

PERBANDINGAN PENGGUNAAN ALAT UKUR SIRKULASI UDARA PADA KERETA REL LISTRIK (KRL) DI DEPO DEPOK

COMPARISON OF USE OF AIR CIRCULATION MEASURING EQUIPMENT ON ELECTRIC RAIL TRAINS (KRL) IN DEPOK DEPOK

Gilang Ramadhan^{1, *}, Muhardjito², Femmy Sofie Schouten³

Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD^{1,2,3}

Jalan Raya Setu No. 89 Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

Email: gilangramadhhhan@gmail.com*

Diterima Juli 2024, Direvisi Juli 2024, Disetujui Juli 2024, Diterbitkan Juli 2024

ABSTRAK

Pengujian sirkulasi udara dalam sarana perkeretaapian merupakan aspek penting untuk memastikan kenyamanan dan keselamatan penumpang. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 49 Tahun 2023, kecepatan udara maksimum yang diperbolehkan adalah 0,5 m/detik. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil pengukuran, spesifikasi, keakuratan dan sensitivitas, serta kelebihan dan kekurangan dua alat, yaitu Multi *Anemometer* dan *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement*, dalam pengujian sirkulasi udara di kabin penumpang dan kabin masinis. Metode penelitian melibatkan pengukuran langsung dan nilai pembobotan Scoring

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement* memiliki hasil rata-rata kecepatan udara antara 0,2-0,4 m/detik, sementara Multi *Anemometer* menunjukkan hasil rata-rata antara 0,3-0,5 m/detik. *Anemometer Wind Speed* memiliki keakuratan dan sensitivitas lebih tinggi dibanding Multi *Anemometer*. Kemudian, *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement* memiliki kelebihan berupa akurasi dan sensitivitas tinggi, batang detektor yang dapat dilepas, fitur penyimpanan data, kemampuan menghitung nilai rata-rata, dan fitur alarm, mendukung pengukuran pada jarak lebih jauh, namun memiliki kekurangan seperti rentang pengukuran terbatas, penggunaan lebih kompleks, ukuran dan berat lebih besar, serta waktu auto power-off lebih lama. Sementara itu, Multi *Anemometer* mengukur berbagai parameter lingkungan, dengan desain kompak dan ringan, serta keakuratan dan sensitivitas cukup baik untuk multi-parameter namun tidak sebaik *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement*, dan kekurangannya adalah akurasi sedikit lebih rendah, jangkauan pengukuran lebih terbatas, dan tidak dilengkapi fitur alarm serta penyimpanan data.

Maka, dapat disimpulkan bahwa *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement* lebih cocok digunakan untuk pengukuran sirkulasi udara di sarana perkeretaapian karena akurasi dan sensitivitasnya yang tinggi, fitur yang mendukung pengukuran jarak jauh, serta kemampuan untuk menyimpan data dan memberikan alarm. Pemilihan alat yang tepat seperti ini akan memberikan kontribusi yang signifikan dalam memastikan kondisi udara yang optimal di dalam kereta api, yang pada akhirnya meningkatkan kenyamanan dan keselamatan bagi penumpang dan awak kabin.

Kata Kunci: Sirkulasi Udara; Multi *Anemometer*; *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement*; Sarana Perkeretaapian

ABSTRACT

Air circulation testing in railroad facilities is an important aspect to ensure passenger comfort and safety. Based on the Minister of Transportation Regulation No. 49 of 2023, the maximum allowable air velocity is 0.5 m/sec. This study aims to compare the measurement results, specifications, accuracy and sensitivity, as well as the advantages and disadvantages of two tools, namely Multi Anemometer and Anemometer Wind Speed Air Volume

Temperature Measurement, in testing air circulation in passenger cars and machinists' cabins. The research method involves direct measurement and.

