AL-DYAS
Jurnal Inovasi dan Pengabdian kepada Masyarakat

p-ISSN : 2964-4992
e-ISSN : 2964-4984

Terindeks : Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Semantic, Garuda, Google, Base, etc.

https://doi.org/10.58578/aldyas.v3i3.3530

RANCANG BANGUN ALAT FAST CHARGING BATERAI TYPE SWAP DENGAN FITUR PENDINGIN

Design and Implementation of a Fast Charging System for Swappable Batteries with Cooling Feature

Dharma Indi Kusumawardhana & Bagus Wahyudi
Politeknik Negeri Malang
dharmaindi33@gmail.com; bagus.wahyudi@polinema.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Jul 22, 2024	Jul 25, 2024	Jul 28, 2024	Aug 1, 2024

Abstract

This research aims to design and build a Fast Charging Swap Type Device for electric motorcycles with integrated cooling features. An Arduino MEGA is used as the temperature controller and indicator for the device, while an ESP32 is used as a data logger reader. Additionally, it is hoped that this device can stabilize the temperature and maintain the charging voltage. The research method uses experimentation, which involves testing the battery through this device with varying currents of 12 A, 14 A, and 16 A, comparing the use of the cooling feature at 15 °C and without cooling. The purpose of the testing is to demonstrate the performance of the fast charging swap type device. A data logger is used to monitor the stability of the DC voltage when using the cooling system and without it. The data is then processed into graphs. The collected data is subsequently analyzed using process testing methods and ANOVA testing.

Keywords : Fast Charging, Type Swap, Cooling Features, Voltage

Abstrak : Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat fast charging baterai type swap yang dilengkapi dengan fitur pendingin untuk mengatasi masalah overheating pada proses pengisian daya. Baterai lithium iron phosphate (LiFePO4) yang umum digunakan pada sepeda motor listrik sering mengalami peningkatan suhu yang berpotensi merusak baterai dan mengurangi masa

Jurnal Al-DYAS is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

pakainya. Dalam penelitian ini, alat dirancang menggunakan Arduino MEGA sebagai pengontrol suhu dan indikator, serta ESP32 sebagai pembaca data logger untuk memantau kinerja alat secara real-time. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, dengan pengujian pada baterai menggunakan variasi arus 12 A, 14 A, dan 16 A. Pengujian dilakukan dengan dan tanpa fitur pendingin, dengan suhu pendingin diatur pada 15 °C. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menganalisis kinerja alat dalam menjaga stabilitas suhu dan tegangan pengisian. Data yang diperoleh selama pengujian dianalisis menggunakan metode uji proses dan ANOVA untuk menentukan pengaruh fitur pendingin terhadap performa alat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fitur pendingin berhasil mempertahankan suhu baterai dalam rentang yang aman selama proses pengisian, meningkatkan efisiensi pengisian, dan memperpanjang umur baterai. Alat ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi dalam pengisian baterai sepeda motor listrik.

Kata Kunci : *Fast Charging, Type Swap*, Fitur Pendingin, Tegangan

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, pencemaran lingkungan, meningkatkan biaya bahan bakar, menipisnya cadangan energi fosil dan meningkatnya harapan konsumen mengarah pada perkembagan teknologi kendaraan listrik. Penggunaan kendaraan listrik saat ini bukan merupakan sesuatu yang asing. Sudah banyak negara yang menerapkan penggunaan kendaraan listrik untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan mengurangi emisi GRK (Asti Marina et al., 2020). Akibatnya, banyak perusahaan mulai fokus pada kendaraan listrik dan pengisi daya baterai. Karena hal tersebut merupakan penghubung utama antara sumber elektrik yang mengisi baterai dengan baterai pada kendaraan.

Di Indonesia, Kendaraan listrik, terutama sepeda motor listrik, telah menjadi fokus utama dalam industri transportasi berkelanjutan. Hal ini ditandai dengan gencarnya promosi mengenai kendaraan listirk baik dari pemerintah maupun dari para penggiat sosial media. Meskipun memiliki keunggulan dalam mengurangi emisi gas buang, tantangan utama yang dihadapi adalah masa pengisian daya baterai yang masih cukup lama.

Selain itu, Komplikasi dalam pengisian baterai serta biaya dan siklus hidupnya membatasi penggunaan kendaraan listrik. Sesuai standar SAE J1772, metode pengisian daya pada kendaraan listrik dikategorikan dalam tingkat daya yang berbeda (Sujitha & Krithiga, 2017). Pada sistem pengisian mobil listrik membutuhkan waktu yang cukup lama, ekitar 7-8 jam. Hal ini tentu menjadi kelemahan kendaraan listrik. Dengan teknologi fast charging, kecepatan pengisian baterai hanya membutuhkan waktu sekitar 3-4 jam saja(Ahsan F et al., 2023). Namun, pada penerapannya untuk sistem pengisian daya Fast Charging terdapat

masalah dimana baterai akan cepat panas yang mengakibatkan adanya potensi terbakar dan mengalami penurunan usia secara signifikan.

