



## Studi Komparasi Standar Pengujian Statis Pada Kereta dengan Penggerak Sendiri Berkecepatan Normal

<sup>1,\*</sup>Prabowo Ardiatomo, <sup>2</sup>Siti Malkhamah, <sup>3</sup>M. Arif Wibisono

<sup>1</sup>Program Studi Magister Sistem dan Teknik Transportasi, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Corresponding author: \*prabowo.ardiatomo@mail.ugm.ac.id

### Abstract

*Railways are a unified system consisting of infrastructure, rolling stock and human resources as well as norms, criteria, requirements and procedures for the operation of railways. Every rolling stock operating in Indonesia must undergo first testing and periodic testing to ensure its operational feasibility. From data Directorate General of Railways in 2015-2021, it can be seen that the realization of the eligibility certificate for rolling stock has not been optimal, so that regulatory support is needed to maximize the performance of rolling stock testers. This study aims to compare the standards for static testing of temperature and air circulation on self-propelled coach applied in Indonesia and Europe. Based on a comparison of the static testing standards in Indonesia against the static testing standards in Europe, it is hoped that recommendations for improvement from the current static testing standards will be obtained. The method used in this research is qualitative method. Analysis of the data used using descriptive and comparative analysis. The results of the study comparison of the standard static testing of temperature and air circulation of self-propelled trains that apply in Indonesia and Europe, overall there are differences in the items tested, the value of acceptance and testing procedures. There are equal only in the item tested on air circulation static test. Temperature testing requires the addition of test items and improvements in the implementation of test procedures. Air circulation static testing needs improvement in the implementation of testing procedures.*

*Keywords: static testing, standards, self-propelled coach*

### Abstrak

Perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana dan sumber daya manusia serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan kereta api. Setiap sarana perkeretaapian yang beroperasi di Indonesia wajib dilakukan pengujian pertama dan pengujian berkala untuk menjamin kelaikan operasinya. Dari data Direktorat Jenderal Perkeretaapian pada tahun 2015-2021 terlihat bahwa realisasi sertifikasi kelaikan sarana perkeretaapian belum optimal sehingga perlu dukungan regulasi untuk memaksimalkan kinerja tenaga penguji sarana perkeretaapian. Penelitian ini bertujuan untuk mengkomparasikan standar pengujian statis temperatur dan sirkulasi udara pada kereta dengan penggerak sendiri yang diterapkan di Indonesia dan di Eropa. Berdasarkan komparasi standar pengujian statis yang berlaku di Indonesia terhadap standar pengujian statis yang berlaku di Eropa diharapkan diperoleh rekomendasi perbaikan dari standar pengujian statis yang berlaku di Indonesia saat ini. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif. Analisa data yang digunakan menggunakan analisis deskriptif dan komparatif. Hasil penelitian dari komparasi terhadap standar pengujian statis temperatur dan sirkulasi udara kereta dengan penggerak sendiri yang berlaku di Indonesia dan di Eropa, sebagian besar terdapat perbedaan baik pada item yang diuji, nilai keberterimaan dan tata cara pengujian. Persamaan yang dimiliki hanya pada item yang diuji pada pengujian statis sirkulasi udara. Pengujian temperatur perlu adanya penambahan item uji dan perbaikan dalam pelaksanaan tata cara pengujian. Pengujian statis sirkulasi udara perlu perbaikan dalam pelaksanaan tata cara pengujian.

Kata kunci: pengujian statis, standar, kereta dengan penggerak sendiri

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 03-07-2023 | Selesai Revisi : 13-07-2023 | Diterbitkan Online : 02-04-2024

## 1. Pendahuluan

Transportasi adalah perpindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Transportasi sendiri dibagi 3 yaitu, transportasi darat, laut, dan udara. Transportasi udara merupakan transportasi yang membutuhkan biaya tinggi untuk menggunakannya. Salah satu transportasi darat yang paling efisien dari segi biaya dan waktu yaitu kereta api.

Perkeretaapian sebagai salah satu moda transportasi dalam sistem transportasi nasional yang mempunyai karakteristik massal dan keunggulan tersendiri yang perlu terintegrasi dengan moda transportasi lainnya. Perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana dan sumber daya manusia serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan kereta api.

Kecelakaan yang terjadi di lajur kereta api meliputi tabrakan antar KA, tabrakan KA dengan kendaraan umum, anjokan, terguling, banjir/longsoran dan jenis lainnya. Penyebab kecelakaan yang terutama secara berturut-turut adalah disebabkan oleh eksternal, SDM operator, dan sarana [1].

Strategi Peningkatan Keselamatan dan Keamanan Perkeretaapian Nasional dengan melakukan pengujian dan sertifikasi sarana dan prasarana serta fasilitas pendukung lainnya dengan pembatasan usia pakai untuk menjamin kelaikan teknis dan operasi [2].

Setiap sarana perkeretaapian yang beroperasi di Indonesia wajib dilakukan pengujian pertama dan pengujian berkala untuk menjamin kelaikan operasinya. Pengujian berkala harus dilakukan terhadap setiap sarana perkeretaapian yang telah dioperasikan, uji berkala lengkap dilakukan setelah perawatan akhir [3].

