

# Design of an Intelligent Cooling System for the E-Inobus Battery Box

Prasetyo Adi Nugroho<sup>a,1</sup>, Purno Tri Aji<sup>a,2,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Electrical and Electronic Engineering, Vocational Faculty, UNY

<sup>1</sup> [prasetyoadi.2019@student.uny.ac.id](mailto:prasetyoadi.2019@student.uny.ac.id); <sup>2</sup> [purno.tri@uny.ac.id](mailto:purno.tri@uny.ac.id)

\* Corresponding Author

## ARTICLE INFO

### Article History

Received 20 Oct. 2023

Revised 23 Nov. 2023

Accepted 03 Jan. 2024

### Keywords

E-Inobus,

Battery,

Cooling System.

## ABSTRACT

The battery Pack is an important component used as a source of electrical energy in E-Inobus. Therefore, an effective cooling system is required to ensure optimal conditions. So, to maintain the performance and safety of the battery pack, a system that can control the air in the battery box is needed. The purpose of this final project is to design a tool known as functional and performance testing. This research uses the R&D method that refers to the ADDIE model. The object of this research is the optimization of the cooling system in the battery box. Data collection and testing of this tool are carried out functionally, and the performance of the tool is tested. Testing the performance of the tool. The result of this research is to successfully make a cooling system optimization tool that is made using a reconditioned box and cooling system optimization tool made using a reconditioned box and Wemos Mega 2560 as a microcontroller, with testing and functional testing on DHT22 has an average difference of 0.65°C. Average difference of 0.65 ° C on the DHT22 sensor (1) and 0.32 ° C on the DHT sensor (2), then the performance test of the device. DHT sensor (2) then tests the performance when working optimally at a fan speed of 6000 Rpm with a temperature of 25 ° C, and getting optimal results can reduce the temperature by 5 ° C.

*Battery Pack* merupakan komponen penting yang digunakan sebagai sumber energi listrik pada E-Inobus, oleh karena itu memerlukan sistem pendingin yang efektif untuk memastikan kondisi yang optimal. Untuk menjaga performa dan keamanan *battery pack* dibutuhkan sistem yang dapat mengontrol udara dalam *box battery*. Tujuan dari proyek akhir ini adalah untuk merancang bangun alat, mengetahui pengujian secara fungsional serta kinerja, dan mendapatkan. Penelitian ini menggunakan metode R&D yang mengacu pada model ADDIE. Objek penelitian ini adalah optimalisasi sistem pendingin pada *box battery*. Pengumpulan data dan pengujian alat ini dilakukan secara fungsional serta menguji kinerja alat. Hasil dari penelitian ini adalah berhasil membuat alat optimalisasi sistem pendingin yang dibuat menggunakan box rekondisi dan Wemos Mega 2560 sebagai mikrokontroler, dengan pengujian fungsional pada DHT22 memiliki selisih rata-rata sebesar 0,65°C pada sensor DHT22(1) dan 0,32°C pada sensor DHT(2) kemudian kinerja saat bekerja secara optimal pada kecepatan fan 6000 Rpm dengan temperatur sebesar 25°C dan mendapatkan hasil yang optimal dapat menurunkan suhu sebesar 5°C.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



## 1. Pendahuluan

Pertumbuhan kendaraan listrik saat ini mencapai tahap di mana semua teknologi pendukungnya telah berkembang pesat dibandingkan dengan masa awal dan pertengahan perkembangannya. Sebagai contoh, kemajuan dalam teknologi manufaktur dan material, mesin listrik, elektronika daya, dan mikroelektronika telah menghasilkan komponen-komponen yang memiliki spesifikasi tinggi serta ukuran dan berat yang lebih kecil [1].

E-Inobus merupakan inovasi terbaru dalam industri transportasi yang dikembangkan oleh PT.INKA, sebuah perusahaan manufaktur kendaraan di Indonesia. Dalam rangka mengurangi dampak negatif kendaraan berbahan bakar fosil terhadap lingkungan, E-Inobus menggunakan sumber daya energi yang bersih dan terbarukan, yaitu listrik [2].