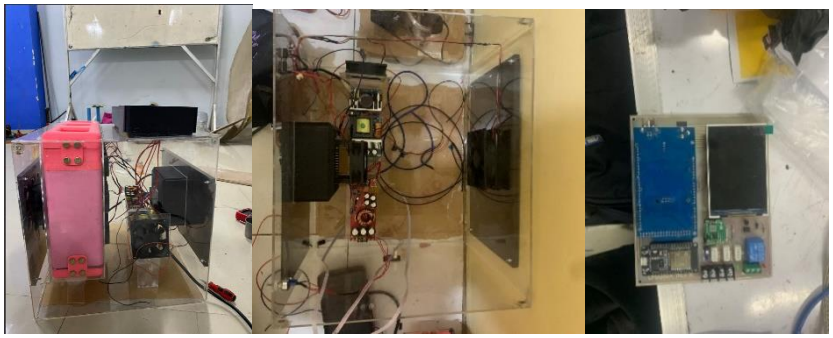
Untuk mengatasi keterbatasan ini, pengembangan teknologi fast charging dengan konsep pendingin menjadi solusi yang menjanjikan. Dalam konteks ini, alat fast charging tipe swap untuk sepeda motor listrik dengan fitur pendingin dianggap sebagai langkah progresif untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi pengisian daya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui proses perancangan alat fast charging baterai tipe swap dengan fitur pendingin, mengetahui pengaruh arus, pendinginan, dan tanpa pendinginan terhadap tegangan, mengetahui pengaruh arus pengisian terhadap waktu pengisian, dan mengetahui kemampuan proses dari alat *fast charging* baterai *type swap* dengan fitur pendingin.

METODE

Pada penelitian ini digunakan metode pengujian dengan prototype berupa alat fast charging. Pengambilan data dilakukan melalui tahap pengambilan data tegangan pada alat pengisian. Data yang telah didapatkan melalui pengujian pengecasan baterai pada arus 12 A, 14 A, 16 A. serta dengan fitur pendingin Udara 15 °C, kemudian dikumpulkan dan dibuat table pada Microsoft Excel kemudian dijadikan grafik. Untuk memantau ketsabilan arus, tengangan dan baterai selama pengisian menggunakan datalogger dan dikemudian hasil pembacaan pada data logger diolah sehingga berbentuk grafik pada Microsoft Excel. Metode Pengambilan data yang dilakukan adalah dengan mengambil beberapa sampel kemudian diambil rata-rata dari setiap variable dan dianalisa menggunakan metode uji Kemampuan Proses dan Anova.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk perakitan alat ini menggunakan Arduino MEGA dan ESP32 yang dimana Arduino MEGA sebagai tampilan display alat dan ESP32 sebagai pembaca datalogger serta sensor sensor arus,suhu, dan tegangan. Untuk sensor suhu menggunakan sensor AHT10, sensor tegangan menggunakan *Voltage Devider*, untuk sensor arus menggunakan sensor WCS1700.



Gambar 1 Perakitan Alat dan Sistem Monitoring

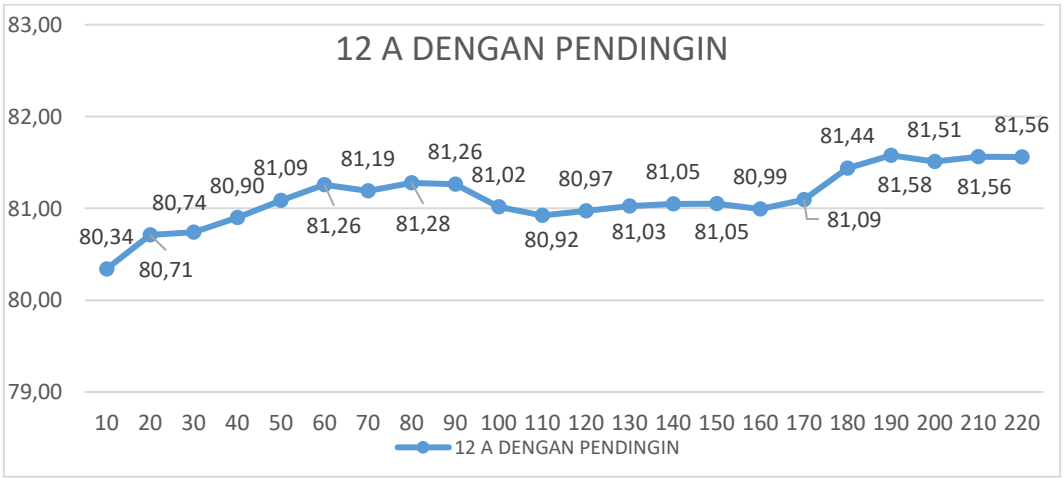


Gambar 2 Perbandingan Datalogger dengan Multimeter

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari sistem pendingin terhadap proses pengisian pada baterai LifePO4. Pada datalogger untuk merekam setiap tegangan yang masuk diatur setiap 10 menit dalam merekam data. Hasil dari pengujian ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Data Waktu Pengisian

