Konverter (*Converter*)

Komponen ini berfungsi untuk mengubah arus DC yang tersimpan dalam baterai kendaraan menjadi arus AC agar dapat digunakan oleh motor listrik.



(Sumber: <https://www.empevmobility.com/products/dc-dc-converter-unit/>)

Gambar 18. Konverter

9. Sistem Pengisian Daya (*Charging System*)

Sistem ini memungkinkan baterai kendaraan listrik terhubung dengan sumber listrik eksternal untuk mengisi ulang daya.

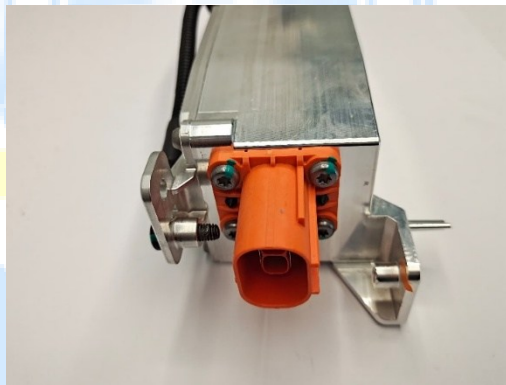


(Sumber: <https://www.toyota.astra.co.id/toyota-connect/news/tingkatan-charging-yang-berlaku-untuk-bev>)

Gambar 19. Charging system

10. Pemutus Tegangan

Komponen ini berfungsi untuk memutus aliran listrik baik dari *accumulator* bertegangan 12 volt maupun dari *insulation relay* yang memiliki tegangan tinggi.



(Sumber: <https://zwelec.en.made-in-china.com/product/qOwTNkSPGXhu/China-Electric-Vehicle-Circuit-Breaker-High-Voltage-Security-Battery-Protection-Aluminum-Fuse-Box.html>)

Gambar 20. Pemutus tegangan

11. Peringatan Tegangan Tinggi (*Warning Sign High Voltage*)

Tanda peringatan tegangan tinggi merupakan logo atau stiker wajib yang harus ada pada sistem kelistrikan kendaraan listrik. Biasanya, tanda ini memiliki warna mencolok (kuning) sebagai peringatan bagi teknisi atau

penguji kendaraan listrik agar memperhatikan keselamatan kerja sesuai dengan standar UNR-100.



(Sumber: <https://www.prosol.co.uk/product/High-voltage-warning-vehicle-stickers-re-useable/>)

Gambar 21. *Warning sign high voltage*

3.2 Bahaya Kendaraan Listrik

Seiring dengan pesatnya perkembangan kendaraan listrik sebagai solusi transportasi ramah lingkungan, muncul pula berbagai risiko keselamatan yang perlu diperhatikan secara serius. Menurut Dwi *et al.* (2024), kendaraan listrik memiliki beberapa faktor risiko utama yang berhubungan dengan pengisian daya dan dampak lingkungan, serta risiko teknis yang melekat pada sistem kelistrikan dan baterai kendaraan. Risiko-risiko ini meliputi bahaya tegangan tinggi, *thermal runaway*, kebocoran elektrolit, dan *arc flash*, yang berpotensi membahayakan pengguna maupun petugas pemeliharaan.

Penilaian risiko yang tepat dan pengembangan protokol keamanan yang terus diperbarui sangat penting untuk memastikan kendaraan listrik dapat beroperasi dengan tingkat keselamatan yang tinggi (Brown & Hall, 1982 dalam Dwi *et al.*, 2024). Selanjutnya, beberapa bahaya utama yang sering diidentifikasi dalam literatur ilmiah adalah sebagai berikut:

1. Bahaya Tegangan Tinggi (*High Voltage Hazards*)

Kendaraan listrik menggunakan sistem tegangan tinggi yang jauh melebihi batas aman bagi manusia. Menurut standar ISO 6469-3, sistem tegangan tinggi pada kendaraan listrik dikategorikan dengan voltase $>60\text{V DC}$ dan $>30\text{V AC}$. Sistem propulsi modern EV umumnya beroperasi pada tegangan 346V hingga 800V DC untuk meningkatkan efisiensi dan struktur yang kompak. Gong (2020) mengidentifikasi bahaya sengatan listrik sebagai risiko utama, terutama dalam kondisi kecelakaan di mana isolasi fisik dapat terganggu dan menyebabkan kontak langsung dengan komponen bertegangan tinggi.



(Sumber: <https://hsi.com/blog/high-voltage-electrical-safety>)

Gambar 22. High voltage hazards

Sistem keselamatan tegangan tinggi yang dikembangkan oleh Zhang *et al.* (2023), memantau parameter listrik kunci termasuk *precharge*, resistansi kontak, resistansi isolasi, dan kapasitansi tersisa untuk memastikan keselamatan dan melindungi keamanan personel. Studi Bukya *et al.* (2020) pada kabel tegangan tinggi DC menunjukkan bahwa kegagalan sistem pada EV berat seperti bus dan truk dapat mengakibatkan kerusakan sistem yang parah atau bahkan ancaman jiwa karena tingkat tegangan dan arus yang jauh lebih tinggi dari yang dapat ditoleransi manusia.

2. *Thermal Runaway*

Thermal runaway merupakan fenomena di mana suhu baterai meningkat secara mendadak dan tidak terkendali, yang akhirnya dapat menyebabkan

ledakan dan pembakaran baterai. Wu *et al.* (2024) meneliti perilaku *thermal runaway* dari sel baterai hingga modul dan pack baterai, mengidentifikasi tiga suhu karakteristik: T_1 (onset panas reaksi samping), T_2 (suhu kritis *thermal runaway*), dan T_3 (suhu puncak).