The test results show that the Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement has an average air velocity result between 0.2-0.4 m/sec, while the Multi Anemometer shows an average result between 0.3-0.5 m/sec. The Wind Speed Anemometer has higher accuracy and sensitivity than the Multi Anemometer. Then, the Wind Speed Air Volume Temperature Measurement Anemometer has the advantages of high accuracy and sensitivity, removable detector rod, data storage feature, ability to calculate average value, and alarm feature, supports measurements at longer distances, but has disadvantages such as limited measurement range, more complex use, larger size and weight, and longer auto power-off time. Meanwhile, the Multi Anemometer measures various environmental parameters, with a compact and lightweight design, and the accuracy and sensitivity are good enough for multi-parameters but not as good as the Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement, and the disadvantages are slightly lower accuracy, more limited measurement range, and no alarm feature and data storage.

Therefore, it can be concluded that the Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement is more suitable for air circulation measurement in railways due to its high accuracy and sensitivity, features that support remote measurement, and the ability to store data and provide alarms. Proper selection of tools such as these will make a significant contribution in ensuring optimal air conditions inside the train, ultimately improving comfort and safety for passengers and cabin crew.

Keywords: *Air Circulation; Multi Anemometer; Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement; Railway Facilities.*

I. Pendahuluan

Salah satu sarana transportasi darat yang memainkan peran penting dalam pembangunan semua sektor di Indonesia adalah kereta api, yang telah dihidupkan kembali sebagai infrastruktur transportasi penting (Schouten, 2021).

Transportasi kereta rel listrik (KRL) merupakan salah satu moda transportasi massal yang sangat penting di wilayah perkotaan. KRL menawarkan solusi transportasi yang efisien, cepat, dan ramah lingkungan bagi jutaan penumpang setiap harinya. Seiring dengan meningkatnya jumlah pengguna KRL, kualitas pelayanan dan kenyamanan penumpang menjadi perhatian utama bagi penyedia layanan kereta (Pandini, 2024).

Menurut PM Nomor 56 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Balai Pengujian Perkeretaapian, 2023 pada pasal 2 bahwa Balai Pengujian Perkeretaapian mempunyai tugas melaksanakan pengujian prasarana, sarana, dan sumber daya manusia perkeretaapian.

Menurut PM Nomor 49 Tahun 2023 Tentang Standar Tata Cara Pengujian, dan Sertifikasi Kelaikan Kereta Api Kecepatan Normal Dengan Penggerak Sendiri, pada

pasal 10 ayat 1 huruf (d) pengujian statis berkala tahunan salah satunya adalah pengujian sirkulasi udara. Pengujian sirkulasi udara dalam sarana perkeretaapian merupakan salah satu aspek penting dalam memastikan kenyamanan dan keselamatan penumpang. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan alat pengukuran yang dapat memberikan data akurat tentang sirkulasi udara di dalam kereta api.

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian Pada pasal 105 bahwa pengujian sarana perkeretaapian wajib menggunakan peralatan pengujian dan sesuai dengan tata cara pengujian yang ditetapkan oleh Menteri. alat Pengujian pada Balai Pengujian Perkeretaapian memiliki berbagai model alat pengujian sirkulasi udara untuk sarana perkeretaapian yaitu *Multi Anemometer* dan *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurment*. masing-masing alat terdapat perbedaan pada hasil pengukuran sirkulasi udara, serta tingkat akurasi dalam pengukuran sirkulasi udara yang dimana salah satu alat dirancang khusus untuk aplikasi HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning), yang merupakan teknologi untuk pengaturan

suhu, kelembaban, dan kualitas udara di dalam ruangan.

kedua alat memiliki kelebihan dan kekurangan yang berpengaruh pada pengujian sirkulasi udara, pada alat *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurment* yang memiliki Batang detektor (Probe) yang bisa dipanjangkan sehingga memudahkan jangkauan dalam pengukuran. Sesuai dengan PM 175 Tahun 2015 tentang Standar Spesifikasi Teknis Kereta Kecepatan Normal Dengan Penggerak Sendiri, pasal 21 ayat (2) huruf c, kecepatan aliran udara maksimum yang diterima penumpang adalah 0,5 m/detik, yang dimana kedua alat yang di gunakan Balai Pengujian Perkeretaapian sudah memenuhi standar spesifikasi teknis dalam pengujian sirkulasi udara.

Pemilihan alat yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa pengujian sirkulasi udara menghasilkan data yang akurat dan mendukung pengoperasian kereta api yang aman dan nyaman.