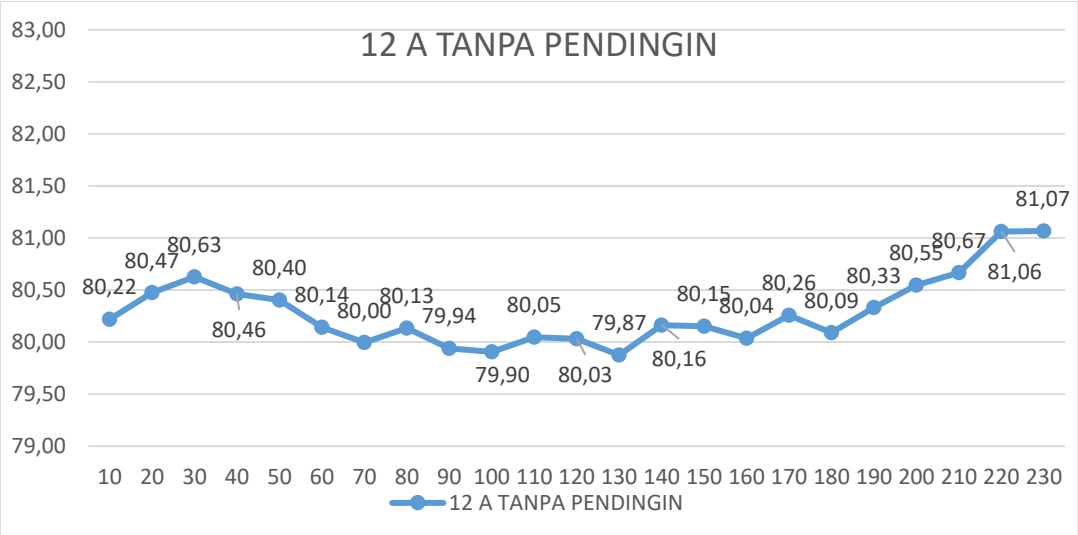
Pengujian ke-	12 A		14 A		16 A	
	Menggunakan Pendingin	Tanpa Pendingin	Menggunakan Pendingin	Tanpa Pendingin	Menggunakan Pendingin	Tanpa Pendingin
	Waktu (menit)	Waktu (menit)	Waktu (menit)	Waktu (menit)	Waktu (menit)	Waktu (menit)
1	223	234	167	194	129	142
2	229	237	162	198	126	147
3	221	231	169	196	124	149
Rata-rata	224	234	166	196	126	146



Gambar 3 Grafik Nilai Tegangan Masuk saat Arus 12 A Dengan Pendingin

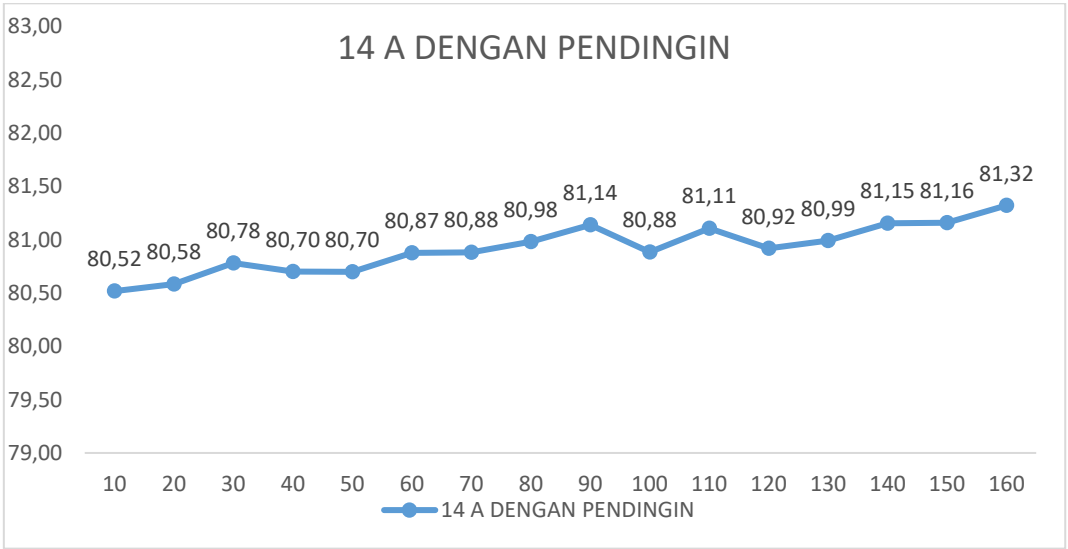
Pada gambar 3 menunjukan tegangan yang masuk pada saat dilakukan pengisian sebesar 12 A dengan pendingin. Dimana saat pengisian berlangsung, tegangan pengisian cenderung

meningkat dari 80,34 V menjadi 81,56 V selama 220 menit. Pada grafik ini menunjukkan stabilitas yang baik dengan peningkatan relatif konstan selama pengisian terjadi.



