

# Studi Perbandingan Standar Pengujian Lokomotif antara Indonesia dan Eropa

A. Hernowo<sup>1\*</sup>, I. Muthohar<sup>1</sup>, M. R. F. Amrozi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magister Sistem dan Teknik Transportasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

\*Corresponding author: ariefhernowo@ugm.ac.id

## INTISARI

Transportasi kereta api di Indonesia sangat bergantung pada kinerja lokomotif untuk memastikan keselamatan operasional. Namun, proses sertifikasi sarana perkeretaapian, terutama lokomotif, masih belum optimal, dengan ketergantungan yang tinggi terhadap lokomotif dalam sertifikasi sarana lainnya. Penelitian ini membandingkan standar pengujian lokomotif antara Indonesia dan Eropa, dengan fokus pada perbedaan dan kesamaan item pengujian. Metode yang digunakan adalah analisis komparatif antara Indonesia dan Eropa, dan metode *Importance Performance Analysis* (IPA) yang diterapkan melalui survei kepada penguji sarana perkeretaapian untuk menganalisis persepsi dan penerapan standar pengujian lokomotif di kedua wilayah tersebut. Hasil penelitian menunjukkan 19 item uji yang memiliki kesamaan, 15 item uji memiliki perbedaan, dan 12 item uji tercantum pada uji rancang bandun dan rekayasa antara Indonesia dan Eropa. Item uji yang termasuk uji rancang bangun dan rekayasa tidak dilakukan analisis lanjut. Analisis IPA mengelompokkan 34 item pengujian ke dalam empat kategori yaitu 8 item prioritas utama, 8 item yang perlu peningkatan pada penerapannya, 9 item yang tidak diprioritaskan karena memiliki tingkat kepentingan dan tingkat penerapan yang rendah, dan 9 item yang perlu validasi ulang untuk menilai tingkat kepentingannya secara teknis.

**Kata kunci:** pengujian lokomotif, standar pengujian, Indonesia, Eropa.

## 1 PENDAHULUAN

Transportasi, terutama perkeretaapian, memiliki peranan penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi. Perkeretaapian menawarkan berbagai keunggulan, seperti kapasitas angkut besar, cepat, aman, hemat energi, dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, diharapkan transportasi perkeretaapian dapat menjadi pilar utama dalam angkutan barang dan penumpang serta mendorong perekonomian nasional. Sarana perkeretaapian mencakup lokomotif, kereta, gerbong, dan peralatan khusus. Seiring dengan perkembangan dan perluasan jaringan perkeretaapian nasional, jumlah sarana terus meningkat, dengan pertumbuhan rata-rata sebesar 48,2% dari 2010 hingga 2017 menurut data dari Kementerian Perhubungan RI tahun 2018, yang memerlukan strategi untuk meningkatkan keselamatan operasi.

Pengoperasian sarana perkeretaapian harus memenuhi persyaratan teknis dan kelaikan operasi, yang diuji melalui pengujian kelaikan sarana perkeretaapian. Berdasarkan data Kementerian Perhubungan, pada 2023 terdapat 12.687 unit sarana perkeretaapian, dengan 21 badan usaha yang beroperasi, yang menjadikan sertifikasi sarana perkeretaapian menjadi tantangan dalam pelaksanaannya.

Tabel 1.1 Persentase sertifikasi sarana (Kementerian Perhubungan, 2023)

Jenis Sarana	Persentase Sertifikasi (%)					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Lokomotif	83,06	73,93	28,63	65,30	91,97	90,84
Kereta	88,70	82,49	41,98	72,89	88,23	70,60
Gerbong	62,99	80,29	12,18	53,70	86,53	81,89
Peralatan Khusus	39,02	22,62	13,30	27,91	54,03	51,78

Dari Tabel 1.1 terlihat adanya ketidaksesuaian antara realisasi sertifikasi pengujian setiap tahunnya, yang menunjukkan bahwa proses tersebut belum optimal. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut terkait regulasi atau pedoman untuk meningkatkan kinerja sertifikasi sarana perkeretaapian. Salah satu pendekatan yang bisa dilakukan adalah dengan membandingkan standar pengujian yang diterapkan oleh negara lain yang lebih maju seperti di Eropa yang dikenal sebagai salah satu yang terbaik di dunia, dengan tingkat kecelakaan yang sangat rendah dan terus menurun sejak 2010. Penelitian ini membandingkan standar pengujian yang diterapkan di Eropa, dengan fokus pada lokomotif sebagai objek studi. Lokomotif, berperan penting dalam menarik atau mendorong kereta, gerbong, dan peralatan lainnya, yang menjadikannya krusial dalam operasional kereta api.