Pelaksanaan pengujian sarana perkeretaapian dimaksudkan untuk memberikan jaminan keandalan dan keselamatan secara teknis terhadap penggunaan sarana perkeretaapian; melindungi keselamatan umum dan melestarikan lingkungan dari kemungkinan pencemaran yang diakibatkan oleh pengoperasian sarana perkeretaapian [4].

Sarana perkeretaapian yang telah dinyatakan lulus pengujian pertama atau pengujian berkala akan memperoleh Sertifikat Uji Pertama dan Sertifikat Uji Berkala. Sertifikat Uji Pertama berlaku selamanya sepanjang sarana kereta api tidak mengalami perubahan spesifikasi teknis atau bentuk sedangkan Sertifikat uji berkala berlaku satu tahun setelah dilakukan pengujian berkala. Berdasarkan data Direktorat Sarana Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan jumlah sarana kereta api siap operasi dan realisasi sertifikasi kelaikan sarana kereta api selama periode tahun 2015-2021 dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Jumlah Sarana Siap Operasi per Tahun 2015-2021 [5].

Jenis Sarana	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Lokomotif	525	524	490	496	491	489	495
Kereta	2716	2772	2855	3257	3427	3454	3254
Gerbong	8357	8347	8098	8200	7805	8048	7779
Peralatan Khusus	140	357	182	205	221	218	234
<b>Jumlah</b>	<b>11738</b>	<b>12000</b>	<b>11625</b>	<b>12158</b>	<b>11944</b>	<b>12209</b>	<b>11762</b>

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 03-07-2023 | Selesai Revisi : 13-07-2023 | Diterbitkan Online : 02-04-2024

Tabel 2. Realisasi Sertifikasi Kelaikan Sarana Perkeretaapian per Tahun 2015-2021 [5].

Jenis Sarana	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Lokomotif	334	182	180	412	363	140	318
Kereta Berpenggerak Sendiri	429	266	477	1108	1155	1350	1440
Kereta ditarik Lokomotif	293	648	508	1781	1672	100	1299
Gerbong	1244	1561	2180	5165	6267	980	4317
Peralatan Khusus	24	13	34	80	50	29	74
<b>Jumlah</b>	<b>2324</b>	<b>2670</b>	<b>3379</b>	<b>8546</b>	<b>9507</b>	<b>2599</b>	<b>7448</b>
<b>Prosentase terhadap sarana siap operasi</b>	<b>19,8</b>	<b>22,3</b>	<b>29,1</b>	<b>70,3</b>	<b>79,6</b>	<b>21,3</b>	<b>63,3</b>

Dari data tabel 2 terlihat bahwa realisasi sertifikasi kelaikan sarana perkeretaapian belum optimal sehingga perlu dukungan regulasi untuk memaksimalkan kinerja tenaga penguji sarana perkeretaapian. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam melakukan perbaikan dan pengembangan regulasi yang sudah ada yaitu dengan melakukan *benchmarking* atau perbandingan terhadap standar pengujian yang dilakukan oleh negara lain yang teknologi perkeretaapiannya sudah lebih maju, dimana penulis pada penelitian ini mengambil *benchmarking* dari standar Eropa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan standar pengujian statis kereta dengan penggerak sendiri yang diterapkan di Indonesia dan di Eropa.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan diolah dengan mempergunakan metode kualitatif. Metode kualitatif merupakan metode dimana permasalahan yang dibawa belum jelas, sehingga permasalahan bisa berkembang ketika peneliti masuk lapangan. Teori yang digunakan juga belum baku, bisa berubah ubah

antara teori satu dengan teori lainnya, sehingga teori metode kualitatif cenderung melahirkan teori baru [6]. Menurut pendapat lain penelitian kualitatif diartikan sebagai jenis penelitian yang temuan-temuannya tidak dapat diperoleh dengan menggunakan prosedur-prosedur statistik atau cara-cara lain dari kuantifikasi [7].

Obyek penelitian ini adalah membandingkan standar pengujian statis pada kereta dengan penggerak sendiri yang berlaku di Indonesia yang mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan PM Nomor 13 Tahun 2011 tentang Standar, Tata Cara Pengujian dan Sertifikasi Kelaikan Kereta Dengan Penggerak Sendiri beserta peraturan lainnya yang terkait, dengan standar pengujian statis pada kereta dengan penggerak sendiri yang berlaku di Eropa yang mengacu pada *European Standard EN 50215* tentang pengujian pada sarana perkeretaapian untuk pemenuhan konstruksi dan sebelum masuk ke pelayanan beserta standar turunannya. Kereta dengan penggerak sendiri kecepatan normal adalah kereta yang memiliki penggerak sendiri yang beroperasi di atas jalan rel dengan kecepatan kurang dari 200 km/jam. Item pengujian statis yang dianalisis dan dikomparasikan yaitu pengujian sirkulasi udara dan temperatur. Variabel yang menjadi pembanding yaitu item yang diuji, nilai keberterimaan dan tata cara pengujian.

Analisa kualitatif yang digunakan dalam pengolahan data meliputi:

1. Analisa komparatif merupakan cara analisa untuk melihat dua atau lebih hal yang serupa untuk memperoleh perbedaan atau kesamaan yang dimiliki.
2. Analisa deskriptif merupakan metode analisa yang bersifat kualitatif dalam bentuk

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 03-07-2023 | Selesai Revisi : 13-07-2023 | Diterbitkan Online : 02-04-2024

uraian atau penjelasan terhadap suatu obyek studi.