Gambar 4 Grafik Nilai Tegangan Masuk saat Arus 12 A Tanpa Pendingin

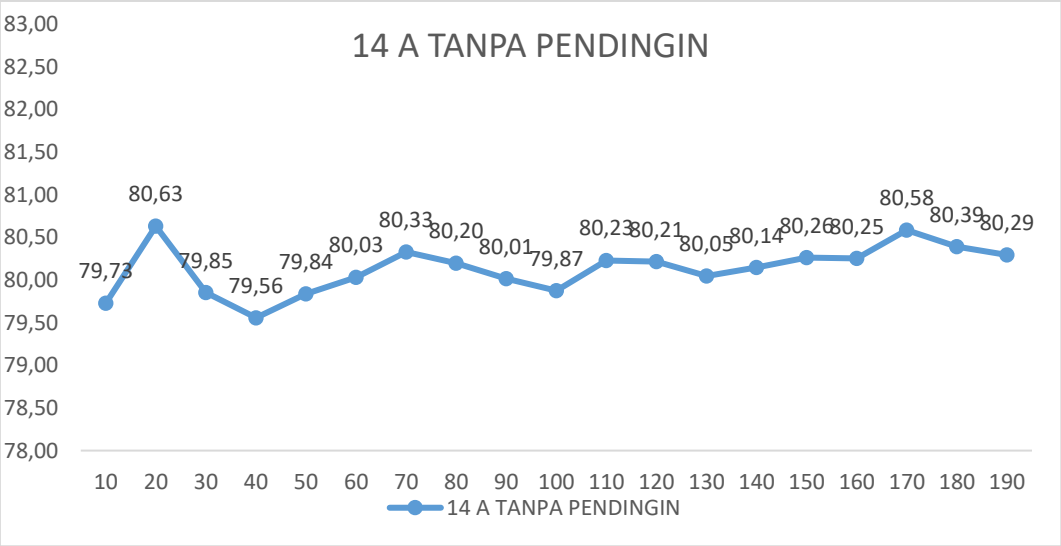
Pada gambar 4 menunjukan tegangan yang masuk pada saat dilakukan pengisian sebesar 12 A tanpa pendingin. Dimana saat pengisian berlangsung, tegangan pengisian cenderung bervariasi dari 80,22 V menjadi 81,07 V selama 230 menit. Grafik ini menunjukkan jarak yang lebih besar dalam nilai tegangan dibandingkan dengan grafik yang menggunakan pendingin. Terdapat beberapa penurunan dan peningkatan mendadak yang menandakan ketidakstabilan dalam pengisian tanpa pendingin.



Gambar 5 Grafik Nilai Tegangan Masuk saat Arus 14 A Dengan Pendingin

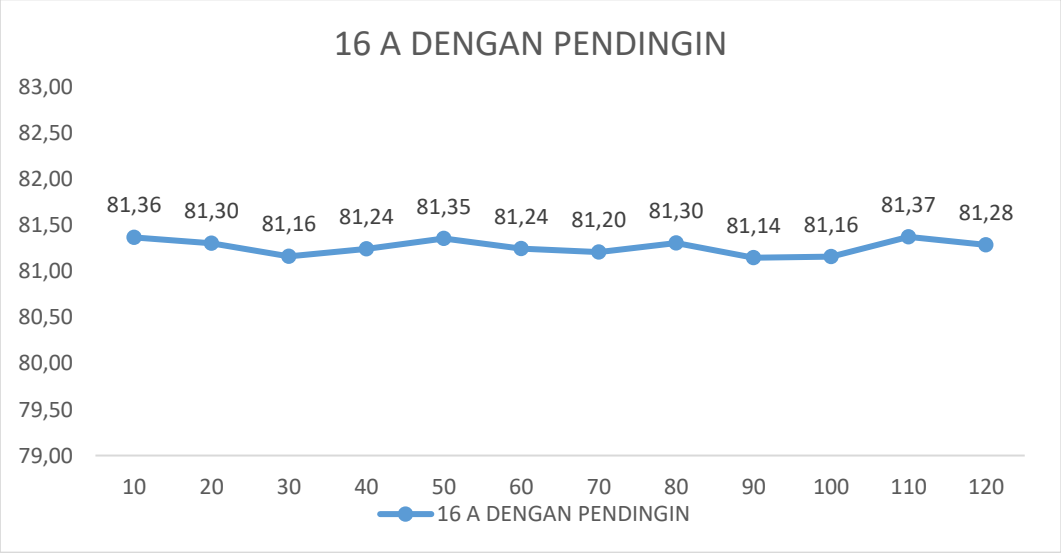
Pada gambar 5 menunjukan tegangan yang masuk pada saat dilakukan pengisian sebesar 14 A dengan pendingin. Dimana saat pengisian berlangsung, tegangan pengisian cenderung

meningkat dari 80,50 V menjadi 81,32 V selama 160 menit. Pada grafik ini menunjukkan stabilitas yang baik dan sedikit perbedaan dengan peningkatan relatif konstan selama pengisian terjadi.