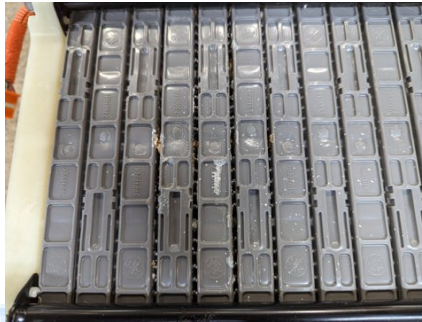
(Sumber: <https://bit.ly/thermal-runaway-battery>)

Gambar 23. *Thermal runaway*

Chen *et al.* (2021) mengklasifikasikan penyebab *thermal runaway* menjadi tiga kategori utama: *mechanical abuse* (tusukan, tabrakan), *electrical abuse* (*overcharge*, *overdischarge*), dan *thermal abuse* (pemanasan eksternal, serangan api). Proses internal *thermal runaway* terutama disebabkan oleh serangkaian reaksi eksotermik berantai, termasuk dekomposisi Solid *Electrolyte Interphase* (SEI), reaksi anoda-elektrolit, pelelehan separator, reaksi katoda-elektrolit, dan dekomposisi elektrolit.

3. Kebocoran Elektrolit (*Electrolyte Leakage*)

Kebocoran elektrolit menjadi perhatian khusus dalam keselamatan kendaraan listrik karena sifat korosif dan toksik dari bahan elektrolit. Berdasarkan regulasi UNECE, elektrolit non-aqueous pada baterai lithium-ion mengandung bahan berbahaya yang dapat menyebabkan korosi organ (mata, kulit, saluran pencernaan, saluran pernapasan) dan kerusakan neurologis.



(Sumber: <https://bit.ly/electrolyte-leak-info>)

Gambar 24. *Thermal runaway*

Mohd Tohir and Martín-Gómez (2025) mengembangkan *framework* penilaian risiko kebakaran EV menggunakan *Fault Tree Analysis*, mengidentifikasi lima faktor penyebab utama: faktor manusia, faktor kendaraan, faktor manajemen, faktor eksternal, dan faktor tidak diketahui. Studi ini menemukan tingkat kebakaran EV tahunan rata-rata $2,44 \times 10^{-4}$ per EV terdaftar.

4. *Arc Flash*

Arc flash merupakan ledakan listrik yang terjadi ketika arus mengalir melalui udara antara dua objek konduktif, menciptakan plasma bersuhu tinggi yang dapat menyebabkan luka bakar parah, kebutaan, atau bahkan kematian. Dalam konteks EV, risiko *arc flash* meningkat selama perbaikan, penggantian, atau pemeliharaan baterai (Asa Dyer, 2023).



(Sumber: <https://bit.ly/arc-flash-bahaya>)

Gambar 25. *Arc flash*

Westex (2025) mengidentifikasi bahwa risiko *arc flash* pada EV dapat terjadi baik pada kendaraan itu sendiri maupun pada *charger*, dengan penyebab utama termasuk kegagalan mekanis, peralatan yang rusak, pemeliharaan yang tidak tepat, dan kesalahan manusia. *Arc flash* DC berbeda dengan AC karena bersifat "on" selama seluruh proses *arc*, sedangkan AC memiliki *zero crossing points*.

5. Interferensi Elektromagnetik (EMI)

Kendaraan listrik menghasilkan interferensi elektromagnetik yang signifikan karena kombinasi berbagai subsistem dan komponen elektronik seperti baterai, BMS, DC-DC *converter*, *inverter*, motor listrik, dan kabel bertenaga tinggi yang bekerja pada tingkat daya dan frekuensi tinggi. Dengan *rating* daya puluhan hingga ratusan kW dan tegangan ratusan volt, EV menghasilkan medan magnet yang kuat (Momidi, 2019).



(Sumber: <https://bit.ly/em-interference-ev>)

Gambar 26. Interferensi Elektromagnetik

Studi oleh Gryz *et al.* (2022) menunjukkan medan elektromagnetik (EMF) pada EV mempengaruhi tidak hanya pengemudi dan penumpang, tetapi juga perangkat elektronik di dalam kendaraan. Medan magnet statis (SMF) hingga 0,2 mT dan medan magnet frekuensi sangat rendah (ELF) hingga 100 μ T ditemukan di sekitar instalasi pengisian DC.

3.3 Pengujian Kendaraan Bermotor dan Kendaraan Listrik

Pengujian kendaraan bermotor, sebagaimana diatur dalam “Peraturan Pemerintah Nomor 55 Tahun 2012 tentang Kendaraan”, adalah serangkaian kegiatan menguji dan/atau memeriksa bagian atau komponen Kendaraan Bermotor, Kereta Gandengan, dan Kereta Tempelan dalam rangka pemenuhan terhadap persyaratan teknis dan laik jalan. Dalam Pasal 6 ayat 1, disebutkan bahwa setiap kendaraan bermotor yang beroperasi di jalan wajib memenuhi persyaratan teknis. Sementara itu, ayat 2 menjabarkan bahwa persyaratan teknis kendaraan meliputi berbagai aspek penting, seperti susunan dan perlengkapan kendaraan, ukuran dan bentuk karoseri, hingga rancangan teknisnya. Selain itu, juga diatur mengenai ketentuan pemuatan, penggunaan, serta sistem penggandengan dan penempelan kendaraan bermotor.