II. Metodologi

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Pengujian Perkeretaapian. Waktu yang digunakan untuk melaksanakan penelitian yaitu pada saat pelaksanaan Praktek Kerja Lapangan (PKL) dan Magang terhitung sejak bulan Februari sampai dengan bulan Mei 2024.

B. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara melihat langsung proses penggunaan alat *Multi Anemometer* dan *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement*.

Sedangkan untuk pengumpulan data sekunder dilakukan dengan studi kepustakaan dan data dari Balai Pengujian Perkeretaapian terkait alat pengujian sirkulasi udara sarana perkeretaapian.

C. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah semua data terkumpul. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder untuk dapat selanjutnya menganalisis perbedaan alat pengujian dari proses penelitian. Dimana ada beberapa hal data yang diolah dari hasil pengumpulan data primer yakni hasil pengukuran alat, pengamatan penggunaan, dan proses penggunaan kedua alat.

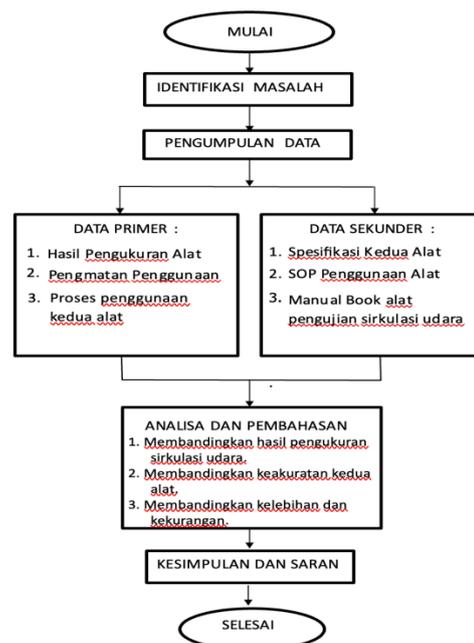
D. Analisis Data

1. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengolah atau memproses data menjadi sebuah hasil atau informasi yang valid dan mudah dipahami. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis perbedaan hasil pengukuran alat, analisis perbedaan keakurasian alat pengujian, dan analisis mengenai kelebihan dan kekurangan alat pengujian dengan metode deskriptif kualitatif.

2. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir dalam penelitian yang merepresentasikan hubungan dari penelitian adalah sebagai berikut:



III. PEMBAHASAN

A. Kondisi Eksisting Alat Ukur Sirkulasi Udara

1. Multi *Anemometer*

Alat ini merupakan instrumen pengukuran multifungsi yang sering digunakan dalam pengukuran sirkulasi udara, suhu dan intensitas cahaya. Alat ini dapat mengukur kecepatan udara, suhu udara, suhu lingkungan, kelembaban relatif, suhu kontak, dan intensitas cahaya. Untuk memastikan alat ini berfungsi dengan optimal, terdapat beberapa poin penting terkait alat pengujian ini yaitu fitur yang dimiliki berupa data hold, fungsi min/max, tombol penyesuaian nol (meter cahaya), indikator baterai rendah, dan *auto shut off*, dengan desain kompak dan dapat dioperasikan dengan satu tangan. Selain itu, alat pengujian ini memiliki waktu respon cepat, indikator baterai rendah, dan auto shut off untuk menghemat baterai.

2. *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement*

Alat ini memiliki fungsi untuk mengukur kecepatan angin, volume udara, dan

suhu. Namun terdapat beberapa kondisi yang penting untuk diketahui seperti probe teleskopik ramping yang mudah digunakan untuk mengukur kecepatan angin di pipa dan ventilasi, tombol penyimpanan yang nyaman (dapat menyimpan 99 set data dan mendukung perhitungan rata-rata dari data yang disimpan dengan desain sensor dan tubuh yang terpisah, menggunakan komunikasi nirkabel RF, sehingga pengguna tidak lagi terkena belenggu dan kendala kabel. Layar dapat membaca secara *realtime* walaupun berjarak 30 m dari sensor.