## 2 LITERATUR REVIEW

### 2.1 Perkeretaapian di Indonesia

Sejarah perkeretaapian di Indonesia dimulai pada masa kolonial Belanda, dengan pembangunan jalur kereta api pertama pada tahun 1864 untuk mengangkut hasil bumi ke pelabuhan. Setelah kemerdekaan, sistem perkeretaapian Indonesia terus berkembang, dimulai dengan pembentukan Djawatan Kereta Api Republik Indonesia (DKARI) pada 1945 hingga perubahan menjadi PT Kereta Api Indonesia (Persero) pada 1998. Seiring dengan perkembangan teknologi, Indonesia juga mendirikan PT INKA dan membentuk Direktorat Jenderal Perkeretaapian pada 2005.

Pembangunan prasarana dan sarana perkeretaapian terus berlanjut dengan beroperasinya berbagai proyek besar, seperti kereta cepat Jakarta-Bandung dan Light Rail Transit Jabodebek. Pada 2023, jalur kereta api di Indonesia mencapai 7.765 km dengan 12.687 unit sarana aktif. Sistem perkeretaapian Indonesia terdiri dari prasarana (jalur, stasiun, dan fasilitas operasi), sarana (kereta api dengan penggerak sendiri atau dirangkaikan), dan sumber daya manusia yang mendukung kelancaran operasional.

### 2.2 Sarana Perkeretaapian di Indonesia

Sarana perkeretaapian adalah kendaraan yang beroperasi di jalur rel untuk mengangkut penumpang, barang, atau keperluan operasional lainnya menurut Undang – Undang Republik Indonesia tentang Perkeretaapian Nomor 23 tahun 2007. Sarana ini meliputi lokomotif, kereta, gerbong, dan peralatan khusus. Sarana angkutan api konvensional terdiri dari lokomotif dan rangkaian gerbong atau kereta untuk transportasi orang atau barang. Lokomotif adalah penggerak utama yang dapat berupa tenaga uap, diesel, atau elektrik. Teknologi lokomotif terus berkembang, dengan variasi jenis seperti kereta rel diesel dan kereta rel listrik. Lokomotif dibedakan berdasarkan jumlah gandar yaitu:

1. Lokomotif BB yaitu beban bertumpu pada dua *bogie*, masing-masing dengan dua gandar.
2. Lokomotif CC terdiri dari dua *bogie* dengan masing-masing tiga gandar. Contoh lokomotif jenis ini adalah CC201, buatan *General Electric* (GE) Transportation, dengan daya mesin 1950 HP dan berat 84 ton (Sujarwanto et al., 2014).

### 2.1 Pengujian Sarana Lokomotif

Pengujian sarana perkeretaapian di Indonesia, berdasarkan UU Nomor 23 Tahun 2007, terbagi menjadi dua jenis yaitu uji pertama dan uji berkala. Uji pertama dilakukan pada sarana baru atau yang mengalami perubahan spesifikasi, yang meliputi uji rancang bangun, statis, dan dinamis. Sementara uji berkala dilakukan setiap tahun pada sarana yang sudah beroperasi, dengan tujuan mempertahankan keandalan dan kelaikan operasionalnya. Uji berkala mencakup uji statis dan dinamis. Di Eropa, pengujian sarana lokomotif berdasarkan EN IEC 61133 (2021) mencakup uji penyesuaian awal, penerimaan, dan investigasi. Uji penerimaan dibagi menjadi uji tipe, uji rutin, dan uji yang dibutuhkan oleh otoritas penyetuju. Adapun beberapa item pengujian antara lain:

1. Kebisingan  
Kebisingan dapat mengganggu kesehatan manusia dan lingkungan. Lokomotif menghasilkan suara terutama dari mesin, interaksi roda dengan rel, dan getaran material dalam kabin. Untuk mengurangi kebisingan, pemasangan skirt dan barrier efektif menurunkan tingkat kebisingan hingga 13 dBA. Di kabin, sumber suara termasuk mesin diesel dan sistem pendingin, yang dapat dikurangi dengan peredam tambahan dan insulasi kebisingan (Igolkin et al., 2017).
2. Keretakan  
Keretakan struktural pada lokomotif, terutama pada rangka dasar atau carbody akibat kelelahan material, bisa membahayakan keselamatan operasional. Pemeliharaan berkala dan pengujian non-destruktif (NDT) diperlukan untuk mencegah keretakan yang dapat disebabkan oleh faktor seperti beban, pengelasan buruk, dan kondisi jalur yang tidak optimal. Keretakan pada rangka bogie dapat dihindari dengan pemeliharaan profil roda dan penggantian suspensi (Qu et al., 2021).
3. Temperatur  
Suhu kabin pengemudi lokomotif harus berada antara 18°C hingga 25°C untuk kenyamanan dan keselamatan operasional. Sistem pendingin udara berbasis adsorpsi telah diuji untuk menjaga suhu kabin tetap stabil di musim panas, dengan hasil suhu rata-rata 18°C. Kenyamanan termal juga dipengaruhi oleh kondisi kursi, jendela, kipas angin, dan ventilasi alami (Shekhar Mishra et al., 2023).

### 3 METODOLOGI

#### 3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini berfokus pada lokomotif dengan membandingkan standar pengujian yang diterapkan di Indonesia dan Eropa. Di Indonesia, pengujian lokomotif mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan PM Nomor 14 Tahun 2011 yang mengatur standar, prosedur pengujian, dan sertifikasi kelaikan lokomotif, serta peraturan terkait lainnya. Sementara itu, di Eropa, pengujian lokomotif mengikuti standar EN IEC 61133 Tahun 2021, yang mencakup prosedur pengujian sarana kereta api setelah konstruksi selesai dan sebelum dioperasikan, beserta standar turunannya.

#### 3.2 Analisis Komparatif

Analisis komparatif bertujuan untuk membandingkan dua atau lebih kelompok data guna mengidentifikasi perbedaan yang signifikan di antara mereka. Teknik ini dapat dilakukan menggunakan statistik inferensial maupun metode kualitatif. Pendekatan ini melibatkan perbandingan tema dan kategori utama antar kelompok data, analisis perbedaan dan kesamaan tersebut dijelaskan, serta pencarian faktor yang menyebabkan perbedaan tersebut. Metode analisis komparatif berguna untuk memahami kompleksitas suatu fenomena, mengidentifikasi pola dan tren yang mungkin tidak terlihat dalam analisis individu, serta mengembangkan teori dan generalisasi yang lebih kuat (Merriam, 2009).

#### 3.3 Analisis *Importance Performance Analysis* (IPA)

Metode *Importance Performance Analysis* yang dikembangkan oleh Martilla dan James merupakan kerangka kerja untuk menganalisis dan mengelola faktor kualitas dalam layanan atau produk. Metode ini mengevaluasi kinerja suatu sistem berdasarkan dua dimensi yaitu tingkat kepentingan (*importance*) dan tingkat kinerja (*performance*). *Importance* mengacu pada seberapa penting suatu atribut bagi pelanggan, sedangkan *performance* menunjukkan sejauh mana atribut tersebut telah terpenuhi. Pada penelitian ini dimensi tingkat kinerja diganti dengan tingkat penerapan. Metode ini telah diterapkan dalam berbagai disiplin ilmu, termasuk rekreasi dan pariwisata, untuk menilai persepsi terhadap kualitas dan kinerja. Evaluasi dilakukan dengan skala Likert 1 sampai 5, memberikan wawasan tentang aspek yang perlu ditingkatkan atau dipertahankan (Fowler et al., 2024). Tahapan metode IPA antara lain:

1. Identifikasi Atribut

Menentukan atribut atau fitur yang relevan dengan penelitian untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi kepuasan pengguna.

2. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui kuesioner dengan skala Likert untuk mengukur tingkat kepentingan dan kinerja atribut. Jika populasi kecil (<100), metode total sampling dapat digunakan untuk memastikan akurasi data.

3. Analisis Data

Perhitungan rata-rata skor dilakukan untuk setiap atribut pada dua dimensi, yaitu tingkat kepentingan dan kinerja. Rata-rata skor kepentingan dan kinerja dihitung menggunakan persamaan rumus 1 dan 2. Grafik dua dimensi dalam metode IPA dibagi menjadi empat kuadran, yang dipisahkan oleh dua garis tegak lurus pada titik (X, Y) dengan menghitung rata-rata total skor kepentingan dan skor kinerja.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} \quad (2)$$

Keterangan:

$\bar{x}$  = Rata-rata tingkat kinerja

$\bar{y}$  = Rata-rata tingkat kepentingan

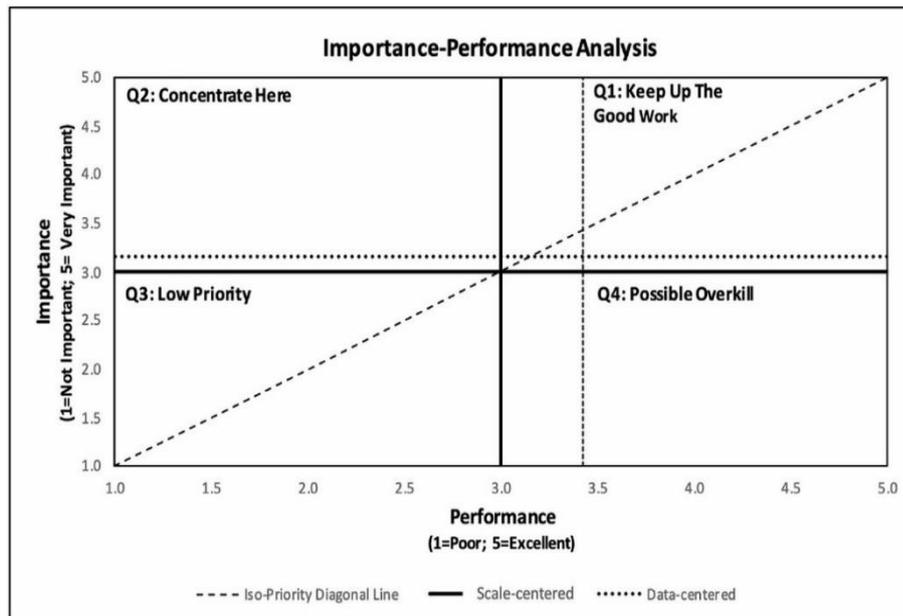
$n$  = Jumlah data

4. Pemetaan Atribut dan Pengambilan Keputusan

Atribut dipetakan dalam grafik IPA pada Gambar 3.1 yang terbagi menjadi empat kuadran:

- a. Kuadran 1 yaitu kinerja dan kepentingan tinggi, harus dipertahankan.
- b. Kuadran 2 yaitu kepentingan tinggi, kinerja rendah, membutuhkan perbaikan prioritas.
- c. Kuadran 3 yaitu kepentingan dan kinerja rendah, tidak menjadi fokus utama.
- d. Kuadran 4 yaitu kinerja tinggi, tetapi kepentingannya rendah, bisa dialihkan ke area lain

Hasil pemetaan digunakan sebagai dasar strategi perbaikan dan pengembangan layanan atau produk agar lebih efektif.



Gambar 3.1 Grafik IPA (Fowler et al., 2024)

## 4 HASIL

### 4.1 Komparasi pengujian lokomotif

Perbandingan standar pengujian di Indonesia dan Eropa bertujuan mengidentifikasi perbedaan dan persamaan dalam item pengujian. Di Indonesia, pengujian lokomotif mengacu pada PM No. 14 Tahun 2011 serta regulasi terkait, sedangkan di Eropa menggunakan BS EN IEC 61133 tahun 2021 dan turunannya. Peraturan Menteri Perhubungan No. 16 Tahun 2022, yang berfokus pada pengujian rancang bangun, turut dipertimbangkan dalam analisis sebagai pembaruan dari Peraturan Menteri Perhubungan No. 14 Tahun 2011.