*Battery pack* pada bus listrik merupakan tempat yang digunakan untuk penyimpanan energi listrik dengan skala besar dan beroperasi secara penuh dengan menggunakan sumber daya listrik. *Battery pack* pada bus listrik menggunakan teknologi baterai lithium-ion seperti LiFePO<sub>4</sub> (*Lithium Iron Phosphate*). LiFePO<sub>4</sub> adalah salah satu varian katoda yang umum digunakan dalam baterai lithium-ion [3]. Baterai lithium-ion dapat beroperasi dan bekerja secara optimal dalam rentang suhu 25°C sam- pai 50°C . Selain itu, penting juga mempertahankan gradien temperatur maksimal sebesar 5°C agar kinerja baterai tetap optimal [4].

Sebagai sumber energi utama pada bus listrik, *E-Inobus* menggunakan 5 buah *battery pack* untuk menyediakan daya ke komponen-komponen kelistrikan yang digunakan di bus termasuk motor traksi [5]. *Battery pack* tersebut dilengkapi sistem pendingin yang menggunakan udara dingin yang berasal dari AC (*Air Conditioner*) di dalam kabin bus. Udara dingin ini kemudian didistribusikan ke *battery pack* dengan menggunakan kipas penghisap melalui pipa fleksibel. Kendala muncul ketika menggunakan sistem pendinginan dari AC menyebabkan peningkatan kelembapan udara di dalam *box battery*. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya kondensasi yang berpotensi menyebabkan korsleting atau hubungan pendek dalam *box battery*.

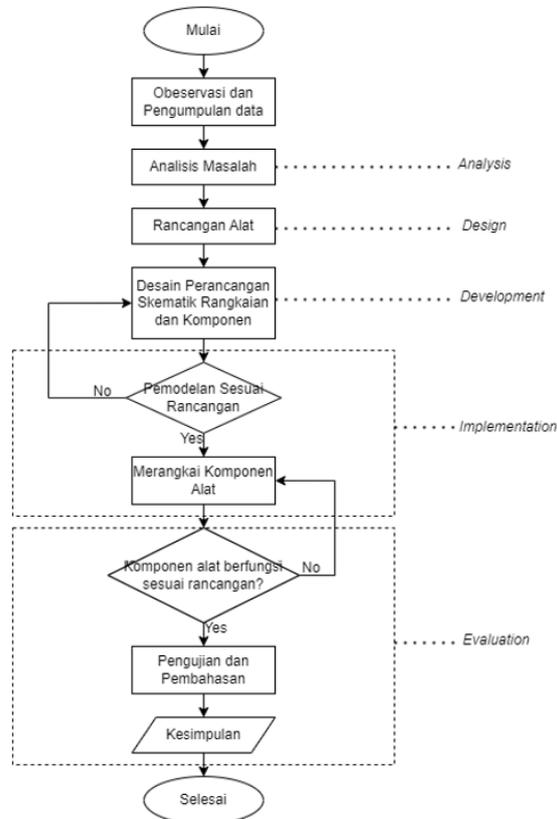
Kondensasi merupakan salah satu fenomena yang umumnya diteliti dalam bidang perpindahan panas. Tekanan, kelembapan dan temperatur udara merupakan faktor penentu dalam terjadinya kondensasi. Pada saat konsentrasi udara meningkat maka akan mulai terjadi kondensasi pada dinding [6]. Hal ini terjadi ketika panas dilepaskan dan menyebabkan perubahan fase dari uap menjadi cairan [7]. Kondensasi juga terjadi di *box battery E-Inobus* dimana terdapat perbedaan suhu yang signifikan. Temperatur jenuh pada suatu zat dapat diketahui dengan cara mencari titik embun (*dew point temperature*). Apabila temperatur uap berada pada dew point temperature (Tdp) maka akan terjadi kondensasi [8]. Untuk mengatasi terjadinya kondensasi di dalam *box battery* diperlukan upaya optimalisasi pada desain dan sistem pendinginan pada *battery pack*.

Beberapa alat belakangan ini sering dihubungkan dengan internet untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaannya. Dengan konsep ini, berbagai perangkat dapat diatur dan dikontrol dari jarak jauh melalui akses internet, tak terbatas pada lokasi tertentu [9]. Pada *box battery E-Inobus* suhu dan kelembapan di dalamnya belum dapat dimonitoring. Sehingga pemantauan pada *box battery* hanya dapat dilakukan dengan mengecek langsung pada *box battery*.