B. Analisis Perbedaan Hasil Pengukuran

Pengujian sirkulasi udara ini dilakukan pada sarana KRL di Depo Depok KCI Pengujian dilakukan pada sarana KRL dengan identitas nomor sarana TS205JR33 SF8 yang diuji secara statis berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 49 Tahun 2023 tentang Standar, Tata Cara Pengujian, dan Sertifikasi Kelaikan Kereta Api Kecepatan Normal Dengan Penggerak Sendiri. Pengujian statis ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi lingkungan dan sirkulasi udara di kereta penumpang dan kabin masinis KRL guna memastikan kelayakan operasi.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sarana KRI, Nomor Sarana TS205JR3

NOMOR SARANA KABIN PENUMPANG	STANDAR (m/detik)	Hasil Pengukuran		Selisih Pengukuran
		Multi Anemometer	Anemometer Wind Speed	
K1 1 86 62	≤0,5	0,2	0,3	0,1
K1 1 86 63	≤0,5	0,4	0,5	0,1
K1 1 86 64	≤0,5	0,2	0,3	0,1
K1 1 86 65	≤0,5	0,3	0,4	0,1
K1 1 86 66	≤0,5	0,2	0,3	0,1
K1 1 86 67	≤0,5	0,3	0,4	0,1
K1 1 86 68	≤0,5	0,2	0,3	0,1
K1 1 86 69	≤0,5	0,3	0,4	0,1

NOMOR SARANA KABIN MASINIS	STANDAR (m/detik)	Hasil Pengukuran		Selisih Pengukuran
		Multi Anemometer	Anemometer Wind Speed	
K1 1 86 62	≤0,5	0,2	0,3	0,1
K1 1 86 69	≤0,5	0,3	0,4	0,1

Sumber: Tim Penguji Sarana Balai Pengujian Perkeretaapian, 2024

Berdasarkan Tabel terlihat pada hasil pengukuran Multi Anemometer terlihat lebih kecil dibandingkan dengan *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurment* yang memiliki hasil pengukuran lebih tinggi, dimana perbedaan hasil pengukuran kedua alat ini tidak terlalu signifikan yang memiliki rata-rata selisih 0,1 m/s, namun dari hasil pengukuran ini pada kedua alat pengukuran sirkulasi udara ini berdasarkan dari spesifikasi dari kedua alat tersebut dimana alat *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurment* yang memiliki tingkat keakurasian lebih tinggi sehingga pengukuran yang dihasilkan lebih mendekati dengan hasil yang sebenarnya dibandingkan dengan alat Multi *Anemometer*. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia

Nomor 175 Tahun 2015 Tentang Standar Spesifikasi Teknis Kereta Kecepatan Normal Dengan Penggerak Sendiri, pada pasal 21 ayat 2 huruf (c) kecepatan aliran udara yang diterima penumpang maksimum 0,5 m/ detik.

C. Analisis Perbedaan Keakurasian Alat

Alat Multi *Anemometer* dan *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurment*. adalah dua alat *Anemometer* yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin di sarana perkeretaapian, tetapi mereka memiliki perbedaan dalam keakurasian mereka. Berikut adalah perbedaan keakurasian dan sensitivitas pada alat Multi *Anemometer* dan *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurment*.

Tabel 2 Spesifikasi Alat Pengujian

Spesifikasi	Multi Anemometer	Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurment
Kecepatan Udara	0.4 to 30.0 m/dtk	0.2 to 20.00 m/dtk
Akurasi	3% FS (≤ 20 m/dtk), $\pm 4\%$ FS (≥ 20 m/dtk)	1 % + 1 digit full scale
Resolusi	0.01m/s, 1 fpm	0.01m/s, 1 fpm

Sumber: Hasil Analisis, 2024

1. Multi Anemometer

Mempunyai tingkat keakurasian dalam pengukuran kecepatan udara yaitu < 20 m/s: $\pm 3\%$ FS dan ≥ 20 m/s: $\pm 4\%$ FS, artinya dalam pengukuran sirkulasi udara < 20 m/s: $\pm 3\%$ FS" berarti bahwa untuk kecepatan aliran udara kurang dari 20 m/s, perangkat tersebut memiliki toleransi kesalahan pengukuran sekitar 3% dari nilai Full Scale-nya, dan ≥ 20 m/s: $\pm 4\%$ FS berarti bahwa untuk kecepatan aliran udara yang sama atau lebih besar dari 20 m/s, perangkat tersebut memiliki toleransi kesalahan pengukuran sekitar 4%

2. Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurment

Mempunyai tingkat keakurasian dalam pengukuran kecepatan udara yaitu 1 % + 1 digit full scale, berarti bahwa kesalahan pengukuran: 1% dari nilai maksimum yang bisa diukur alat (skala penuh)

Analisis keakurasian kedua anemometer yang digunakan dalam pengujian sirkulasi udara pada perkeretaapian menunjukkan bahwa masing-masing alat memiliki tingkat akurasi yang berbeda namun konsisten dalam pengukuran kecepatan angin. Pada spesifikasi Multi Anemometer menunjukkan akurasi kecepatan angin sebesar $\pm 3\%$ FS untuk kecepatan di bawah 20 m/s dan $\pm 4\%$ FS untuk kecepatan 20 m/s atau lebih, menunjukkan kemampuan alat

ini dalam memberikan hasil pengukuran yang cukup andal terutama pada kecepatan angin yang lebih rendah, sedangkan Anemometer *Wind Speed Air Volume Temperature Measurement* memiliki akurasi yang lebih tinggi yaitu $\pm 1,0\%$ dari pembacaan, yang berarti alat ini mampu memberikan hasil yang lebih presisi dibandingkan dengan Multi Anemometer.

D. Kelebihan dan Kekurangan Antar Anemometer

Multi Anemometer dan Anemometer *Wind Speed Air Volume Temperature Measurment*, berikut adalah kelebihan dan keunggulan kedua alat, Anemometer Wind Speed memiliki beberapa keunggulan dibandingkan Multi Anemometer. Keunggulan Wind Speed meliputi adanya Batang detektor (Probe) yang bisa dilepas untuk jangkauan pengukuran yang lebih jauh, fitur penyimpanan data dengan tombol SIMPAN, serta kemampuan menghitung nilai rata-rata untuk keandalan hasil yang lebih tinggi. Selain itu, Wind Speed dilengkapi dengan fitur auto power-off yang lebih lama (15 menit) dan memiliki akurasi tinggi. Kombinasi fitur-fitur ini menjadikan Wind Speed lebih efisien dan handal dalam pengukuran sirkulasi udara.

Tabel 3 Kelebihan dan Kekurangan antar *Anemometer*

<i>Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement</i>		<i>Multi Anemometer</i>	
Kelebihan	Kekurangan	Kelebihan	Kekurangan
Memiliki Batang detektor (Probe) yang bisa dilepas untuk jangkauan lebih jauh karena bersifat nirkabel.	Rentang pengukuran terbatas.	Mengukur kecepatan udara, suhu dan cahaya .	Jangkauan Terbatas karena Tidak memiliki antena detektor.
Akurasi tinggi	Tidak mengukur kelembapan dan cahaya.	Rentang Pengukuran Luas karena mendukung berbagai satuan pengukuran	Akurasi sedikit lebih rendah yang mungkin mempengaruhi ketepatan hasil dalam kondisi tertentu.
Kemudahan Penyimpanan Data karena adanya tombol simpan.	Kompleksitas Penggunaan	Portabilitas Tinggi karena Desain yang lebih kompak dan ringan.	Tidak memiliki alarm.
Penghitungan Nilai Rata-rata untuk meningkatkan keandalan hasil pengukuran.	lebih besar dan berat.	Auto poweroff lebih singkat yakni 10 menit	Tidak ada opsi penyimpan data pengukuran.
Memiliki fitur alarm saat ambang batas terlampaui.	Auto power-off lebih lama yakni 15 menit	Hanya menggunakan satu jenis baterai	Tidak bisa menghitung nilai rata-rata.