Validasi data dilakukan dengan cara membandingkan dengan dokumen simulasi software atau desain, dokumen prosedur pengujian serta hasil pengujian yang dimiliki manufaktur sarana perkeretaapian. Dalam hal ini peneliti memilih PT. INKA yang merupakan produsen manufaktur sarana perkeretaapian.

Data Sekunder yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari beberapa instansi yaitu:

1. Direktorat Sarana Perkeretaapian Direktorat Jenderal Perkeretaapian Kementerian Perhubungan Jl. Medan Merdeka Barat No. 8 Jakarta, yang meliputi data:
  - a. EN 50215 tentang pengujian pada sarana perkeretaapian untuk pemenuhan konstruksi dan sebelum masuk ke pelayanan.
  - b. EN 15663 *railway applications - definition of vehicle reference mass.*
  - c. EN 14750-2 *railway applications - air conditioning for urban dan suburban rolling stock.*
  - d. EN 13272 *railway applications - electrical lighting for rolling stock in public transport systems.*
  - e. EN ISO 3381 *railway applications - acoustics - measurement of noise inside railbound vehicles.*
2. Balai Pengujian Perkeretaapian Jl. Perjuangan No. 25, Kota Bekasi, Jawa Barat, yang meliputi data :
  - a. Buku Saku Pedoman Pengujian Sarana Kereta Api.
  - b. SOP Pengujian Sarana Kereta api.

- c. Checksheet Pengujian Kereta Dengan Penggerak Sendiri Berkecepatan Normal.

3. PT Industri Kereta Api (INKA) Jl. Yos Sudarso, Madiun, Jawa Timur, yang meliputi data :

- a. Data simulasi software/desain berkaitan dengan pengujian statis kereta dengan penggerak sendiri.
  - b. Data prosedur pengujian statis kereta dengan penggerak sendiri.
  - c. Data sample hasil pengujian statis kereta dengan penggerak sendiri.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Kereta dengan penggerak sendiri yang beroperasi di Indonesia wajib memenuhi kelaikan operasi yang dibuktikan melalui pengujian. Pengujian terdiri dari pengujian pertama dan pengujian berkala. Pengujian pertama dilakukan pada kereta dengan penggerak sendiri baru maupun yang mengalami perubahan spesifikasi teknis. Pengujian pertama terdiri dari uji rancang bangun dan rekayasa, uji statis dan uji dinamis. Sedangkan pengujian berkala dilakukan pada setiap kereta dengan penggerak sendiri yang telah beroperasi. Pengujian berkala terdiri dari uji statis dan uji dinamis.

Setiap kereta dengan penggerak sendiri yang telah dilakukan pengujian baik itu uji pertama maupun uji berkala dan dinyatakan lulus uji diberikan sertifikat uji dan tanda lulus uji. Sertifikat uji pertama berlaku selama kereta dengan penggerak sendiri dioperasikan kecuali mengalami perubahan spesifikasi teknis. Sedangkan sertifikat uji berkala berlaku selama

### Informasi Artikel

satu tahun atau berdasarkan jarak tempuh sebesar 162.500 km.

Pengujian statis yang dilakukan baik pada uji pertama maupun uji berkala memiliki item uji yang sama yang termuat dalam Peraturan Menteri Perhubungan PM No. 13 tahun 2011 tentang Standar, Tata Cara Pengujian dan Sertifikasi Kelaikan Kereta Dengan Penggerak Sendiri. Pengujian statis terdiri dari 15 item pengujian namun dalam penelitian ini hanya 2 item pengujian yang akan dibahas, meliputi pengujian temperature dan pengujian sirkulasi udara. Alasan peneliti memilih 2 item uji statis tersebut karena pengujian temperatur dan sirkulasi udara perlu tambahan prosedur yang lengkap untuk menghilangkan adanya subjektifitas yang terjadi dalam pengujian.

### 3.1. Pengujian statis sirkulasi udara dan temperatur kereta dengan penggerak sendiri di Indonesia

Pengujian statis sirkulasi udara kereta dengan penggerak sendiri dilakukan untuk mengetahui kecepatan udara di dalam ruangan kereta dengan penggerak sendiri. Hal ini penting untuk dilakukan karena berkaitan dengan kenyamanan penumpang yang berada di dalam kereta dengan penggerak sendiri. Pengujian sirkulasi udara dilakukan dengan menggunakan anemometer digital.

Prosedur pengujian sirkulasi pada kereta dengan penggerak sendiri sebagai berikut :

- a. Siapkan anemometer digital.
- b. Tekan tombol power anemometer digital.
- c. Atur tombol indikator pada anemometer digital.
- d. Lakukan pengujian dengan mengukur kecepatan aliran udara pada kipas angin

dan penghisap udara dalam kondisi jendela dan pintu kereta dengan penggerak sendiri dalam keadaan tertutup.

- e. Catat hasil pengukuran kecepatan aliran udara dalam kereta dengan penggerak sendiri dalam lembar pencatatan uji sirkulasi udara.
- f. Pastikan kecepatan aliran udara dalam kereta dengan penggerak sendiri memenuhi standar.

Dalam PM No. 13 tahun 2011 disebutkan bahwa standar kecepatan aliran udara dalam kereta dengan penggerak sendiri maksimum 0,5 m/dtk. Lembar pencatatan uji sirkulasi udara dapat dilihat dibawah ini pada Gambar 1.