Lebih lanjut, Pasal 64 ayat 1 menegaskan bahwa kendaraan bermotor yang digunakan di jalan harus memenuhi persyaratan laik jalan. Sejalan dengan hal tersebut, “Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 19 Tahun 2021 Pasal 49 ayat 2” menetapkan berbagai peralatan yang digunakan dalam pengujian kendaraan, antara lain:

1. Alat uji emisi gas buang;
2. Alat uji ketebalan asap gas buang (*smoke tester*);
3. Alat uji kebisingan suara klakson dan/atau knalpot;
4. Alat uji rem;
5. Alat uji lampu;
6. Alat uji kincup roda depan;
7. Alat uji penunjuk kecepatan;
8. Alat pengukur kedalaman alur ban;
9. Alat pengukur berat;
10. Alat pengukur dimensi; dan
11. Alat uji daya tembus cahaya pada kaca;
12. Alat untuk menguji kendaraan bermotor pada listrik.

Pada poin nomor 12 ayat ini, dijelaskan peralatan yang digunakan dalam pengujian kendaraan bermotor berbasis listrik mencakup beberapa instrumen

penting, antara lain alat untuk mengukur arus dan tegangan listrik baik AC maupun DC, alat untuk menguji tahanan isolasi, serta perangkat uji khusus seperti kawat dan jari standar yang digunakan sesuai prosedur pengujian.

Pada dasarnya, Pengujian Kendaraan Bermotor konvensional dengan Kendaraan Listrik sebenarnya tidak memiliki begitu banyak perbedaan (Nahdi, 2023). Seperti yang sudah tertuang dalam “Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 19 Tahun 2021 Pasal 49 ayat 2” dimana terdapat perangkat khusus untuk pengujian kendaraan listrik, yang meliputi alat ukur listrik arus AC/DC, alat ukur tegangan listrik AC/DC, alat ukur tahanan isolasi, serta alat uji kawat dan jari standar guna memastikan keamanan sistem kelistrikan kendaraan. Selanjutnya, pada Pasal 72 dari peraturan yang sama menyebutkan bahwa pengujian terhadap kendaraan bermotor yang menggunakan motor penggerak listrik setidaknya mencakup lima komponen utama. Komponen tersebut meliputi motor listrik yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi gerakan mekanik, serta baterai traksi yang digunakan sebagai sumber daya utama kendaraan listrik, baik tipe BEV maupun HEV, umumnya berupa baterai *lithium-ion* isi ulang. Selanjutnya, dilakukan pula pemeriksaan pada sistem atau alat pengisian daya baterai maupun pengisian reaktan untuk *fuel cell*. Komponen penting lainnya adalah sistem kontrol, yang bertugas mengatur kinerja motor secara otomatis atau manual, serta sistem manajemen baterai (BMS) yang berfungsi menjaga keamanan dan efisiensi kerja baterai selama beroperasi.

3.4 Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC)

“Peraturan Pemerintah Indonesia No. 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)” menetapkan bahwa setiap industri wajib menerapkan sistem ini. Dijelaskan juga bahwasannya identifikasi potensi bahaya, penilaian, serta pengendalian risiko K3 harus dipertimbangkan dalam penyusunan rencana dan strategi K3. Selain itu, diperlukan pengidentifikasian sumber bahaya, analisis, serta pengendalian risiko yang dilakukan oleh tenaga kerja yang memiliki kompetensi di bidangnya.

Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) HIRADC memiliki tiga langkah tahapan yang terdiri dari identifikasi bahaya (*Hazard Identification*), penilaian risiko (*Risk Assessment*) dan pengendalian risiko (*Determining Control*). Metode ini digunakan untuk menilai potensi risiko dalam suatu pekerjaan sehingga dapat menentukan langkah prioritas dalam mengendalikan bahaya. HIRADC berperan penting dalam menilai risiko dari seluruh aktivitas kerja dan menjadi bagian esensial dalam SMK3. Metode ini juga memiliki peran krusial dalam upaya pencegahan serta pengawasan bahaya, sekaligus menjadi dasar dalam perumusan tujuan dan strategi K3 (Ihsan *et al.*, 2020)

3.4.1 Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

ISO 45001, merupakan standar internasional yang mengatur sistem manajemen K3, bahaya terdefinisi sebagai “sumber atau situasi yang berpotensi menyebabkan cedera dan sakit”. Lima kategori faktor bahaya di tempat kerja secara umum, yaitu:

1. Fisik atau Mekanis: Meliputi risiko dari ketinggian, mesin, alat berat, tekanan, listrik, suhu ekstrem, kebisingan, pencahayaan, getaran, dan radiasi.
2. Biologis: Berasal dari mikroorganisme (virus, bakteri, jamur), hewan, atau tumbuhan yang berpotensi menimbulkan penyakit.
3. Kimia: Termasuk paparan zat berbahaya seperti gas, debu, uap, bahan mudah terbakar, reaktif, korosif, atau iritan.
4. Biomekanik: Terkait aktivitas fisik seperti gerakan berulang, postur kerja buruk, angkat beban manual, serta desain kerja yang tidak ergonomis.
5. Psikososial: Mencakup stres kerja, kekerasan, pelecehan, pengucilan, dan tekanan mental lainnya yang memengaruhi kesejahteraan pekerja.

Berdasarkan lima kategori faktor bahaya diatas, dalam tabel hasil identifikasi nantinya, digunakan beberapa indikator penting sebagai penanda klasifikasi risiko, antara lain:

1. H (*Health*) untuk menunjukkan potensi bahaya yang berdampak pada kesehatan,
2. S (*Safety*) untuk aspek keselamatan kerja,
3. E (*Environment*) untuk potensi risiko terhadap lingkungan sekitar.