Analisis komparatif dilakukan dengan membandingkan pengujian statis dan dinamis, sementara uji rancang bangun tidak dianalisis lebih lanjut. Pengujian statis dilakukan saat lokomotif dalam keadaan diam untuk mengevaluasi komponen dari sarana lokomotif. Pengujian dinamis dilakukan saat lokomotif bergerak di jalur rel untuk menilai kinerja operasionalnya. Komparasi item pengujian bertujuan mengevaluasi cakupan pengujian di kedua wilayah untuk memastikan standar keselamatan dan kinerja terpenuhi, serta menilai kesesuaian standar Indonesia dengan teknologi modern dan regulasi internasional. Berdasarkan hasil analisis komparatif terdapat 19 item pengujian yang sama, 15 item berbeda, dan 12 item termasuk dalam pengujian rancang bangun. Untuk item uji rancang bangun tidak dilakukan analisis IPA karena sudah tercantum dalam peraturan terbaru tahun 2022 di Indonesia. Adapun item pengujian rancang bangun tersebut meliputi:

1. Statis yaitu kemampuan pengangkatan, sistem hidrolik, pengisian daya baterai, serta operasional dan pemeliharaan.
2. Dinamis yaitu kinerja traksi, interaksi dengan jalur rel, ruang gerak kinematik, kompatibilitas pengumpul arus, kompatibilitas elektromagnetik, gangguan listrik, sistem udara kompresor, dan sistem kendali kereta.

Terdapat 34 item pengujian yang memiliki persamaan dan perbedaan antara standar pengujian di Indonesia dan Eropa, yang akan digunakan sebagai atribut dalam analisis menggunakan metode IPA.

### 4.2 Analisis *Importance Performance Analysis* (IPA)

Berdasarkan analisis komparatif standar pengujian lokomotif antara Indonesia dan Eropa, dilakukan analisis persepsi pelaku pengujian lokomotif di Indonesia untuk menilai tingkat kepentingan dan tingkat penerapan standar pengujian tersebut. Penelitian ini menggunakan metode IPA, dengan dimensi tingkat kinerja diganti menjadi tingkat penerapan. Metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi area yang perlu perbaikan berdasarkan hasil analisis komparatif.

#### 4.2.1 Penyusunan kuisisioner dan wawanara

Kuesioner disusun berdasarkan hasil analisis komparatif antara Indonesia dan Eropa. Setiap pertanyaan menilai dua dimensi yaitu pentingnya standar pengujian dan tingkat penerapannya di Indonesia. Item yang sudah tercantum dalam peraturan lain seperti pengujian rancang bangun, tidak dimasukkan dalam penelitian ini. Kuesioner terdiri dari 34 atribut yang diukur dengan skala Likert 1-5 untuk menilai kepentingan (Yi) dan penerapan (Xi) standar pengujian. Adapun atribut pertanyaan dalam penelitian tersaji dalam Tabel 4.1 berikut.