**UJI STATIS**

Lembar uji	SIRKULASI UDARA	<b>1g</b>
Jenis sarana	_____	
Dilaksanakan pada tanggal	_____	
Tempat pengujian	_____	
Penguji	_____	

Alat Uji: wind flow meter

NO SARANA	JENIS PENGUJIAN	STANDAR	HASIL	KETERANGAN
	Ruang penumpang	Kec udara maks 0,5 m/dtk		
	a. Ruang dapur			
	b. Ruang makan			
	Ruang penumpang			
	Ruang penumpang			

Gambar 1. Lembar pencatatan uji sirkulasi udara [8].

Pengujian statis temperatur kereta dengan penggerak sendiri dilakukan untuk mengetahui temperatur udara di dalam ruangan kereta dengan penggerak sendiri. Hal ini penting untuk dilakukan karena berkaitan dengan kenyamanan penumpang yang berada di dalam kereta dengan penggerak sendiri khususnya saat kondisi ruangan terisi penuh agar kondisi udara tidak panas dan lembab. Pengujian temperatur udara dilakukan dengan menggunakan alat uji temperatur udara.

### Informasi Artikel

Prosedur pengujian sirkulasi pada kereta dengan penggerak sendiri sebagai berikut :

- a. Siapkan alat uji temperatur udara.
- b. Tekan tombol power alat uji temperatur udara.
- c. Atur tombol indikator pada alat uji temperatur udara.
- d. Lakukan pengujian dengan mengukur temperatur udara dalam ruangan kereta dengan penggerak sendiri dengan kondisi jendela dan pintu kereta dengan penggerak sendiri dalam keadaan tertutup.
- e. Catat hasil pengukuran temperatur udara dalam ruangan kereta dengan penggerak sendiri dalam lembar pencatatan uji temperatur udara.
- f. Pastikan temperatur udara dalam ruangan kereta dengan penggerak sendiri memenuhi standar.

Dalam PM No. 13 tahun 2011 disebutkan bahwa standar temperatur udara dalam ruangan kereta dengan penggerak sendiri 22-26°C untuk kereta dengan penggerak sendiri yang dilengkapi AC dan untuk kereta api tanpa AC temperatur udara dalam kereta adalah maksimum 2°C diatas temperatur luar. Lembar pencatatan uji temperatur udara dapat dilihat dibawah ini pada Gambar 2.

**UJI STATIS**

Lembar uji : TEMPERATUR 1h

Jenis sarana : \_\_\_\_\_

Ditaksanakan pada tanggal : \_\_\_\_\_

Tempat pengujian : \_\_\_\_\_

Penguji : \_\_\_\_\_

NO SARANA	JENIS PENGUJIAN	STANDAR	HASIL	KETERANGAN
	Ruang penumpang	- Tanpa AC maks 2°C di atas temperatur luar		
	a. Ruang dapur	- Dilengkapi AC		
	b. Ruang makan	temperatur 22°- 26°C		
	Ruang penumpang			

Gambar 2. Lembar pencatatan uji temperatur udara [8].

3.2. Pengujian statis temperatur dan sirkulasi udara kereta dengan penggerak sendiri di eropa

Pengujian statis sirkulasi udara harus dilakukan untuk memastikan apakah peralatan pengkondisi udara dapat menjaga aliran udara pada kondisi yang telah ditetapkan dalam kontrak. Pengujian ini dilakukan untuk kenyamanan penumpang/kru yang harus diperiksa sebagai pengujian rutin. Pengujian sirkulasi udara di Eropa mengacu pada standar EN 14750-2 tentang aplikasi perkeretaapian – pengkondisian udara pada *urban* dan *suburban rolling stock*.

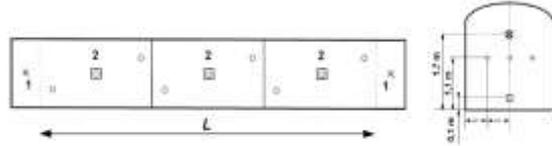
Lingkup standar EN 14750-2 berlaku untuk kereta angkutan penumpang perkotaan atau regional termasuk kereta metro dan trem yang dilengkapi dengan sistem pendingin dan/atau pemanas ruang. Namun standar ini tidak mengatur pengkondisian udara di dalam kabin masinis, dan diatur terpisah dalam standar tersendiri. Kondisi yang harus dipenuhi sebelum dilakukan pengujian ini adalah sebagai berikut :

- a. Kereta dalam keadaan statis dan kondisi cuaca tidak buruk.
- b. Ketinggian kurang dari 1000 meter diatas permukaan laut.
- c. Kecepatan angin antara 0 km/jam dan 5 km/jam.
- d. Kondisi temperatur luar antara 15°C dan 30°C.

Namun jika kondisi ketinggian dan temperatur luar berbeda dengan diatas, dapat dilakukan koreksi menyesuaikan kondisi atmosfer normal. Kecepatan udara harus diukur pada ketinggian 1,1 meter diatas lantai dan pada ketinggian 1,7

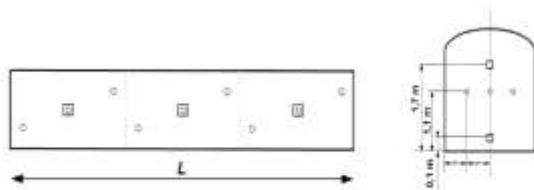
**Informasi Artikel**

meter diatas lantai pada posisi sebagaimana yang telah ditentukan. Posisi pengukuran sirkulasi udara untuk kereta tanpa artikulasi dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4



Key  
1 vestibule  
2 sitting area  
L length

Gambar 3. Posisi pengujian sirkulasi udara kereta tanpa artikulasi dengan vestibule [9].