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Multi *Anemometer* juga memiliki keunggulan dalam hal multifungsi dengan berbagai parameter pengukuran yang mencakup kecepatan angin, volume udara, suhu, dan kelembapan, serta portabilitas tinggi karena desain yang lebih kompak dan ringan. Namun, alat ini tidak memiliki fitur alarm atau peringatan khusus yang dapat meningkatkan keamanan dan monitoring kondisi lingkungan.

Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement menunjukkan keunggulan signifikan dalam beberapa aspek penting. Alat ini memiliki batang (*Probe*) yang bisa dilepas, memberikan fleksibilitas jangkauan dan sifat nirkabel

yang memudahkan penggunaannya dalam berbagai kondisi. Keakuratan yang tinggi serta kemudahan penyimpanan data dengan tombol SIMPAN dan fitur penghitungan nilai rata-rata meningkatkan keandalan hasil pengukuran. Selain itu, fitur alarm yang tersedia memberikan peringatan saat ambang batas terlampaui, menambah keamanan dan keefektifan alat ini. Namun, alat ini memiliki kekurangan dalam beberapa hal, seperti tidak mengukur kelembapan, cahaya, dan tidak memiliki termometer digital tipe-K. Kompleksitas

1. Metode scoring pembobotan
Pembobotan juga dikenal sebagai proses pengambilan keputusan yang melibatkan

pertimbangan berbagai aspek dan memberikan bobot tertentu pada masing-masing faktor tersebut. Prosedur ini dapat dilakukan secara objektif dengan menggunakan perhitungan statistik atau secara subjektif berdasarkan pertimbangan

tertentu, yang harus didasarkan pada pemahaman yang komprehensif tentang proses tersebut (Hening, R. R. S., 2023). Adapun hasil analisisnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4 Metode Pembobotan

Kriteria	Bobot (%)	Anemometer <i>Wind Speed</i>	Skor Tertimbang	Multi Anemometer	Skor Tertimbang
Batang Detektor	10	9	0,9	3	0,3
Rentang Pengukuran	10	4	0,4	8	0,8
Akurasi	10	9	0,9	6	0,6
Penyimpanan Data	10	8	0,8	2	0,2
Penghitungan nilai rata-rata	10	8	0,8	2	0,2
Fitur Alarm	10	8	0,8	2	0,2
Pengukuran kelembapan dan Cahaya	5	2	0,1	8	0,4
Termometer digital tipe-K	5	2	0,1	8	0,4
Kompleksitas penggunaan	10	5	0,5	7	0,7
Portabilitas	10	4	0,4	8	0,8
Auto Power Off	10	5	0,5	7	0,7
Total	100	64	6,2	61	5,3

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan tabel di atas, Anemometer *Wind Speed Air Volume Temperature Measurement* memiliki total skor tertimbang yang lebih tinggi (6,2) dibandingkan Multi Anemometer (5,3), perbedaan ini menunjukkan bahwa setiap alat memiliki kekuatan yang spesifik dan penggunaannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dari pengukuran yang akan dilakukan.

IV. Kesimpulan

Untuk menjawab rumusan masalah, setelah dilakukan analisis dengan menggunakan data primer dan data sekunder, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisis perbedaan hasil, terdapat selisih pengukuran antara kedua alat ini, seperti pada kabin penumpang dengan nomor K1 1 86 82 yaitu pada alat Multi *Anemometer* terdapat hasil pengukuran 0,2 m/s sedangkan pada alat *Anemometer Wind Speed Air*