Menurut “*Department of Occupational Safety and Health Malaysia (2008)*”, identifikasi bahaya (*Hazard Identification*) mengacu pada situasi atau sumber yang berpotensi menimbulkan bahaya, baik dalam bentuk kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, kerusakan lingkungan, maupun gangguan terhadap peralatan. Proses ini merupakan langkah awal yang sangat penting dalam penerapan manajemen risiko K3 di suatu instansi.

Identifikasi bahaya dilakukan secara sistematis untuk mengenali potensi risiko dalam aktivitas organisasi (Ramli, 2010). Tujuan utamanya adalah untuk mengetahui dan mengantisipasi risiko yang mungkin terjadi dalam suatu proses kerja. Selain itu, identifikasi bahaya memiliki tujuan mengurangi kemungkinan kecelakaan, meningkatkan pemahaman pekerja terhadap potensi bahaya, menjadi dasar strategi pencegahan dan pengamanan, serta menyediakan catatan informasi bagi pihak terkait.

Sesuai dengan standar “*Occupational Health and Safety Assessment Series 18001 (OHSAS 18001)*”, standar internasional untuk sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, terdapat prosedur dan aspek-aspek yang perlu dipertimbangkan dalam proses identifikasi bahaya adalah sebagai berikut:

1. Mencakup semua jenis kegiatan, baik yang dilakukan secara rutin maupun tidak, seperti keadaan darurat, bencana alam, dan pemeliharaan, dengan tujuan memastikan identifikasi bahaya dilakukan secara optimal.
2. Melibatkan seluruh aktivitas yang dapat dilakukan oleh setiap pekerja dalam lingkungan kerja.
3. Faktor manusia, termasuk perilaku, keterampilan, serta aspek lainnya yang berhubungan dengan pengalaman, latar belakang pendidikan, dan sosial, yang dapat mempengaruhi tingkat risiko keselamatan kerja.

4. Ancaman yang berasal dari luar lingkungan kerja namun berpotensi menimbulkan dampak negatif.
5. Risiko yang muncul dari aktivitas pekerjaan atau kegiatan yang berada dalam kendali tempat kerja.
6. Infrastruktur, fasilitas, peralatan, serta material yang digunakan di tempat kerja.
7. Perubahan dalam struktur organisasi, aktivitas operasional, maupun jenis bahan yang digunakan dalam proses kerja.
8. Modifikasi pada SMK3, termasuk perubahan yang bersifat sementara.
9. Semua regulasi yang berkaitan dengan proses penilaian risiko serta langkah-langkah pengendalian yang harus diterapkan.
10. Desain tata letak area kerja, proses operasional, sistem instalasi, serta penggunaan mesin atau peralatan, dengan mempertimbangkan faktor adaptasi manusia.

3.4.2 Penilaian Risiko (*Risk Assesment*)

Penilaian risiko merupakan metode untuk mengurutkan prioritas dalam pengendalian tingkat risiko kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja serta menetapkan kebijakan perusahaan terkait K3. Setelah proses identifikasi bahaya dilakukan, langkah selanjutnya adalah menganalisis dan memberikan nilai risiko untuk mengklasifikasikan tingkat risiko menjadi sangat besar, besar, sedang, rendah, atau sangat rendah (Ramli, 2010).

Tujuan penilaian risiko adalah mengukur tingkat risiko berdasarkan kombinasi antara kemungkinan terjadinya suatu kejadian (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampaknya (*severity* atau *consequences*). *Likelihood* mengindikasikan seberapa besar kemungkinan suatu kecelakaan terjadi. Berdasarkan “*Australian / New Zealand Risk Management Standard (AS/NZS 4360:2004)*”, tingkat kemungkinan ini dikategorikan dari kejadian yang jarang terjadi hingga yang dapat terjadi kapan saja. Sementara itu, *severity* atau tingkat keparahan diklasifikasikan dari dampak yang paling ringan hingga yang paling fatal. Skala nilai *likelihood* dan *severity* dapat ditemukan pada tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Tabel 3. 1 Skala nilai *likelihood*

Tingkat	Kategori	Uraian
A	<i>Almost Certain</i> (sangat sering)	Risiko yang selalu muncul di semua pekerjaan
B	<i>Likely</i> (sering)	Risiko yang mungkin akan muncul pada setiap pekerjaan
C	<i>Moderate</i> (terkadang)	Risiko yang akan timbul dalam beberapa keadaan tertentu
D	<i>Unlikely</i> (jarang)	Risiko yang kecil kemungkinannya untuk timbul pada keadaan tertentu
E	<i>Rare</i> (langka)	Risiko yang muncul pada kejadian luar biasa

Sumber: AS/NZS 4360:2004

Keterangan pada skala penilaian risiko berdasarkan *Likelihood*:

- A. *Almost certain* : terjadi lebih dari 5 kali dalam 1 tahun
- B. *Likely* : terjadi antara 2-4 kali dalam 1 tahun
- C. *Moderate* : terjadi 2 kali dalam 3 tahun yang berbeda
- D. *Unlikely* : terjadi 1 kali dalam 3 tahun dan / atau pada tahun yang berbeda
- E. *Rare* : tidak pernah terjadi dalam 3 tahun terakhir

Tabel 3. 2 Skala nilai *severity*

Tingkat	Kategori	Uraian
1	<i>Insignificant</i>	Tanpa cedera atau sangat kecil kerugian materinya.
2	<i>Minor</i>	Membutuhkan perawatan/pertolongan pertama dan tingkat kerugian sedang.