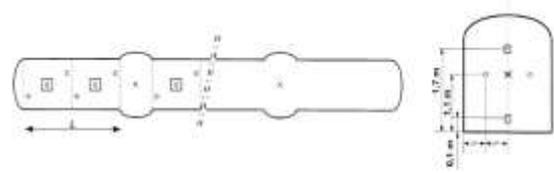
Key  
L length

Gambar 4. Posisi pengujian sirkulasi udara kereta tanpa artikulasi dan vestibule [9].

Apabila sarana kereta api tidak memiliki pembatas atau area pintu masuk antar sarana tidak memiliki pembatas fisik maka sarana harus dibagi menjadi dua atau tiga zona yang ditentukan sebagai berikut :

- Panjang  $\leq 10$  meter dibagi menjadi dua zona.
- Panjang  $> 10$  meter dibagi menjadi tiga zona.

Sedangkan untuk kereta dengan artikulasi dapat dilihat pada Gambar 5. Tujuan pengukuran ini adalah untuk menemukan lokasi dengan kecepatan udara paling tinggi, serta memvalidasi persyaratan kecepatan udara/sirkulasi udara dapat diterima dari sisi kenyamanan penumpang.



Key  
L length

Gambar 5. Posisi pengujian sirkulasi udara kereta dengan artikulasi [9].

Setiap sarana dengan panjang L harus dibagi menjadi satu atau lebih zona sebagaimana ditentukan sebagai berikut :

- Panjang  $> 10$  meter dibagi menjadi tiga zona.
- Panjang  $> 5$  meter dan  $\leq 10$  meter dibagi menjadi dua zona.
- Panjang  $\leq 5$  meter hanya satu zona.

Pengujian statis temperatur harus dilakukan untuk memastikan apakah peralatan pengkondisi udara dapat menjaga temperatur pada kondisi yang telah ditetapkan dalam kontrak. Pengujian ini dilakukan untuk kenyamanan penumpang/kru yang harus diperiksa sebagai pengujian rutin. Pengujian temperatur di Eropa mengacu pada standar EN 14750-2 tentang aplikasi perkeretaapian – pengkondisian udara pada *urban* dan *suburban rolling stock*. Pengujian temperatur dilakukan untuk mengukur temperatur ruangan dan temperatur permukaan seperti temperatur dinding kereta dan kaca.

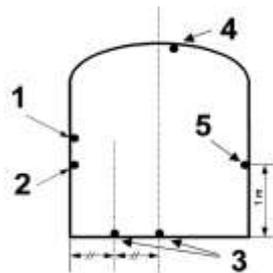
Pengujian temperatur ruangan dalam kereta dengan penggerak sendiri diukur pada ketinggian 1,1 meter diatas lantai dan pada ketinggian 1,7 meter diatas lantai pada posisi sebagaimana yang telah ditentukan. Posisi pengukuran temperatur udara untuk kereta tanpa artikulasi dapat dilihat pada gambar 3 dan

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 03-07-2023 | Selesai Revisi : 13-07-2023 | Diterbitkan Online : 02-04-2024

gambar 4 diatas, sedangkan untuk kereta dengan artikulasi dapat dilihat pada gambar 5.

Pengujian temperatur permukaan dilakukan untuk mengetahui temperatur permukaan yang sebenarnya, hal ini penting dalam tindakan pencegahan untuk melindungi terhadap pengaruh eksternal seperti radiasi, konveksi dan transmisi panas. Lokasi titik pengujian temperatur permukaan ditentukan sebagaimana terdapat dalam Gambar 6.



- Key
- 1 glass
  - 2 window frame
  - 3 floor
  - 4 ceiling
  - 5 side wall

Gambar 6. Lokasi titik pengujian temperatur permukaan [9].

### 3.3. Komparasi Standar Pengujian Statis Temperatur dan Sirkulasi Udara Di Indonesia Dan Eropa

Pada sub bab sebelumnya telah diuraikan mengenai standar pengujian statis yang meliputi pengujian sirkulasi udara dan pengujian temperatur yang berlaku di Indonesia dan Eropa. Standar pengujian statis yang berlaku di Indonesia mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan PM Nomor 13 Tahun 2011 tentang Standar, Tata Cara Pengujian dan Sertifikasi Kelaikan Kereta Dengan Penggerak Sendiri beserta peraturan lainnya yang terkait. Sedangkan standar pengujian statis pada kereta dengan penggerak sendiri

yang berlaku di Eropa yang mengacu pada *European Standard* EN 50215 tentang pengujian pada sarana perkeretaapian untuk pemenuhan konstruksi dan sebelum masuk ke pelayanan beserta standar turunannya. Standar Eropa ini telah disetujui oleh European Committee for Electrotechnical Standardization (CEN/CENELEC) pada 1 Juli 2009, anggota CENELEC terikat untuk mematuhi aturan internal CENELEC.