Gambar 6 Grafik Nilai Tegangan Masuk saat Arus 14 A Tanpa Pendingin

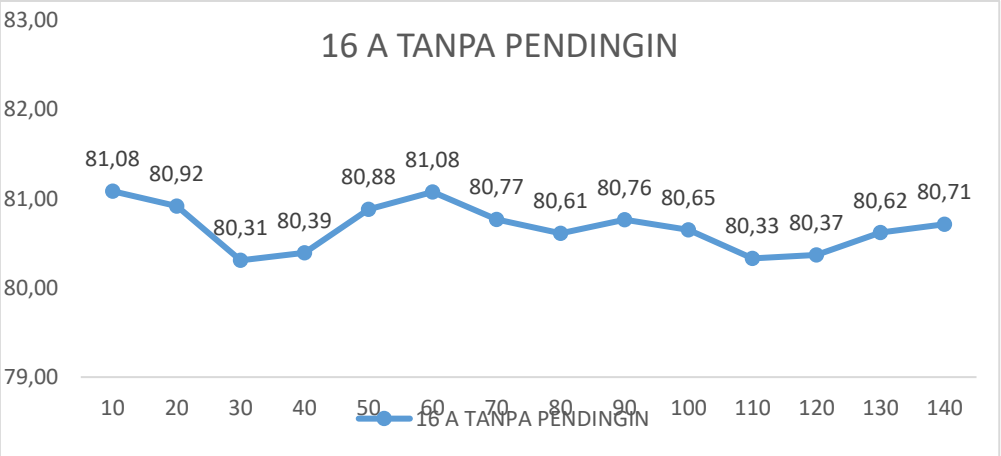
Pada gambar 6 menunjukan tegangan yang masuk pada saat dilakukan pengisian sebesar 14 A tanpa pendingin. Dimana saat pengisian berlangsung, tegangan pengisian cenderung meningkat dari 79,73 V menjadi 80,29 V selama 190 menit. Pada grafik terjadi perubahan lebih besar dibanding dengan 14 A dengan pendingin. Terdapat beberapa penurunan dan peningkatan mendadak yang menandakan ketidakstabilan dalam pengisian tanpa pendingin.



Gambar 7 Grafik Nilai Tegangan Masuk saat Arus 16 A Dengan Pendingin

Pada gambar 7 menunjukan tegangan yang masuk pada saat dilakukan pengisian sebesar 16 A dengan pendingin. Dimana saat pengisian berlangsung, tegangan pengisian cenderung

stabil dari 81,36 V menjadi 81,28 V selama 120 menit. Pada grafik ini menunjukkan stabilitas yang baik dan sedikit perbedaan tegangan berkisar antara 81,14 hingga 81,37. Terdapat sedikit penurunan pada titik data 30 hingga 50, tetapi nilai tegangan kembali stabil setelahnya.

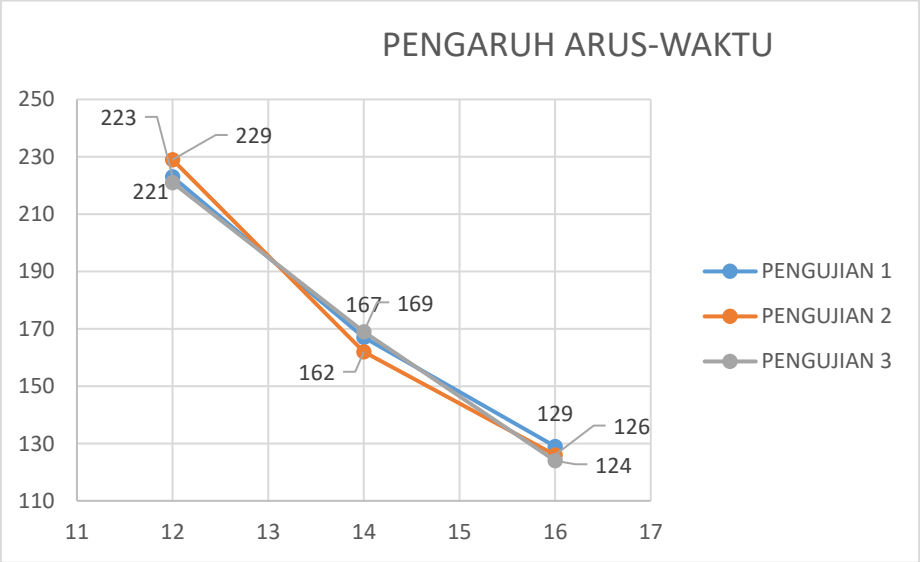


Gambar 8 Grafik Nilai Tegangan Masuk saat Arus 16 A Tanpa Pendingin

Pada gambar 8 menunjukan tegangan yang masuk pada saat dilakukan pengisian sebesar 16 A tanpa pendingin. Dimana saat pengisian berlangsung, tegangan pengisian cenderung selama 140 menit. Pada grafik terjadi perbedaan tegangan lebih besar dibanding dengan 14 A dengan pendingin. Terdapat beberapa penurunan dan peningkatan mendadak yang menandakan ketidakstabilan dalam pengisian tanpa pendingin. Nilai tegangan menunjukkan variasi yang lebih besar, dengan puncak pada titik data 20 dan 60, masing-masing mencapai 80,92 dan 81,08. Hal ini menunjukkan perubahan tegangan yang lebih besar dibandingkan dengan grafik dengan pendingin.

Dari beberapa grafik diatas, dapat disimpulkan bahwa sistem pendingin berpengaruh pada tegangan saat proses pengisian. Pada arus 12A, 14A, 16A yang tidak menggunakan sistem pendingin terdapat perbedaan tegangan dan waktu pengisian yang cenderung lebih lama dibandingkan dengan pengisian saat menggunakan pendigin dengan variasi arus yang sama. Hal ini dikarenakan BMS melindungi baterai ketika temperatur baterai tergolong tinggi, tegangan yang masuk akan diturunkan oleh sistem BMS. Sistem pendinginan dapat mengurangi selisih jarak antar tegangan secara signifikan, yang berkontribusi pada peningkatan kinerja dan umur panjang komponen baterai (Wang et al., 2019).