## 2. Pendekatan Pemecahan Masalah

### 2.1. Metode Penelitian

Dalam model ADDIE, langkah awalnya adalah melakukan analisis terhadap pengembangan produk baru, mengevaluasi kelayakan, dan memeriksa persyaratan yang diperlukan untuk pengembangan produk tersebut. Pengembangan produk biasanya dimulai setelah munculnya permasalahan yang muncul ketika produk telah diimplementasikan. Permasalahan muncul ketika produk yang telah diimplementasikan tidak sesuai dengan kebutuhan awal saat produk tersebut diterapkan.



**Fig. 1.** Diagram alir penelitian

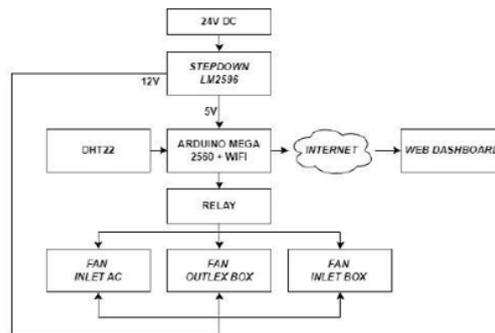
Setelah dilakukan observasi didapatkan informasi antara lain, sistem pendingin *battery pack* menggunakan udara dari AC yang berada di kabin bus dengan suhu berkisar antara 20°C hingga 28°C yang disalurkan ke *box battery pack* melalui pipa fleksibel oleh kipas hisap. Dalam *box battery pack* terdapat 3 saluran *inlet* dan 3 saluran *outlet*, yang terletak di bagian depan dan belakang. Saluran ini berperan sebagai jalur masuk dan keluar udara pendingin. Namun, pada saluran *outlet* terdapat hambatan akibat modul baterai yang memenuhi sebagian besar ruang, meninggalkan hanya sedikit ruang untuk aliran udara.

## 2.2. Sistem Pendingin(Cooling System)

Sistem pendingin, atau cooling system adalah suatu rangkaian komponen dan proses yang dirancang untuk mengatur suhu suatu sistem atau perangkat elektronik dengan menjaga suhu operasionalnya tetap pada rentang yang aman dan efisien. Sistem pendingin adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menjaga supaya temperatur mesin dalam kondisi ideal [10] . Sistem pendingin berfungsi untuk menjaga temperatur mesin pada tingkat yang ideal. Pada dasarnya, sistem pendingin bekerja dengan mengalihkan panas yang dihasilkan oleh komponen ke media fluida.

## 2.3. Rancangan Sistem

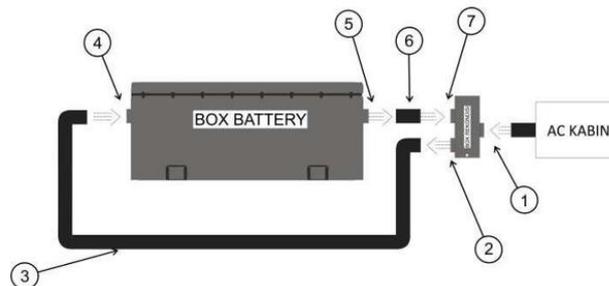
Pada Gambar 2 merupakan blok diagram sistem tentang cara kerja sistem pendingin yang dibuat dalam penelitian ini.



**Fig. 2.** Diagram blok sistem

Prinsip kerja sistem optimalisasi pendingin pada box battery ini dapat dilihat pada diagram di atas yang merupakan gambaran sistem. Alat ini digunakan dengan box rekondisi sebagai alat untuk pengontrol udara pendingin secara otomatis yang bersumber dari AC.