Tingkat	Kategori	Uraian
3	<i>Moderate</i>	Mebutuhkan perawatan medis dan menimbulkan kerugian materi yang cukup besar.
4	<i>Major</i>	Mengakibatkan kehilangan fungsi tubuh (cacat) dan/atau proses produksi terhenti, menyebabkan kerugian materi yang besar.
5	<i>Catastrophe</i>	Menyebabkan kematian dan mengakibatkan kerugian materi yang sangat besar.

Sumber: AS/NZS 4360:2004

Selanjutnya, matriks penilaian risiko terdapat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. 3 Penilaian risiko

Kemungkinan Kejadian (<i>Likelihood</i>)		Keparahan Kejadian (<i>Severity</i>)				
		1	2	3	4	5
Sangat Sering	A	M	H	H	E	E
Sering	B	M	M	H	H	E
Kadang-kadang	C	L	M	H	H	H
Jarang	D	L	L	M	M	H
Langka	E	L	L	M	M	H

Sumber: AS/NZS4360:2004

Adapun, keterangan tabel penilaian risiko adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Keterangan tabel penilaian risiko

Kategori Risiko	Keterangan
Risiko Rendah <i>(Low Risk) - L</i>	Risiko rendah dapat ditangani tanpa perlu pengendalian tambahan.
Risiko Sedang <i>(Moderate Risk) - M</i>	Risiko masih dapat diterima, namun diperlukan tindakan untuk mengurangi risiko dan juga diperlukan tanggung jawab penanganan sesuai dengan standar operasional prosedur yang berlaku.
Risiko Tinggi <i>(High Risk) - H</i>	Risiko sudah termasuk dalam golongan tidak dapat diterima, perlu dilakukan pengendalian risiko agar tingkat keparahan dapat diprediksi.
Risiko Sangat Tinggi <i>(Extreme Risk) - E</i>	Risiko tidak bisa diterima, operasional tidak boleh dilakukan sampai risiko telah direduksi. Jika tidak ada kemungkinan untuk menurunkan risiko yang ada, maka tindakan atau pekerjaan yang berhubungan dengan risiko tidak boleh dilakukan.

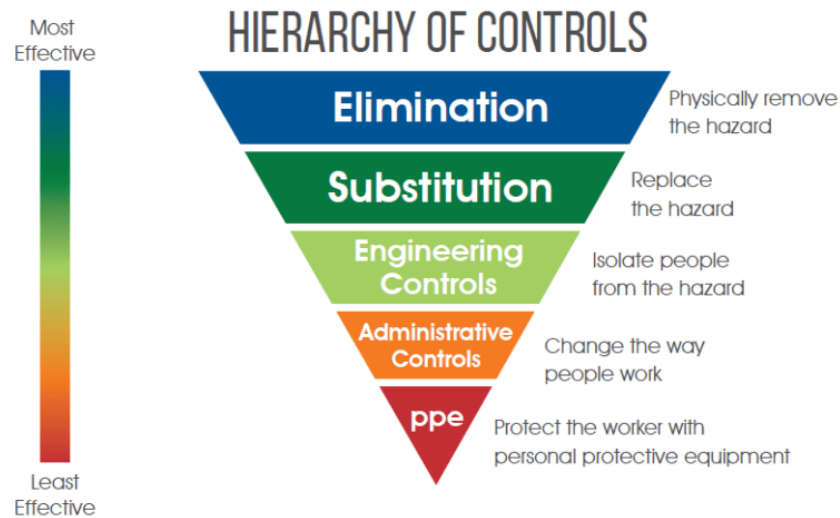
(Sumber: Adinda , 2021)

3.4.3 Upaya Pengendalian Risiko (*Determining Control*)

Apabila identifikasi dan analisis risiko adalah melaksanakan upaya pengendalian risiko. Pengendalian ini diterapkan pada semua bahaya yang terdeteksi selama proses identifikasi, dengan mempertimbangkan tingkat risiko untuk menentukan prioritas serta metode pengendalian yang tepat (Irawan, 2021). Tindakan manajemen risiko dapat diterapkan sebagian maupun secara menyeluruh untuk mengurangi kemungkinan terjadinya risiko, tingkat keparahan, serta dampaknya (International Labour Organization, 2013).

Setiap bahaya dan risiko yang teridentifikasi selama proses observasi harus dikelola melalui tindakan manajemen risiko yang mengacu pada hierarki pengendalian. Hierarki ini mencakup eliminasi, substitusi, pengendalian teknis

(*engineering*), pengendalian administratif, serta penggunaan alat pelindung diri (APD).



(Sumber: <https://preteshbiswas.com/2019/04/28/iso-450012018-clause-8-operation/>.)

Gambar 27. *Hierarchy of risk control in ISO 45001:2018*

Hierarki manajemen risiko adalah serangkaian langkah sistematis guna mencegah dan mengelola risiko yang timbul, disusun dalam beberapa tingkatan yang harus diterapkan secara berurutan. Berikut adalah penjelasan mengenai pengendalian risiko berdasarkan pendekatan hierarki:

1. Eliminasi
Dengan mengeliminasi atau dengan menghilangkan sumber bahaya, risiko dapat dihindari sepenuhnya.
2. Substitusi
Dilakukan dengan memperbaharui bahan, peralatan, atau metode kerja dengan alternatif yang lebih aman guna mengurangi potensi kecelakaan.
3. Pengendalian Teknik (*Engineering Control*)
Risiko dapat dikurangi melalui rekayasa teknis, seperti menambahkan atau memodifikasi peralatan kerja agar lebih aman.

4. Pengendalian Administratif

Metode ini bertujuan untuk mengurangi paparan pekerja terhadap sumber bahaya melalui pengaturan prosedur kerja, pelatihan, atau pengawasan yang lebih ketat.