- **Pengaruh Arus Pengisian Terhadap Waktu**

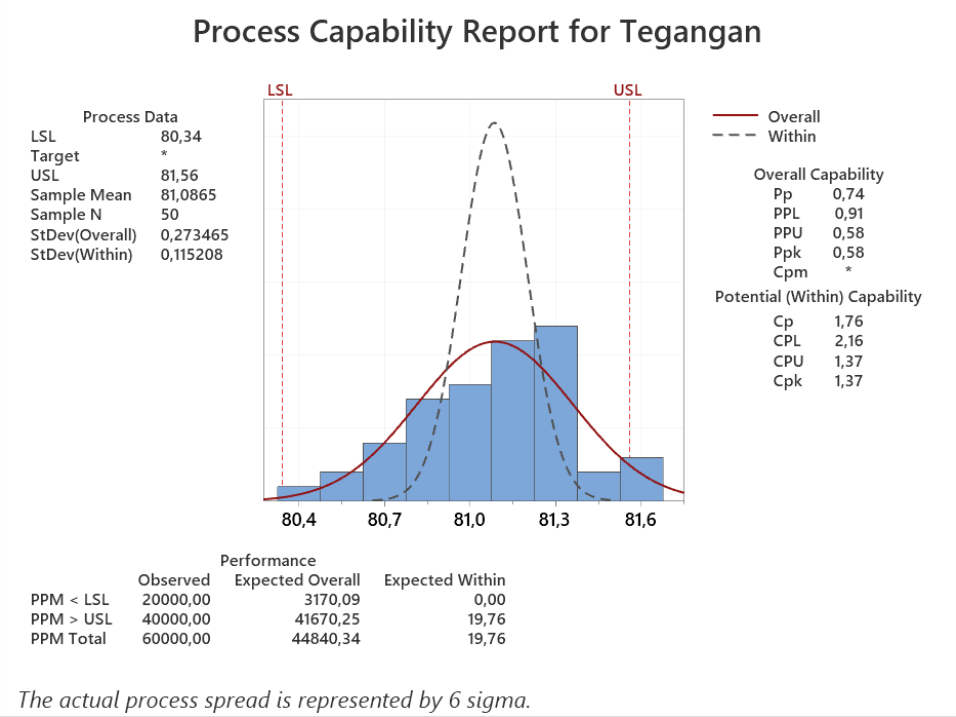


Gambar 9. 1 Grafik Pengaruh Arus dan Waktu

Dari grafik diatas, didapat bahwa pada percobaan 1, 2, dan 3. Waktu tercepat berada pada 16 A. Lalu, waktu terlama berada pada 12A. Hal ini menandakan bahwa semakin tinggi arus yang masuk maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan agar baterai terisi penuh saat proses pengisian berlangsung. Hal ini dikarenakan arus litrik pengisian merupakan muatan yang dipaksa masuk kedalam sel dimana semakin tinggi arus listrik maka semakin cepat waktu pengisian(Budi Pranata et al., 2019).

- **Uji Kemampuan Proses (Cp,Cpk)**

Uji Cp dan Cpk adalah metode statistik yang digunakan dalam pengendalian kualitas untuk mengukur kapabilitas proses manufaktur. Pada penelitian ini menggunakan uji Cp dan Cpk untuk mengetahui kemampuan proses dari alat pengisian fast charging type swap dengan fitur pendingin ini. Untuk pengolahan ini menggunakan minitab 19. Hasil dari pengolahan data sebagai berikut:



Gambar 10. Hasil Pengujian Proses Capability

Berdasarkan hasil diatas, bahwa nilai LSL sebesar 80,34 V dan USL sebesar 81,56. Alat fast charging dengan fitur pendingin menunjukkan bahwa rata-rata pengisian daya berada di sekitar 81,0865, yang sedikit di atas target spesifikasi. Standar deviasi menunjukkan variabilitas yang ada dalam proses, dengan deviasi dalam (0,115208) lebih rendah dibandingkan keseluruhan (0,273465), menunjukkan kontrol yang lebih baik dalam kondisi optimal. Dengan fitur pendingin, alat fast charging mampu mengurangi risiko overheating, menjaga proses pengisian daya tetap stabil dan aman. Dengan nilai Cpk (1,37) dan Cp (1,76) yang menandakan bahwa nilai sudah ≥ 1.33 yang artinya bahwa alat memiliki proses yang bagus dan baik.