Cara kerja alat ini jika digunakan didalam bus listrik diawali saat bus dinyalakan, secara otomatis tegangan yang digunakan untuk menyalakan bus juga akan menyalakan alat ini yang akan mendapatkan input tegangan sebesar 24V, kemudian tegangan yang masuk ke sistem akan disesuaikan dengan modul *step down* LM2596 menjadi 5V sebagai suplai ke mikrokontroler Wemos Mega 2560 dan tegangan 12V sebagai suplai untuk fan dc. Tegangan 5V dialirkan ke arduino sebagai sebagai sistem kontrol dan memberi input tegangan untuk sensor DHT22 yang menjadi sensor suhu dan kelembaban pada box battery serta box rekondisi, lalu dari ESP8266 akan mengirimkan data suhu dan kelembaban yang dapat dimonitoring melalui website. Lalu tegangan 12V akan menjadi suplai pada fan dc untuk menghasilkan kecepatan sesuai yang dibutuhkan. Dengan konfigurasi ini, alat mampu menjaga suhu dan kelembaban secara optimal dalam box battery dan box rekondisi.



**Fig. 3.** Alur sistem pendingin

Pada Gambar 3 merupakan alur sistem pendingin tampak samping. Sistem dimulai dari udara pendingin yang berasal dari AC yang kemudian ke box rekondisi dan masuk ke box battery.

**Table. 1.** Keterangan alur sistem pendingin

No	Port	Keterangan
1	Inlet Pendingin(AC)	Inlet pendingin (AC) terletak pada bagian depan dari box rekondisi, satu unit box rekondisi memiliki 3 buah saluran inlet yang masing-masing dialiri udara pendingin dari AC bus
2	Outlet Box Rekondisi	Saluran ini berfungsi untuk mengalirkan udara campuran yang digunakan sebagai media pendingin ke dalam box battery pack.
3	Flexible Hose Pipe	Pipa fleksibel untuk menghubungkan outlet box rekondisi ke inlet box battery
4	Inlet Box Battery	Saluran ini berfungsi untuk mengalirkan udara yang berasal

		box rekondisi ke box battery
5	<i>Outlet Box Battery</i>	Saluran ini berfungsi untuk mengalirkan udara panas dari dalam battery ke box rekondisi
6	<i>Hose Pipe</i>	Pipa yang terbuat dari karet tebal untuk menghubungkan outlet box battery ke saluran inlet box mixed air
7	<i>Inlet Mixed Air</i>	Inlet mixed air terletak pada bagian belakang box rekondisi, saluran ini terhubung dengan outlet box battery

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Implementasi Sistem

Pada proses ini terdapat beberapa komponen perangkat utama antara lain komponen elektronik beserta PCB, lalu box mikrokontroler, dan box rekondisi. Jika komponen tersebut sudah jadi maka dilanjutkan pada perakitan komponen satu persatu. Hasil dari pemasangan PCB pada box mikrokon- troller dapat dilihat pada Gambar 4.



**Fig. 4.** Prototipe sistem pendingin

Optimalisasi sistem pendingin ini menggunakan beberapa komponen utama yaitu boks rekondisi dan WeMos Mega 2560 sebagai mikrokontroler yang dipasang pada PCB dengan komponen-komponen seperti *relay*, *step down* LM2596, pin DHT22, dan pin *fan dc12V*.

#### 3.2. Implementasi Web Dashboard

Pembuatan web dashboard ini memiliki berbagai fungsi antara lain adalah monitoring secara real time, mengumpulkan data untuk analisis, dan meningkatkan efisiensi dalam pemantauan. Web dashboard berfungsi sebagai perangkat monitoring suhu dan kelembaban pada box battery dan box rekondisi secara realtime.



**Fig. 5.** Dashboard monitoring

*Web hosting* ini menggunakan [www.000webhost.com](http://www.000webhost.com) dikarenakan *web hosting* tersebut yang menyediakan layanan web gratis dan memiliki fitur yang memadai untuk digunakan sebagai monitoring. Alamat yang didaftarkan sebagai *web dashboard* untuk alat ini yaitu <https://monitoreinobus.000webhostapp.com/>.

### 3.3. Pengujian Sensor DHT22

Pada pengujian ini dilakukan pengambilan data suhu yang dihasilkan oleh sensor DHT22 dan dibandingkan dengan Thermohyrometer untuk mengukur akurasi sensor dalam mengukur suhu pada ruangan. Hasil dari pengukuran dan pengujian ini akan menjadi dasar untuk mengevaluasi kinerja sensor dan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kemampuan sensor untuk mengukur suhu.