5. Alat Pelindung Diri (APD)

Pemakaian APD berfungsi untuk mengurangi dampak atau tingkat keparahan yang ditimbulkan akibat kecelakaan kerja.

3.5 Standar Operasional Prosedur (SOP)

Standard operating procedure (SOP) adalah tata cara atau tahapan yang dibakukan dan harus dilalui untuk menyelesaikan suatu proses kerja tertentu (Kusuma, 2023). SOP (Standar Operasional Prosedur) dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan luas cakupannya, yaitu SOP mikro dan SOP makro. SOP mikro adalah prosedur yang mengatur bagian kecil dari suatu proses, yang merupakan komponen dari SOP makro. Sementara itu, SOP makro mencakup serangkaian kegiatan yang terbentuk dari gabungan beberapa SOP mikro (R. N., 2017). Menurut Prayitno (2016) penerapan SOP bertujuan untuk:

1. Menjelaskan secara rinci peran, tanggung jawab, wewenang, dan alur kerja;
2. Memberikan perlindungan terhadap tenaga kerja dan institusi;
3. Mencegah terjadinya kesalahan dalam pelaksanaan tugas;
4. Menjaga konsistensi dan kualitas kinerja pegawai.

Adapun tahapan-tahapan penyusunan SOP menurut Kiki Nabelah (2019) adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan

Langkah awal dalam penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP) adalah mengidentifikasi pihak-pihak yang memiliki keterlibatan dan kepentingan dalam proses tersebut.

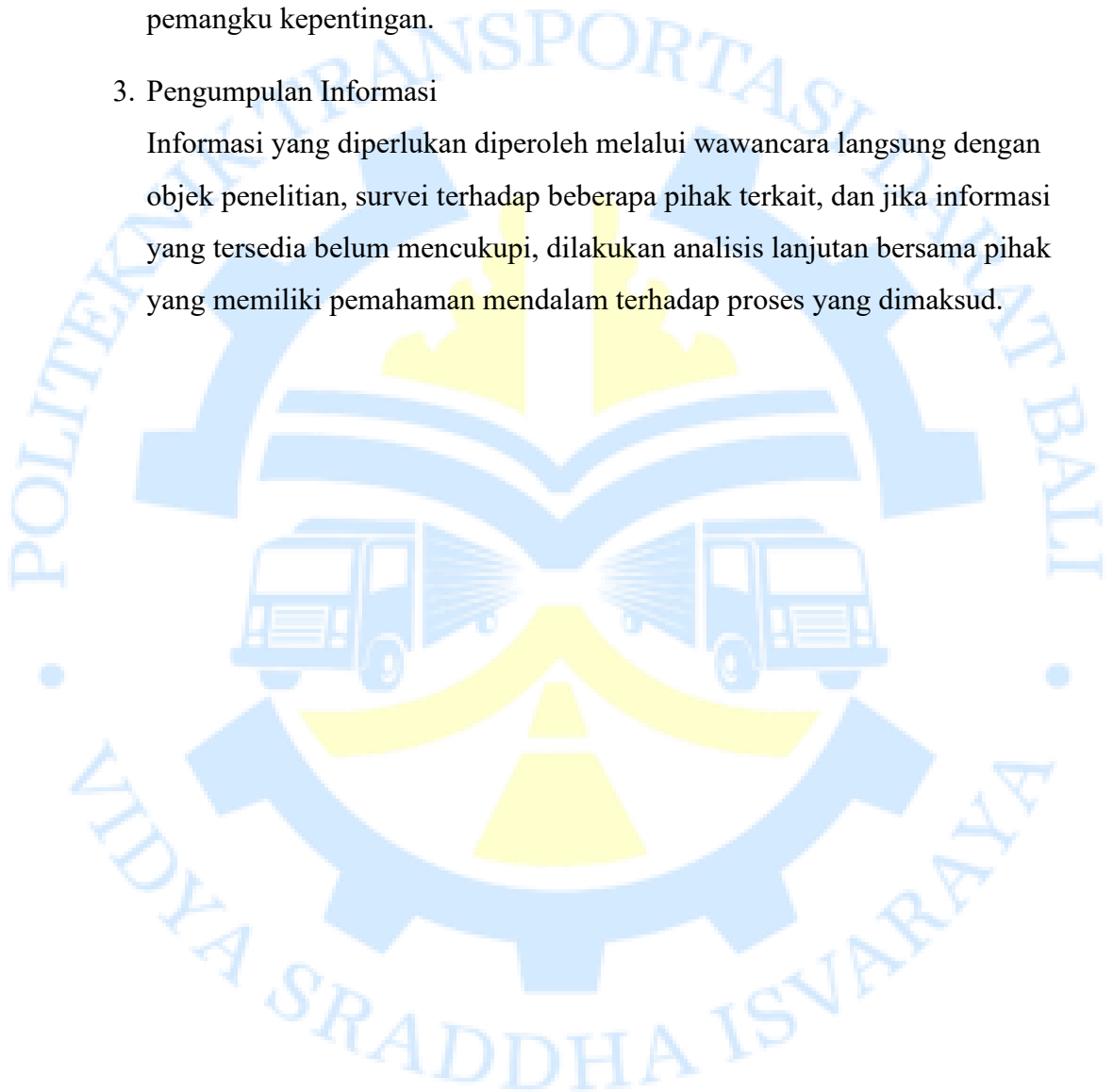
2. Identifikasi Kebutuhan

Identifikasi kebutuhan dilakukan dengan mengevaluasi berbagai aspek yang meliputi:

- a. Ketentuan hukum dan regulasi yang berlaku,
- b. Kondisi lingkungan operasional,
- c. Kebijakan internal instansi serta kebutuhan organisasi dan para pemangku kepentingan.