- **Uji Anova**

Uji anova digunakan untuk mengetahui adanya pengaruh arus, pendingin dan tanpa pendingin terhadap tegangan saat proses pengisian dan juga pengaruh arus terhadap waktu pengisian. Untuk pengujian terdapat dua pengujian, yaitu pengujian Anova One-Way dan Anova Two-Way. Untuk Anova Two-Way Analisis statistik ini menggunakan perangkat lunak Minitab. Setelah data dimasukkan ke dalam Minitab dan Two-Way ANOVA diterapkan, hipotesis penelitian diuji dengan membandingkan nilai F-hitung dengan nilai F-tabel dari distribusi F. Jika nilai F-hitung lebih kecil dari nilai F-tabel (F-hitung < F-tabel), maka hipotesis nol (H0) diterima dan hipotesis alternatif (H1) ditolak. Sebaliknya, jika nilai

F-hitung lebih besar dari nilai F-tabel (F-hitung > F-tabel), hipotesis nol (H0) ditolak dan hipotesis alternatif (H1) diterima.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
arus	2	1,16743	0,58371	201,53	0,000
suhu	1	1,70303	1,70303	587,99	0,000
arus*suhu	2	0,11783	0,05892	20,34	0,000
Error	12	0,03476	0,00290		
Total	17	3,02304			

Gambar 11. Hasil Pengujian Two-Way ANOVA

Selanjutnya dalam analisis data yaitu menggunakan nilai F-hitung dan F-tabel sebagai acuan. Nilai F-tabel diperoleh berdasarkan derajat kebebasan (DF) yang ditemukan dalam tabel distribusi F. Setelah itu, nilai F-hitung dibandingkan dengan F-tabel untuk menguji hipotesis penelitian. Jika nilai F-hitung lebih kecil dari F-tabel, maka hipotesis nol (H0) diterima, yang berarti tidak ada pengaruh signifikan interaksi dari arus, pendingin dan tanpa pendingin terhadap tegangan pengisian. Sebaliknya, jika nilai F-hitung lebih besar dari F-tabel, maka hipotesis nol (H0) ditolak dan hipotesis alternatif (H1) diterima, menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan interaksi dari arus, pendingin dan tanpa pendingin terhadap tegangan pengisian. Hasil dari variasi diatas menunjukan bahwa F-hitung pada arus 201,53 yang dimana > 4,75 yang artinya H0 ditolak, H1 diterima yaitu terdapat pengaruh signifikan interaksi dari arus, pendingin dan tanpa pendingin terhadap tegangan pengisian. Pada suhu nilai F-hitung sebesar 587,99 yang dimana > 3,89 yang artinya H0 ditolak, H1 diterima yaitu terdapat pengaruh signifikan interaksi dari arus, pendingin dan tanpa pendingin terhadap tegangan pengisian. Pada arus dan suhu nilai F-hitung sebesar 20,34 yang dimana > 4,75 yang artinya (H0) ditolak, (H1) diterima yaitu terdapat pengaruh signifikan interaksi dari arus, pendingin dan tanpa pendingin terhadap tegangan pengisian.

Untuk pengujian pengaruh arus dan waktu menggunakan one-way ANOVA yang dimana (H0) tidak ada pengaruh dari arus terhadap waktu pengisian dan (H1) terdapat pengaruh dari arus terhadap waktu pengisian.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
arus	2	25958	12979,1	88,67	0,000
Error	15	2196	146,4		
Total	17	28154			

Gambar 12. Hasil Pengujian One-Way ANOVA

Selanjutnya dalam analisis data yaitu menggunakan nilai F-hitung dan F-tabel sebagai acuan. Nilai F-tabel diperoleh berdasarkan derajat kebebasan (DF) yang ditemukan dalam tabel distribusi F. Setelah itu, nilai F-hitung dibandingkan dengan F-tabel untuk menguji hipotesis penelitian. Jika nilai F-hitung lebih kecil dari F-tabel, maka hipotesis nol (H0) diterima, H0 tidak ada pengaruh dari arus terhadap waktu pengisian. Sebaliknya, jika nilai F-hitung lebih besar dari F-tabel, maka hipotesis nol (H0) ditolak dan hipotesis alternatif (H1) diterima, menunjukkan bahwa terdapat pengaruh dari arus terhadap waktu pengisian. Hasil dari hipotesis diatas bahwa nilai F-hitung pada arus sebesar 88,67 yang menandakan lebih dari nilai F-tabel 4,54 yang artinya (H1) diterima bahwa terdapat pengaruh dari arus terhadap waktu pengisian.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari pengujian dan pembahasan maka kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Untuk Pembuatan Alat Fast Charging Baterai Type Swap dengan Fitur Pendingin menggunakan alat buatan sendiri yang dimana terdapat data logger dari ESP32 untuk dapat memantau suhu baterai dan tegangan dan arus dari alat pengisian ketika menggunakan pendingin maupun tanpa pendingin. Untuk merakit alat pengisian menggunakan Transformator SMPS 60 V dan Step Up 80 V 30A. Untuk memantau suhu menggunakan sensor AHT10 sebanyak 2 untuk memantau suhu pada baterai dan pada pendingin (peltier). Untuk memantau arus menggunakan sensor WCS1700. Sementara untuk memantau tegangan masuk menggunakan Voltage Devider yang terdiri dari 2 resistor yang dikontrol pada ESP32. Untuk tampilan layar menggunakan LCD TF 3,5" yang dikontrol oleh arduino MEGA.
2. Sistem pendingin berpengaruh pada fltegangan saat proses pengisian. Pada arus 12A, 14A, 16A yang tidak menggunakan sistem pendingin terdapat perbedaan selisih tegangan dan waktu pengisian yang cenderung lebih lama dibandingkan dengan pengisian saat

menggunakan pendigin dengan variasi arus yang sama. Hal ini dikarenakan BMS melindungi baterai ketika temperatur baterai tergolong tinggi, tegangan yang masuk akan diturunkan oleh sistem BMS. Sistem pendinginan dapat mengurangi perbedaan selisih tegangan secara signifikan, yang berkontribusi pada peningkatan kinerja dan umur panjang komponen baterai.