**Table. 2.** Hasil pengukuran suhu sensor DHT22 (1) dan *thermohyrometer*

No	Waktu	Suhu <i>Thermohyrometer</i>	Suhu DHT22	Selisih Pengukuran	Error (%)
1	20:31:12	25,00	25,70	0,7	2,80
2	20:31:27	25,00	25,70	0,7	2,80
3	20:31:42	25,00	25,60	0,6	2,40
4	20:31:57	25,10	25,60	0,5	1,99
5	20:32:12	25,10	25,70	0,6	2,39
6	20:32:27	25,00	25,70	0,7	2,80
7	20:32:42	25,00	25,70	0,7	2,80
8	20:32:57	25,00	25,70	0,7	2,80
<b>Rata-rata Error</b>					<b>2,59</b>

Setelah dilakukan pengujian suhu pada sensor DHT22 dan mendapatkan hasil seperti pada Tabel 2 Persentase *error* pada perbandingan antara sensor DHT22 dan Thermohyrometer berdasarkan Tabel 2 dengan menggunakan data nomor 4 dengan suhu pada thermohyrometer bernilai 25,10°C dan pada DHT22 bernilai 25,60°C mendapatkan nilai error sebesar 1,99%.

**Table. 3.** Hasil pengukuran suhu sensor DHT22 (2) dan *thermohyrometer*

No	Waktu	Suhu <i>Thermohyrometer</i>	Suhu DHT22	Selisih Pengukuran	Error (%)
1	20:31:12	25,00	25,40	0,4	1,60
2	20:31:27	25,00	25,30	0,3	0,80
3	20:31:42	25,00	25,40	0,4	1,60
4	20:31:57	25,10	25,30	0,2	0,79
5	20:32:12	25,10	25,40	0,3	1,19
6	20:32:27	25,00	25,30	0,3	1,20
7	20:32:42	25,00	25,40	0,4	1,60
8	20:32:57	25,00	25,30	0,3	1,20
<b>Rata-rata Error</b>					<b>1,24</b>

Setelah dilakukan pengujian suhu pada sensor DHT22 dan mendapatkan hasil seperti pada Tabel 3. Persentase *error* pada perbandingan antara sensor DHT22 dan Thermohyrometer berdasarkan Tabel 3 dengan menggunakan data nomor 4 dengan suhu pada thermohyrometer bernilai 25,10°C dan pada DHT22 bernilai 25,30°C mendapatkan nilai error sebesar 0,79%.

Setelah dilakukan perhitungan di atas maka hasil persentase *error* pada Sensor Suhu DHT22 1 adalah sebesar 1,99% dengan selisih 0,5 Celsius, serta persentase *error* pada Sensor Suhu DHT22 2 adalah sebesar 0,79% dengan selisih 0,2 Celsius.

### 3.4. Pengujian larutan penstabil pH

Pengujian ini bertujuan untuk menghitung perbedaan suhu sebelum dan setelah menggunakan sistem pendingin pada *battery pack* ini.



**Fig. 6.** Pengujian sistem pendingin *box battery*

Rancangan optimalisasi sistem pendingin yang digunakan untuk mengatasi masalah kondensasi pada *Box Battery* ialah dengan menggunakan box rekondisi. Box rekondisi berfungsi sebagai media untuk mengontrol udara pendingin dari AC agar tidak terjadi pendinginan paksa pada baterai. Pengendalian dilakukan dengan cara mengatur temperatur serta kecepatan udara pendingin oleh kipas sebelum memasuki *Box Battery* dengan tujuan meminimalisir terjadinya kondensasi. Udara yang digunakan sebagai pendingin baterai merupakan udara campuran antara udara AC dan udara internal dari *box battery*. Box rekondisi ini juga dilengkapi dengan kipas pada bagian *inlet* dan kipas pada bagian outlet box rekondisi agar dapat meningkatkan kecepatan udara dari *outlet Box Battery*.