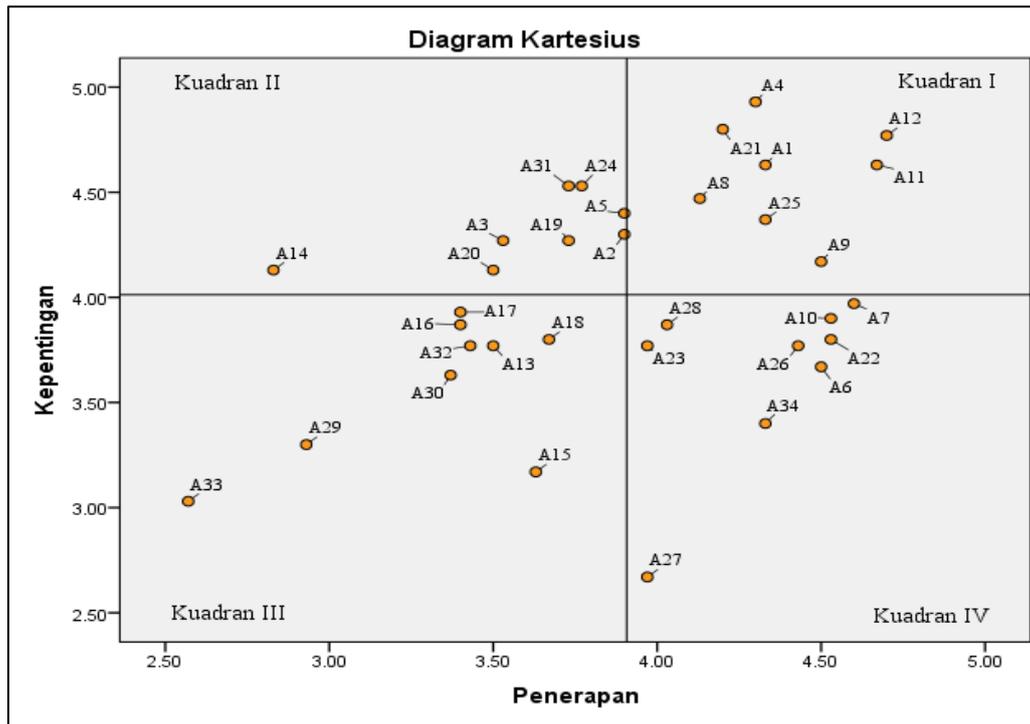
Tabel 4.1 Kuisisioner penelitian

No. Atribut	Item Pertanyaan Pengujian statis	No. Atribut	Item Pertanyaan Pengujian dinamis
A1	Dimensi	A21	Pengereman
A2	Ruang batas sarana	A22	Temperatur
A3	Berat	A23	Getaran
A4	Pengereman	A24	Pembebanan dan kemampuan tarik
A5	Pembebanan	A25	Percepatan
A6	Sirkulasi udara	A26	Kebisingan
A7	Temperatur	A27	Sirkulasi udara
A8	Kelistrikan	A28	Kelistrikan
A9	Kebisingan	A29	Resistensi terhadap gerakan
A10	Intensitas cahaya	A30	Sistem pengatur kecepatan
A11	Klakson	A31	Sistem proteksi kereta otomatis
A12	Peralatan komunikasi	A32	Operasional pelumas flens roda
A13	Kebocoran	A33	Efek aerodinamis
A14	Keretakan	A34	Wiper kaca depan
A15	Emisi gas buang		
A16	Isolasi listrik		
A17	Ikatan pelindung dan sirkuit balik		
A18	Sistem catu daya tambahan		
A19	Sistem bantu dan sistem kontrol		
A20	Mesin termal dan perangkat pembangkit		

Survei dilakukan secara daring menggunakan *platform* online dengan 30 responden yang terdiri dari penguji sarana perkeretaapian Indonesia. Sebagian kecil responden, sebanyak 3 orang, diwawancarai langsung untuk mendalami persepsi mereka. Survei dilaksanakan dalam satu minggu dengan menjaga kerahasiaan data responden. Hasilnya akan memberikan wawasan tentang persepsi praktisi terkait standar pengujian dan area yang perlu diperbaiki

#### 4.2.2 Pemetaan hasil analisis IPA

Pemetaan bertujuan untuk menganalisis prioritas perbaikan berdasarkan persepsi tingkat kepentingan dan penerapan standar pengujian lokomotif di Indonesia. Proses pemetaan dimulai dengan perhitungan nilai rata-rata untuk setiap atribut, yang mana tingkat kepentingan diukur pada sumbu Y dan tingkat penerapan pada sumbu X. Berdasarkan perhitungan, nilai rata-rata untuk sumbu X adalah 3,91 dan untuk sumbu Y adalah 4,01. Setelah perhitungan, setiap atribut dipetakan dalam diagram kartesius yang terbagi menjadi empat kuadran, yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil pemetaan dalam diagram kartesius