3. Terdapat pengaruh dari arus terhadap waktu pengisian yang dimana semakin tinggi arus yang masuk maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan agar baterai terisi penuh saat proses pengisian berlangsung.

4. Kemampuan proses dari alat ini yaitu dibuktikan dengan nilai Cpk (1,37) dan Cp (1,76) yang menandakan bahwa nilai sudah ≥ 1.33 yang artinya bahwa alat memiliki proses yang bagus dan baik.ahwa nilai LSL sebesar 80,34 V dan USL sebesar 81,56. Alat fast charging dengan fitur pendingin menunjukkan bahwa rata-rata pengisian daya berada di sekitar 81,0865, yang sedikit di atas target spesifikasi. Standar deviasi menunjukkan variabilitas yang ada dalam proses, dengan deviasi dalam (0,115208) lebih rendah dibandingkan keseluruhan (0,273465), menunjukkan kontrol yang lebih baik dalam kondisi optimal. Dengan fitur pendingin, alat fast charging mampu mengurangi risiko overheating, menjaga proses pengisian daya tetap stabil dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

Ahsan F, Pratama Dodi, Hidayat Ralang, Prayoga Deny, & Radianto Denny. (2023). RANCANGAN FAST CHARGING UNTUK KENDARAAN LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA KONTROL TEGANGAN PADA BATERAI. *JURNAL FUSION* , *3*(7), 709–714.

Alwi, E., Putra, D. S., & Khoiri, H. (2017). VEHICLE FUEL SAVING TEST WITH LIMITATION OF ROTATION MACHINES. *47 | VANOS Journal Of Mechanical Engineering Education*, *2*(1). http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/vanos

Ardiansyah, Paserangi, I., & Yusuf Ali, M. (2023). PEMBUATAN CAS CEPAT BATERAI VRLA (VALVE REGULATED LEAD ACID) PADA MOTOR LISTRIK (BYVIN) TEKNIK MESIN UNIFA QUICK CHARGING OF VRLA (VALVE REGULATED LEAD ACID) BATTERY ON ELECTRIC MOTOR (BYVIN) TEKNIK MESIN UNIFA. In *Jurnal Aplikasi Teknik dan Sains (JATS)* (Vol. 4, Issue 2).

Asti Marina, Supriyadi Imam, & Yusgiantoro Poernomo. (2020). ANALISA PENGGUNAAN SEPEDA MOTOR LISTRIK BAGI TRANSPORTASI ONLINE TERHADAP KETAHANAN ENERGI(STUDI PADA GOJEK). *Jurnal Ketahanan Energi*, *6*(1), 19–38. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.08.015

Budi Pranata, K., Priyono, M., Sulistyanto, T., Ghufron, M., & Yusmawanto, M. (2019). Pengaruh Variasi Arus Pengisian Pengosongan Muatan pada Model Baterai Lead Acid Terhadap Perubahan Efisiensi Energi. *Jurnal Fisika Flux*, *16*(1). https://doi.org/10.20527/flux.v15i2.5311

Hanes, N. M. (2024). Jurnal INTRO (Informatika dan Teknik Elektro) Analisis Perbandingan Sensor Suhu dan Kelembaban DHT-11 dan AHT-10 dengan Perangkat Lutron AM4205A. In *Jurnal INTRO* (Vol. 3, Issue 1). https://ejournal.upm.ac.id/index.php/intro

Mamahit Calvin, Ticoh Janne, Sangi Nontje, & Angmalisang Harrychoon. (2022). Studi Sistem Pengisian Cepat Baterai Kendaraan Listrik Berbasis Papan Pengendali OpenEVSE. *JURNAL EDUNITRO*, *2*(1), 61–70.

Nasution, M. (2021). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. *Journal of Electrical Technology*, *6*(1), 35–40.

Siburian Jhonson. (2019). KARAKTERISTIK TRANSFORMATOR. In *Maret: Vol. VIII* (Issue 1).

Sujitha, N., & Krithiga, S. (2017). RES based EV battery charging system: A review. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 75, pp. 978–988). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.078

Wang, Y. W., Jiang, J. M., Chung, Y. H., Chen, W. C., & Shu, C. M. (2019). Forced-air cooling system for large-scale lithium-ion battery modules during charge and discharge processes. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, *135*(5), 2891–2901. https://doi.org/10.1007/s10973-018-7646-4

Wibowo, I., Sudibyo, C., & Basori. (2014). PENGARUH PENGGUNAAN BATTERY LIFE EXTENDER TECHNOLOGY TERHADAP TEMPERATUR CHARGING DAN BERAT ELEKTROLIT PADA YUASA LEAD ACID BATTERY TIPE LIQUID VENTED 12V 5Ah. *JIPTEK*, *7*(1), 54–62