**Table 4.** Perbandingan suhu baterai

No	Suhu Outlet AC (°C)	Kecepatan (Rpm)	Suhu Baterai(°C)	
			Ave	Max
1	25	Tanpa Kipas	26,22	40,39
2	26		27,20	41,21
3	27		28,19	42,04
4	28		29,17	42,86
5	25		24,75	37,11
6	26	2500	25,62	37,98
7	27		26,40	38,85
8	28		27,25	39,72
9	25	4000	23,39	35,96
10	26		24,87	36,82
11	27		25,57	37,69
12	28		26,74	38,55
13	25	6000	22,68	35,31
14	26		23,83	36,11
15	27		24,33	36,98
16	28		25,40	37,85
17	25	8000	22,78	34,42
18	26		23,17	35,90
19	27		23,59	36,29
20	28		24,70	37,58

Data diatas merupakan tabel perbandingan pada suhu baterai dalam *box battery* yang diambil dari BMS terlihat suhu pada *battery pack* dapat mencapai 40°C. Selanjutnya pada Table 5 merupakan data pengujian suhu pada box rekondisi sebelum dan sesudah menggunakan variasi

kecepatan kipas yang diambil dari sensor DHT22.

**Table. 5.** Data perbandingan suhu

No	Suhu Outlet AC (°C)	Kecepatan Inlet AC (Rpm)	Suhu Outlet Box Rekondisi (°C)	Suhu Outlet Box Baterai (°C)
1	25	Tanpa Kipas	29,15	35,85
2	26		30,08	36,66
3	27		31,01	37,49
4	28		31,95	38,32
5	25	2500	28,02	33,35
6	26		28,97	34,21
7	27		29,92	35,08
8	28		30,87	35,94
9	25	4000	27,46	32,04
10	26		28,42	32,93
11	27		29,38	33,82
12	28		30,34	34,71
13	25	6000	26,82	30,43
14	26		27,80	31,34
15	27		28,77	32,26
16	28		29,74	33,17
17	25	8000	26,48	29,40
18	26		27,46	30,33
19	27		28,43	31,25
20	28		29,41	31,38

Pengontrolan udara pendingin dilakukan dengan cara mengatur suhu dan kecepatan udara pendingin oleh kipas sebelum memasuki *box battery* agar dapat meminimalisir terjadinya kondensasi.



**Fig. 7.** Perbandingan suhu battery jika suhu AC 25°C

Pada Gambar 7 adalah grafik perbandingan suhu baterai yang mengacu pada Table 4 merupakan hasil olah data variasi laju aliran udara di mana rentang suhu sel baterai akan menurun seiring bertambahnya kecepatan aliran udara. Pada saat kecepatan kipas sebesar 2500 Rpm, rentang suhu sel baterai yang dihasilkan sebesar 24°C. Sedangkan pada saat kecepatan kipas sebesar 4000 Rpm, rentang suhu sel baterai yang dihasilkan sebesar 23°C - 35°C. Apabila dibandingkan dengan suhu operasional baterai yang sebesar 40°C, rancangan prototype sistem optimalisasi suhu dan kelembaban mampu menurunkan suhu sel baterai hingga 5°C. Gambar di bawah adalah grafik perbandingan hasil suhu baterai sebelum dan sesudah memakai sistem pendingin.



**Fig. 8.** Perbandingan suhu pada box rekondisi

Pada Gambar 8 merupakan grafik perbandingan suhu box rekondisi yang mengacu pada Table 5 yang merupakan pengaruh variasi suhu *inlet* dan kecepatan aliran udara *inlet* pendingin, menunjukkan bahwa box rekondisi untuk sistem pendingin yang telah dibuat akan bekerja secara optimal pada saat kecepatan kipas di set pada kecepatan 6000 Rpm dengan suhu *inlet* 25° akan menghasilkan suhu baterai pada rentang 22,68°- 35,32°, dengan suhu *inlet box battery* sebesar 30,43°C.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil membuat sebuah alat optimalisasi sistem pendingin yang dirancang dengan menggunakan komponen penting seperti box rekondisi dan box mikrokontroler. Desain pada sistem pendingin ini menggunakan 2 sensor DHT22 untuk mengetahui suhu dan kelembaban di dalam *box battery* dan box rekondisi, sistem ini menggunakan 9 *fan dc* yang bertujuan untuk mengatur kecepatan aliran udara pendinginan. Cara kerja alat ini dibuat diantara kipas hisap udara pendingin yang berasal dari kabin bus dan *box battery*, untuk mengatur suhu udara yang masuk ke dalam *box battery* dan terbukti dapat mengurangi kondensasi yang terjadi di dalam *box battery*.