Berdasarkan pemetaan diagram kartesius dengan metode IPA, atribut yang masuk kuadran I adalah A1, A4, A8, A9, A11, A12, A21, dan A25 yaitu pengujian statis dimensi, pengereman, kelistrikan, kebisingan, klakson, peralatan komunikasi, dan pengujian dinamis pengereman dan percepatan. Kuadran II mencakup A2, A3, A5, A14, A19, A20, A24, dan A31 yaitu pengujian statis ruang batas sarana, berat, pembebanan, keretakan, sistem bantu dan kontrol, mesin termal, serta pengujian dinamis pembebanan dan kemampuan tarik, serta sistem proteksi kereta otomatis. Kuadran III meliputi A13, A15, A16, A17, A18, A29, A30, A32, dan A33 yaitu pengujian statis kebocoran, emisi gas buang, isolasi listrik, sistem catu daya tambahan, dan pengujian dinamis resistensi gerakan, pengatur kecepatan, pelumas flens roda, serta efek aerodinamis. Sedangkan kuadran IV terdiri dari A6, A7, A10, A22, A23, A26, A27, A28, dan A34 yaitu pengujian statis sirkulasi udara, temperatur, intensitas cahaya, dan pengujian dinamis temperatur, getaran, kebisingan, sirkulasi udara, kelistrikan, dan wiper kaca depan.

## 5 KESIMPULAN

Berdasarkan perbandingan standar pengujian lokomotif antara Indonesia dan Eropa, ditemukan 12 item pengujian yang termasuk kategori rancang bangun dan rekayasa, 19 item yang memiliki kesamaan, dan 15 item yang menunjukkan perbedaan. Ada beberapa item pengujian yang diterapkan di Indonesia namun tidak diterapkan di Eropa meliputi uji keretakan statis, uji emisi gas buang statis, uji sirkulasi udara dinamis, dan uji kelistrikan dinamis. Berdasarkan analisis IPA pada 34 item pengujian didapatkan beberapa rekomendasi item pengujian antara lain:

1. Prioritas tinggi sebagai bahan rekomendasi utama yaitu pengujian statis dimensi, pengereman, kelistrikan, kebisingan, klakson, peralatan komunikasi, serta pengujian dinamis pengereman dan percepatan.
2. Penting namun belum optimal yaitu pengujian statis ruang batas sarana, berat, pembebanan, keretakan, sistem bantu dan kontrol, mesin termal, serta pengujian dinamis pembebanan dan kemampuan tarik, serta sistem proteksi kereta otomatis (ATP).
3. Penerapan tinggi namun tingkat kepentingan rendah yaitu pengujian statis sirkulasi udara, temperatur, intensitas cahaya, dan pengujian dinamis temperatur, getaran, kebisingan, sirkulasi udara, kelistrikan, dan wiper kaca depan.
4. Tidak direkomendasikan untuk perbaikan yaitu pengujian kebocoran, emisi gas buang, isolasi listrik, sistem catu daya tambahan, gerakan, pengatur kecepatan, pelumas flens roda, dan efek aerodinamis, karena tidak berdampak signifikan terhadap operasional lokomotif.

## REFERENSI

- Fowler, B. T., Green, G. T., & Boley, B. B. (2024). Integrating importance- performance analysis into transboundary natural resource management of water trails: Case study at the Chattahoochee river national recreation area water trail in Atlanta, GA (USA). *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 47. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2024.100800>
- Igolkin, A. A., Kryuchkov, A. N., Lazutkin, G. V., & Afanasev, K. M. (2017). The Study on Vibroacoustic Characteristics of Shunting Locomotive Cabin. *Procedia Engineering*, 176, 724–731. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.320>
- Kementerian Perhubungan. (2023). *Sertifikasi Sarana KA* .
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative Research A Guide to Design and Implementation Revised and Expanded from Qualitative Research and Case Study Applications in Education* (Second). Jossey-Bass.
- Qu, S., Wang, J., Zhang, D., Li, D., & Wei, L. (2021). Failure analysis on bogie frame with fatigue cracks caused by hunting instability. *Engineering Failure Analysis*, 128. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105584>
- Shekhar Mishra, S., Kumar Gaba, V., & Netam, N. (2023). Thermal comfort assessment of non air-conditioned railway coach in Central India during extreme summer. *Thermal Science and Engineering Progress*, 46. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2023.102206>
- Sujarwanto, T., Prajitno, G., & Yuwana, L. (2014). Kebisingan di dalam kabin masinis lokomotif tipe CC 201. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 3.