3. Pengumpulan Informasi

Informasi yang diperlukan diperoleh melalui wawancara langsung dengan objek penelitian, survei terhadap beberapa pihak terkait, dan jika informasi yang tersedia belum mencukupi, dilakukan analisis lanjutan bersama pihak yang memiliki pemahaman mendalam terhadap proses yang dimaksud.



3.5 Skala *Likert*

Skala *Likert* merupakan metode pengukuran yang digunakan untuk mengevaluasi sikap, pandangan, dan persepsi individu maupun kelompok terhadap suatu pernyataan atau topik tertentu (Santika *et al.*, 2023). Dalam penelitian ini, digunakan kuesioner berbasis skala *Likert* dengan empat pilihan jawaban, yakni sangat tidak setuju, tidak setuju, setuju, dan sangat setuju. Pemilihan skala empat tingkat ini dimaksudkan untuk mengatasi kelemahan pada skala lima tingkat, yaitu menghindari adanya pilihan netral yang memungkinkan responden bersikap ragu-ragu atau tidak menentukan sikap (Liska *et al.*, 2022). Skala *Likert* dinilai efektif dalam memberikan gambaran yang lebih dalam dan akurat mengenai sejauh mana proses registrasi dapat dievaluasi, serta membantu memahami persepsi dan pengalaman pengguna secara lebih jelas (Kurniawati and Judisseno, 2022). Oleh karena itu, dalam penelitian ini, penyusunan pertanyaan pada uji beta menggunakan skala *Likert* empat tingkat, yang format jawabannya disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 3. 5 Skala *likert*

Kategori	Nilai
Sangat Setuju	4
Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Dalam pengolahan data yang berasal dari skala *Likert* empat poin, langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan interval untuk setiap pilihan jawaban. Langkah ini bertujuan untuk mengubah data kualitatif menjadi bentuk angka yang dapat dianalisis secara kuantitatif. Setiap respons yang diberikan oleh responden akan diberi skor berdasarkan tingkat pilihannya, lalu skor-skor tersebut dijumlahkan untuk memperoleh nilai total. Melalui tahapan ini, hasil evaluasi dapat dianalisis secara objektif dan terstruktur, sehingga memungkinkan pemahaman yang lebih terukur terhadap penilaian atau persepsi responden terhadap upaya

pengendalian risiko. Adapun rumus yang digunakan dalam proses perhitungan ditampilkan sebagai berikut.

$$\text{Total skor} = \text{jumlah butir soal} \times \text{nilai skala} \quad (3.1)$$

Selanjutnya, seluruh jawaban yang diberikan oleh responden dijumlahkan untuk memperoleh total skor keseluruhan. Setelah itu, dilakukan perhitungan nilai minimum dan maksimum guna menentukan indeks (%) atau persentase penilaian. Proses ini bertujuan untuk menilai sejauh mana tingkat persetujuan responden terhadap pernyataan yang disampaikan melalui skala *Likert*.

$$\text{Skor maksimum} = \text{jumlah butir soal} \times \text{skor tertinggi likert} \quad (3.2)$$

$$\text{Skor minimum} = \text{jumlah butir soal} \times \text{skor terendah likert} \quad (3.3)$$

$$\text{Indeks Persentase (\%)} = \left(\frac{\text{Skor Total yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \right) \times 100 \quad (3.4)$$

Setelah mendapatkan hasil indeks (%) dari perhitungan sebelumnya, penarikan kesimpulan terhadap penilaian responden dapat dilakukan dengan merujuk pada rentang penilaian skala *Likert*. Rentang ini memberikan indikasi tingkat persetujuan atau penolakan responden terhadap pernyataan yang disampaikan, yang selanjutnya digunakan untuk menganalisis persepsi atau sikap mereka secara menyeluruh.

$$\text{Interval} = \frac{100}{\text{jumlah kategori}} \quad (3.5)$$

Tabel 3. 6 Kriteria penilaian

Interval	Kategori	Nilai
75% – 100%	Sangat Setuju	4
50% – 74,9%	Setuju	3
25% – 49,9%	Tidak Setuju	2
0% – 24,9%	Sangat Tidak Setuju	1

Sumber: (Fauzan and Rahdiyanta, 2017)

3.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 3. 7 Penelitian terdahulu

No.	Nama Penelitian (Tahun Penelitian)	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Rizka Junita, Tahara Dilla Santi, Putri Ariscasari (2025)	“Analisis Risiko Keselamatan Kerja Pekerja Terowongan PLTA Aceh Tengah Menggunakan Metode HIRADC”	Deskriptif kualitatif, dengan pengumpulan data melalui observasi langsung	Beberapa bahaya memiliki tingkat risiko ekstrem, terutama terkait dengan paparan getaran, pencahayaan yang tidak memadai, serta ergonomi yang tidak sesuai dengan standar keselamatan. Rekomendasi berupa berbagai upaya pengendalian, seperti pelatihan keselamatan bagi pekerja, penggunaan alat pelindung diri (APD) yang sesuai, dan penerapan prosedur kerja aman guna meminimalkan potensi kecelakaan kerja.
2.	Silvia Hana Chika Fanesha (2024)	“Analisa Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor Jagakarsa dalam Kesiapan Pengujian Kendaraan Listrik”	<i>Technology Readiness Index (TRI)</i>	Tingkat kesiapan UP PKB Jagakarsa berada pada kategori Medium <i>Technology Readiness</i> , dengan skor 3,334, yang berarti pengujian kendaraan listrik dapat dilakukan tetapi masih memerlukan peningkatan dalam berbagai aspek, seperti alat uji dan <i>layout</i> pengujian yang lebih optimal.