Untuk lebih jelas dalam merincikan perbedaan dari standar pengujian yang berlaku di kedua negara tersebut perlu dilakukan perbandingan atau komparasi. Tujuan dilakukan komparasi adalah untuk melihat kelebihan maupun kekurangan yang ada sehingga dari kelebihan yang dimiliki oleh standar pengujian statis yang berlaku Eropa diharapkan dapat menjadikan perbaikan terhadap regulasi atau standar pengujian statis yang berlaku di Indonesia. Berikut akan dijelaskan perbandingan dari kedua standar pengujian statis tersebut.

#### 1. Komparasi standar pengujian statis sirkulasi udara

Tabel 3. Perbandingan standar pengujian sirkulasi udara di Indonesia dan Eropa

Pembandingan	Standar Eropa	Standar Indonesia	Perbedaan
Item yang diuji	Kecepatan aliran udara dalam kereta.	Kecepatan aliran udara dalam	Tidak ada perbedaan.

#### Informasi Artikel

Nilai keberterimaan	Besar kecepatan aliran udara mengacu pada kontrak antara pembeli dan manufaktur.	Besar kecepatan aliran udara mengacu pada PM No. 13 tahun 2011 yaitu maksimum 0,5 m/s.	Standar Eropa tidak mengatur nilai keberterimaan kecepatan aliran udara secara spesifik sedangkan standar Indonesia sebesar maksimum 0,5 m/s.
---------------------	--	--	---

Tata cara pengujian	Posisi pengukuran dibedakan menjadi 3 yaitu: 1. Kereta tanpa artikulasi dengan vestibule (detail dapat dilihat pada gambar 3) 2. Kereta tanpa artikulasi dan vestibule (detail dapat dilihat pada gambar 4).	Pengujian dilakukan dalam 3 kondisi jendela dan pintu kereta tertutup.	Standar Eropa secara detail mengatur tata cara pengujian sirkulasi udara dengan membagi jenis kereta kedalam 3 kategori untuk menentukan jumlah titik pengujian yang perlu diambil Ketinggian titik pengujian juga diatur dalam standar ini. Hal ini belum diakomodir dalam standar yang berlaku di Indonesia.
---------------------	--	--	--

Ketentuan poin 1 dan 2 dapat dilihat pada sub bab 3.2.	Pengujian dilakukan dalam kondisi jendela dan pintu kereta tertutup. (detail dapat dilihat pada gambar 5) dengan ketentuan sebagaimana terdapat pada sub bab 3.2.:
--	--

## 2. Komparasi standar pengujian statis sirkulasi udara

Tabel 4. Perbandingan standar pengujian sirkulasi udara di Indonesia dan Eropa

Pembanding	Standar Eropa	Standar Indonesia	Perbedaan
Item yang diuji	Temperatur udara dan temperatur permukaan dalam kereta.	Temperatur udara dalam kereta.	Standar Eropa dilakukan pengujian
Nilai keberterimaan	Besar temperatur udara dan temperatur permukaan dalam kereta mengacu pada kontrak antara pembeli dan manufaktur.	Besar temperatur udara dalam kereta mengacu pada PM No. 13 tahun 2011 yaitu 22-26°C untuk ruangan dengan AC dan 2°C diatas temperatur luar untuk ruangan	Standar Eropa tidak mengatur nilai keberterimaan temperatur udara dan permukaan secara spesifik sedangkan standar Indonesia sebesar 22-26°C

Tabel 4. Lanjutan

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 03-07-2023 | Selesai Revisi : 13-07-2023 | Diterbitkan Online : 02-04-2024

Pembandingan	Standar Eropa	Standar Indonesia	Perbedaan
		untuk ruangan tanpa AC.	untuk ruangan AC dan 2°C diatas temperatur luar untuk ruangan tanpa AC.
Tata cara pengujian	1. Tata cara pengujian temperatur udara dilakukan sama persis dengan pengujian sirkulasi udara. 2. Pengujian temperatur permukaan dalam kereta. Pengujian dilakukan di 6 titik (detail titik/posisi pengukuran dapat dilihat pada gambar 6).	Pengujian dilakukan dalam kondisi jendela dan pintu kereta tertutup.	Standar Eropa secara detail mengatur tata cara pengujian temperatur permukaan dan temperatur udara dengan membagi jenis kereta menjadi 3 kategori untuk menentukan jumlah titik pengujian. Ketinggian titik pengujian juga diatur dalam standar ini. Hal ini belum diakomodir standar Indonesia.

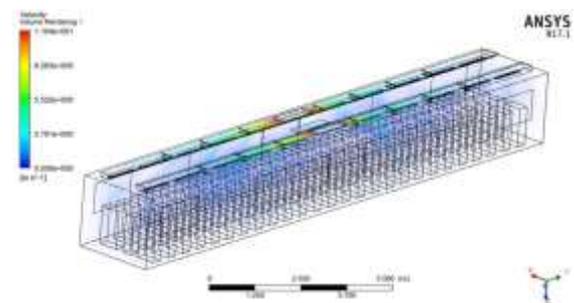
### 3.4 Validasi Data

Dalam penelitian ini validasi data dilakukan dengan membandingkan standar pengujian

yang berlaku di Indonesia dan Eropa dengan standar yang digunakan oleh PT. INKA (Persero) selaku produsen sarana kereta api yang ada di Indonesia. Data yang digunakan untuk perbandingan yaitu data simulasi software atau data desain, data prosedur pengujian statis serta data hasil pengujian statis. Dalam penelitian ini jenis kereta dengan penggerak sendiri yang dijadikan *sample* untuk validasi data yaitu kereta LRT Jabodebek trainset nomor 26. Alasan peneliti memilih kereta dengan penggerak sendiri tersebut karena kereta tersebut merupakan produk terbaru dari PT. INKA (Persero) serta menggunakan teknologi terkini yang dikembangkan dalam industri perkeretaapian dunia.