Dari pengujian dan pengukuran suhu menggunakan sensor DHT22 dan Thermohygrometer memiliki selisih dalam pengujian dan pengukurannya, dengan selisih rata-rata sebesar 0,65 °C pada sensor DHT22 (1) dan sebesar 0,325°C pada sensor DHT22 (2). Sensor DHT22 yang dipakai pada penelitian ini memiliki rata-rata error suhu sebesar 2,59% pada sensor DHT22 (1) dan sebesar 1,24% pada sensor DHT22 (2) dalam perbandingan perhitungan Error suhu dengan Thermohygrometer. Sistem pendingin ini dapat menghasilkan suhu yg membuat baterai bekerja secara optimal, pada saat kecepatan kipas di set pada 6000 Rpm dengan temperatur suhu dari AC sebesar 25°C. Pada kecepatan dan suhu tersebut akan menghasilkan suhu baterai pada rentang 22,68°C - 35,32 °C dan suhu udara pada inlet ke baterai sebesar 30,43°C.

Hasil dari rancangan optimalisasi sistem pendingin pada *box battery* E-Inobus menggunakan box rekondisi dapat mengatur kecepatan aliran udara pendingin dan suhu pendinginan yang diatur di dalam box rekondisi. Dalam penentuan set point untuk mencegah kondensasi dengan memperhatikan nilai dew point, sehingga didapatkan kondisi pendinginan ideal pada kecepatan kipas 6000 Rpm dengan suhu *inlet* 25°C. Dengan menerapkan sistem optimalisasi pendingin ini dapat menurunkan suhu *battery pack* dibawah temperatur maksimum sebesar 5°C jika *fan dc* bekerja pada kecepatan maksimum, maka dari itu prototype ini dapat menghasilkan suhu yg membuat baterai bekerja secara optimal.

#### References

- [1] N. S. Kumara, "Tinjauan Perkembangan Kendaraan Listrik Dunia Hingga Sekarang," Transmisi, Jurnal Teknik ELEKTRO, vol. 10, no. 2, pp. 89–96, 2008.
- [2] Joel Veryanto Hutagaol, D. Setiawan, and H. Eteruddin, "Perancangan Sistem Monitoring Kendaraan Listrik," Jurnal Teknik, vol. 16, no. 1, pp. 96–102, 2022.
- [3] M. K. A. Rachmanto, L. T. Wibowo, and T. Paramitha, "Review : Metode Sintesis Katoda LiFePO<sub>4</sub> Baterai Lithium-Ion," Equilibrium Journal of Chemical Engineering, vol. 3, no. 2, p. 75,

- 
- 2020.
- [4] S. Hekmat and G. R. Molaeimanesh, "Hybrid thermal management of a Liion battery module with phase change material and cooling water pipes: An experimental investigation," *Applied Thermal Engineering*, vol. 166, p. 114759, Feb 2020.
  - [5] PT. INKA (Persero), "Berita INKA - Tim Perawatan Bus Listrik E-Inobus Di balik Suksesnya Transportasi Hijau pada G20," 2022. [Online]. Available: <https://www.inka.co.id/berita/903>.
  - [6] M. Potkany, M. Vetrakova, and M. Babiakova, "Facility Management and Its Importance in the Analysis of Building Life Cycle," *Procedia Economics and Finance*, vol. 26, no. 15, pp. 202–208, 2015.
  - [7] U. Negeri, S. Jurusan, and T. Mesin, "PENGARUH PENGGUNAAN FAN DAN DEBIT FLUIDA TERHADAP EFISIENSI KERJA ATMOSPHERIC WATER GENERATOR," no. June, pp. 105–112, 2019.
  - [8] Y. A. c. Cimbala and J. M., *Fluid Mechanics; Fundamental and Application*, 2014, no. Mi.
  - [9] I. Gunawan, T. Akbar, and M. G. Ilham, "Prototipe Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Monitoring Level Air Tandon," *Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2020.
  - [10] P V Lamarque: "The Design of Cooling Fins for Motor-Cycle Engines". Report of the Automobile Re- search Committee, Institution of Automobile Engineers Magazine, XXXVII, Session 1942-43, pp 99-134.