Lanjutan Tabel 3.7

No.	Nama Penelitian (Tahun Penelitian)	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
3.	Rizfani Agusta Arifin (2024)	“Optimalisasi Penerapan Keselamatan Kerja Menggunakan Metode HIRADC di Seksi Pengujian Kendaraan Bermotor Dinas Perhubungan Kota Bekasi”	Metode “ <i>Hazard Identification, Risk Assessment and Determine Control (HIRADC)</i> ”	Dari penilaian dengan penyebaran kuesioner ke 10 penguji, maka didapatkan penilaian risiko dengan kategori <i>Extreme</i> sebanyak 2 kegiatan kerja dengan persentase (9%), kategori <i>High</i> sebanyak 8 kegiatan kerja dengan persentase (35%), kategori medium sebanyak 10 kegiatan kerja dengan persentase (43%) dan kategori Low sebanyak 3 kegiatan kerja dengan persentase (13%).
4.	Syaefullah Al Usman (2024)	“Analisis Manajemen Bahaya Dan Risiko dengan Metode <i>Hazard Identification, Risk Assessment, And Determining Control (HIRADC)</i> Pada Perusahaan Umum DAMRI Cabang Purwokerto”	<i>Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kualitatif dengan metode HIRADC.</i>	Dari 56 aktivitas berisiko, tercatat 6 termasuk risiko tinggi, 25 risiko sedang, dan 25 risiko rendah terhadap manusia maupun kendaraan. 40

Lanjutan Tabel 3.7

No.	Nama Penelitian (Tahun Penelitian)	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
5.	Syaugi Mohammad Nahdi (2023)	“Analisa Potensi Risiko pada Pengujian Kendaraan Listrik dengan Metode <i>Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control</i> (HIRADC)”	<i>Pendekatan deskriptif kualitatif dengan observasi langsung, wawancara, dan studi literatur. Analisis risiko dengan metode HIRADC</i>	Diperoleh 17 kegiatan yang memiliki potensi bahaya pada kegiatan pengujian persyaratan teknis kendaraan listrik di UP PKB Pulogadung rinciannya adalah 6 Kegiatan memiliki risiko rendah (<i>Low Risk</i>), 6 Kegiatan memiliki risiko sedang (<i>Moderate Risk</i>), serta 5 kegiatan memiliki risiko tinggi (<i>High Risk</i>).

Penelitian ini memiliki perbedaan dengan lima penelitian sebelumnya dalam berbagai aspek. Fokus utama dari penelitian ini adalah perancangan usulan Standar Operasional Prosedur (SOP) berdasarkan hasil analisis risiko yang telah divalidasi. Tidak hanya berhenti pada identifikasi maupun pengendalian risiko, penelitian ini menghasilkan rancangan SOP sebagai bentuk tindak lanjut terstruktur yang dapat digunakan oleh instansi terkait untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi dalam proses pengujian kendaraan listrik di UP PKB.

Studi oleh Junita *et al.* (2025) menggunakan metode HIRADC untuk menganalisis risiko keselamatan kerja pada pekerja terowongan PLTA Aceh Tengah, yang lebih menekankan pada paparan getaran, pencahayaan, dan ergonomi kerja. Penelitian ini berbeda karena lebih spesifik membahas risiko teknis dalam pengujian kendaraan listrik dan merancang usulan SOP yang relevan sebagai bagian dari tindakan pengendalian risiko.

Fanesha (2024) menggunakan pendekatan *Technology Readiness Index (TRI)* untuk menilai kesiapan teknologi pengujian kendaraan listrik di UP PKB Jagakarsa, menghasilkan skor kesiapan di tingkat menengah. Namun, penelitian tersebut tidak membahas secara rinci potensi risiko dalam proses pengujian maupun tindak lanjut dalam bentuk SOP. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk melengkapi kajian tersebut dengan analisis risiko menggunakan metode HIRADC dan perancangan usulan SOP sebagai *output* yang konkret dan aplikatif.

Penelitian oleh Arifin (2024) menyoroti keselamatan kerja di Dinas Perhubungan Kota Bekasi menggunakan metode HIRADC, dengan fokus pada persepsi risiko dari para penguji. Berbeda dari itu, penelitian ini menyoroti aspek teknis pengujian kendaraan listrik secara langsung, serta melanjutkannya dengan perancangan usulan SOP yang disusun berdasarkan hasil validasi pengendalian risiko.

Usman (2024) meneliti manajemen bahaya dan risiko pada operasional transportasi umum di Perum DAMRI Cabang Purwokerto dengan metode HIRADC. Sementara ruang lingkungannya cukup luas, penelitian ini lebih terbatas pada identifikasi risiko umum dalam operasional kendaraan. Sedangkan, penelitian penulis lebih mempersempit fokus ke dalam pengujian kendaraan listrik di UP PKB

dan menghasilkan rancangan SOP yang dapat menjadi pedoman teknis di bidang tersebut.

Terakhir, Nahdi (2023) juga menggunakan metode HIRADC untuk mengidentifikasi potensi risiko teknis dalam pengujian kendaraan listrik di UP PKB Pulogadung. Namun, penelitiannya tidak melanjutkan proses ke tahap pengendalian risiko yang divalidasi ataupun tindak lanjut dalam bentuk SOP. Penelitian ini memperluas pembahasan dengan menyusun tindakan pengendalian risiko yang telah divalidasi, dan merancang usulan SOP sebagai produk akhir yang siap diajukan ke pihak terkait untuk implementasi lebih lanjut.