#### 1. Pengujian statis sirkulasi udara

Dalam memodelkan kecepatan udara atau sirkulasi udara di dalam LRT Jabodebek, PT. INKA (Persero) menggunakan bantuan software Ansys Fluent. Hasil simulasi software sirkulasi udara dalam LRT Jabodebek dapat dilihat dalam gambar 7.



Gambar 7. Distribusi kecepatan udara dalam sarana LRT Jabodebek [10].

Dari gambar diatas terlihat bahwa kecepatan aliran udara tertinggi berada di tengah dari sarana LRT Jabodebek dan sudah diakomodir lokasi titik pengukuran di bagian tengah sarana dalam pengujian sirkulasi udara yang berlaku di

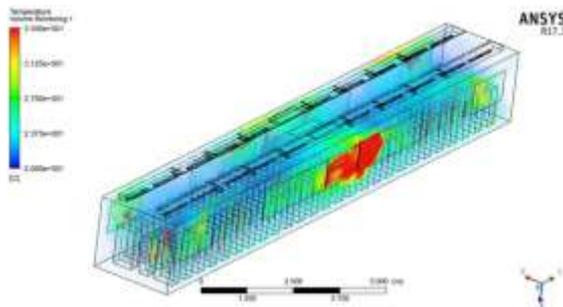
### Informasi Artikel

Eropa. Dari hasil simulasi desain didapatkan bahwa kecepatan udara rata-rata dalam sarana LRT Jabodebek sebesar 0,22 m/dtk.

Pada data prosedur pengujian statis sirkulasi udara yang terdapat di PT INKA dilakukan pengujian sirkulasi udara pada ketinggian 1,1 meter dan 1,7 meter dari atas lantai di beberapa titik. Pada penelitian ini diambil satu sample hasil pengujian sebagai validasi data yaitu trainset nomor 26 dengan hasil pengujian berkisar antara 0,1 m/dtk hingga 0,3 m/dtk untuk beberapa titik yang diambil baik pada kereta Motor *Car*, Motor dan *Trailer* [11]. Sehingga secara desain dan pengujian langsung di lapangan sirkulasi udara dalam sarana LRT Jabodebek masih memenuhi standar yaitu sebesar maksimal 0,5 m/dtk.

## 2. Pengujian statis temperatur

Dalam memodelkan distribusi temperatur di dalam LRT Jabodebek, PT. INKA (Persero) menggunakan bantuan software Ansys Fluent. Hasil simulasi software untuk temperatur dalam LRT Jabodebek dapat dilihat dalam gambar 8.



Gambar 8. Distribusi temperatur udara dalam sarana LRT Jabodebek [10].

Dari gambar diatas terlihat bahwa temperatur udara tertinggi berada di tengah dari sarana LRT Jabodebek dan sudah diakomodir lokasi titik pengukuran di bagian tengah sarana dalam pengujian temperatur udara yang berlaku di Eropa. Dari hasil simulasi desain juga

didapatkan bahwa temperatur udara rata-rata dalam sarana LRT Jabodebek sebesar 22,85°C.

Pada data prosedur pengujian statis sirkulasi udara yang terdapat di PT INKA dilakukan pengujian temperatur udara pada ketinggian 1,1 meter dan 1,7 meter dari atas lantai di beberapa titik. Pada penelitian ini diambil satu sample hasil pengujian sebagai validasi data yaitu trainset nomor 26 dengan hasil pengujian berkisar antara 22,6°C hingga 23,3°C untuk beberapa titik yang diambil baik pada kereta Motor *Car*, Motor dan *Trailer* [11]. Sehingga secara desain dan pengujian langsung di lapangan, sirkulasi udara dalam sarana LRT Jabodebek masih memenuhi standar yaitu sebesar 22-26°C.

## 3.5 Rekomendasi Pengujian Statis Temperatur dan Sirkulasi Udara Kereta Dengan Penggerak Sendiri

Berdasarkan uraian dan komparasi terhadap pengujian statis pada kereta dengan penggerak sendiri yang berlaku di Indonesia dan Eropa dapat dilihat terdapat beberapa perbedaan baik pada item pengujian, nilai keberterimaan serta tata cara pengujiannya. Perlu adanya perbaikan terhadap standar pengujian statis pada kereta dengan penggerak sendiri yang berlaku di Indonesia dengan belajar dari pengujian statis yang berlaku di Eropa. Berikut ini adalah rekomendasi yang diusulkan oleh peneliti pada penelitian ini terhadap perbaikan standar pengujian statis pada kereta dengan penggerak sendiri yang berlaku di Indonesia. Item pengujian sirkulasi udara pada kereta dengan penggerak sendiri baik di Indonesia maupun Eropa sama yaitu pengukuran

### Informasi Artikel

kecepatan udara dalam sarana kereta. Sedangkan pada pengujian temperatur udara terdapat perbedaan dimana di Indonesia hanya mengukur temperatur udara dalam sarana kereta dan di Eropa ditambahkan pengujian temperatur permukaan. Menurut peneliti perlu penambahan pengujian temperatur permukaan yang dapat mengacu pada standar Eropa.