- Volume Temperature Measurement* hasil pengukuran 0,3 m/s, sehingga perbedaan hasil pengukuran antara kedua alat ini tidak terlalu signifikan yaitu dengan selisih perbedaan rata-rata 0,1 m/s.
2. Berdasarkan hasil analisis perbedaan keakurasian, kedua alat ini memiliki tingkat keakurasian yang berbeda dimana alat *Multi Anemometer* memiliki tingkat akurasi sebesar $\pm 3\%$ FS untuk kecepatan di bawah 20 m/s dan $\pm 4\%$ FS untuk kecepatan 20 m/s atau lebih, sedangkan alat *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement* memiliki tingkat keakurasian sebesar $\pm 1\%$ FS dari 0,1 m/s sampai 20 m/s, dimana alat ini mempunyai keakurasian lebih tinggi dibandingkan *Multi Anemometer*
 3. Berdasarkan hasil analisis kelebihan, dapat diketahui bahwa alat *Multi Anemometer* mempunyai kelebihan Multi-Fungsi seperti dapat melakukan pengukuran kecepatan udara, suhu dan intensitas cahaya, Portabilitas Tinggi karena Desain yang lebih kompak dan ringan, Rentang Pengukuran Luas karena mendukung berbagai satuan pengukuran, sedangkan pada alat *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement* memiliki kelebihan berupa akurasi yang lebih tinggi, Batang detektor (*Probe*) yang dapat dilepas, fitur penyimpanan data, kemampuan menghitung nilai rata-rata, dan fitur alarm, mendukung pengukuran pada jarak lebih jauh,

V. Saran

Saran yang dapat diberikan kepada Balai Pengujian Perkeretaapian adalah sebagai berikut :

1. Pada pengukuran sirkulasi udara dengan menggunakan *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement* mendapatkan hasil pengukuran yang lebih akurat dan hasil yang lebih sesuai dengan aliran udara pada kabin penumpang dan masinis, maka

penggunaan alat ini disarankan untuk dipakai pada pengujian sirkulasi udara.

2. Pada keakurasian pengukuran sirkulasi udara dengan menggunakan alat *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement* mempunyai tingkat keakurasian yang lebih tinggi dengan kesalahan pembacaan pengukuran sebesar $\pm 1\%$ skala penuh, maka alat ini disarankan pada pengujian sirkulasi udara
3. Terdapatnya Batang detektor (*Probe*) yang dapat dilepas sehingga memudahkan jangkauan pengukuran dan mempunyai fitur penyimpanan sampai 99 data hasil pengukuran yang memudahkan pelaksanaan pengujian setiap perpindahan tempat pada alat pengujian sirkulasi udara dengan menggunakan alat *Anemometer Wind Speed Air Volume Temperature Measurement*, maka alat ini disarankan pada pengujian sirkulasi udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian. n.d. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian*. Jakarta.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 44 Tahun 2018 tentang Persyaratan Teknis Peralatan Persinyalan Perkeretaapian. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 49 Tahun 2023 tentang Standar, Tata Cara Pengujian, dan Sertifikasi Kelaikan Kereta Api Kecepatan Normal Dengan Penggerak Sendiri. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 56 Tahun 2023 tentang Organisasi dan Tata Kerja Balai Pengujian Perkeretaapian.

- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 175 Tahun 2015 Tentang Standar Spesifikasi Teknis Kereta Kecepatan Normal Dengan Penggerak Sendiri
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 7 Tahun 2022 Tentang Penyelenggaraan Kereta Api Kecepatan Tinggi
- Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian.
- Fikri, W. A., Fhazrel, F. P., & Fahmi, R. A. (2018). Analisis Kepuasan Pelanggan PT. Kereta Api Indonesia (Persero).
- Fluke Corporation. (2010). User's Manual User's Manual. 2886(408), 1–38.
- Hening, R. R. S., 2023. (2023). Pengukuran Kinerja Supply Chain Berdasarkan Aspek Customer Facing Dengan Metode Supply Chain Operation Reference (Scor) Pada Pt. Hari Mukti Teknik. *Industrial Engineering Online Journal*.
- Pandini, A. (2024). *solusi transportasi masal yang efisien dan ramah lingkungan*. <https://kumparan.com/amanda-pandini/krl-solusi-transportasi-masal-yang-efisien-dan-ramah-lingkungan-232rMXqFAAf>
- Reeds Instruments. (2024). REED LM-8000 Multi-Function Environmental Meter. <https://www.reedinstruments.com/product/reed-lm-8000-multi-function-windmeter>, diakses pada: 12 Juni 2024.
- Schouten, F. sofie. (2021). Kontribusi Keberlangsungan Usaha Jasa Layanan Transportasi Publik Kereta Rel Listrik Commuter Line Terhadap Produk Domestik Bruto Sub Sektor Angkutan Darat. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)*, 5 (2).