Pengujian sirkulasi udara dan temperatur udara pada kereta dengan penggerak sendiri yang sejauh ini berlaku di Indonesia sudah cukup baik dimana sudah terdapat nilai keberterimaan yang menjadi acuan dalam pengujian. Nilai keberterimaan tersebut juga sudah diterapkan di PT. INKA (Persero) dimana nilai tersebut sudah memenuhi baik secara desain maupun pengujian langsung pada sarana khususnya untuk kereta dengan penggerak sendiri yang dilengkapi dengan AC. Nilai keberterimaan untuk pengujian temperatur permukaan dapat mengacu pada kontrak antara manufaktur dan pembeli atau dapat mengacu pada dokumen spesifikasi teknis.

Perbaikan dalam pelaksanaan tata cara pengujian statis sirkulasi udara, temperatur udara dan temperatur permukaan perlu dilakukan. Tata cara pengujian temperatur permukaan dalam kereta dengan penggerak sendiri dapat dilihat pada gambar 6 yang mengacu pada standar Eropa. Tata cara pengujian sirkulasi udara dan temperatur udara pada kereta dengan penggerak sendiri perlu dibedakan antara kereta tanpa artikulasi bogie dan kereta dengan artikulasi bogie serta lokasi dan ketinggian titik pengujian yang mengacu pada standar Eropa.

#### **4. Kesimpulan**

Berdasarkan uraian terhadap standar pengujian statis kereta dengan penggerak sendiri yang berlaku di Indonesia disimpulkan bahwa pengujian statis sirkulasi udara dan temperatur sudah terdapat acuan yang jelas mengenai item apa saja yang dilakukan pengujian, nilai keberterimaan yang menjadi acuan dalam pengujian. Namun dalam pengujian statis sirkulasi udara dan temperatur belum ada aturan terhadap tata cara pengujian yang detail.

Berdasarkan uraian terhadap standar pengujian statis kereta dengan penggerak sendiri yang berlaku di Eropa baik pada pengujian sirkulasi udara dan temperatur sudah terdapat acuan yang jelas mengenai item apa saja yang dilakukan pengujian dan tata cara pengujian. Namun nilai keberterimaan tidak diatur secara spesifik.

Berdasarkan komparasi terhadap standar pengujian statis kereta dengan penggerak sendiri yang berlaku di Indonesia dan Eropa, sebagian besar terdapat perbedaan baik pada item yang diuji, nilai keberterimaan dan tata cara pengujian. Persamaan yang dimiliki hanya pada item yang diuji untuk pengujian statis sirkulasi udara.

Pada pengujian statis sirkulasi udara perlu perbaikan dalam pelaksanaan tata cara pengujian dengan mengacu terhadap standar pengujian yang sudah diterapkan di Eropa. Pengujian temperatur udara perlu penambahan item uji dan perbaikan dalam pelaksanaan tata cara pengujian dengan mengacu terhadap standar pengujian yang sudah diterapkan di Eropa.

#### **Informasi Artikel**

### Daftar Rujukan

- [1] S. Malkhamah, I. Muthohar, D. Murwono, and Y. Wiarco, "Analisis kapasitas jalur dan kecelakaan kereta api," in *The 17th FSTPT International Symposium*, Jember: UGM Yogyakarta, 2014, pp. 1282–1290.
  - [2] Kementerian Perhubungan, "Rencana induk perkeretaapian nasional," Jakarta, 2018.
  - [3] H. Dwiatmoko, *Pengujian sarana perkeretaapian*. Jakarta: Kencana, 2016.
  - [4] T. Hidayat, "Risiko Pengoperasian Sarana Perkeretaapian Melebihi Usia Teknis, Taufik Hidayat RISIKO PENGOPERASIAN SARANA PERKERETAAPIAN MELEBIHI USIA TEKNIS THE OPERATION RISKS TOWARDS RAILWAY ROLLING STOCK ON TECHNICAL AGE EXCEEDS."
  - [5] Kementerian Perhubungan, "Perkeretaapian dalam angka," Jakarta, 2021.
  - [6] Sugiyono, *Statistika untuk penelitian*. Bandung: Alfabeta, 2012.
  - [7] A. Strauss and J. Corbin, *Dasar-dasar penelitian kualitatif*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2003.
  - [8] Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Perhubungan PM No. 13 tahun 2011 tentang standar, tata cara dan sertifikasi kelaikan kereta dengan penggerak sendiri." Jakarta, 2013.
  - [9] European Comitee for Standarization, "Railway application - air conditioning for urban and suburban rolling stock" Brussels, 2006.
  - [10] PT. INKA (Persero), "Temperature distribution analysis in trailer car LRTJabodebek project." Madiun, 2019.
  - [11] PT. INKA (Persero), "Inspection sheet auxiliary and control system test trainset 26 LRT Jabodebek project." Madiun, 2020.
- 
- 

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 03-07-2023 | Selesai Revisi : 13-07-2023 | Diterbitkan Online : 02-04-2024

---