JTIK
Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi

JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)
p-ISSN : 2087-0868 (media cetak); e-ISSN : 2598-9707 (media online)
Vol. 17, No. 1, Maret 2026
http://ejurnal.provisi.ac.id/index.php/JTIKP

ANALISIS EFEKTIVITAS PENGISIAN BATERAI PADA KENDARAAN LISTRIK ANTARA NORMAL CHARGING DAN FAST CHARGING

Unang Achlison[1], Joseph Teguh Santoso[2], Fujiama Diapoldo [3]
[1,2,3] Universitas Sains dan Teknologi Komputer, Majapahit No. 605 Semarang,
e-mail: [1]unang@stekom.ac.id, [2]joseph@stekom.ac.id, [3]Fujiama@stekom.ac.id

Article Info

Article history:

Received Okt 20, 2025
Revised Nov 28, 2025
Accepted Feb 17, 2026

Keywords:

electric vehicle,
battery,
normal charging,
fast charging,
battery temperature,
charging power

ABSTRACT

The increasing adoption of electric vehicles (EVs) has created a growing demand for effective, efficient, and safe battery charging systems. One important aspect of the charging process is the relationship between charging power, charging time, current, and battery temperature. This study aims to analyze the differences in battery charging characteristics between normal charging and fast charging and to identify the influence of charging power and current on charging time and battery temperature. A descriptive research approach was employed, supported by a literature review and electric vehicle charging measurement data. The analyzed parameters included battery capacity, voltage, current, charging power, charging time, and battery temperature. The analysis results indicate that increasing charging power and current can reduce the time required to charge the battery. The test data showed charging power ranging from 2.76 kW to 11.04 kW, with charging currents of 12–48 A at a voltage of 230 VAC. The temperature analysis indicates that higher charging currents need to be supported by adequate thermal management because battery temperature may increase during the charging process. Therefore, charging effectiveness should not be evaluated solely based on charging speed but should also consider temperature, safety, battery condition, and thermal management. Further research using controlled experimental measurements is required to obtain a direct comparison between normal charging and fast charging.

Corresponding Author:

Unang Achlison
Universitas Sains dan Teknologi Komputer
Majapahit No. 605 Semarang
Email: unang@stekom.ac.id

OPEN ACCESS

1. INTRODUCTION

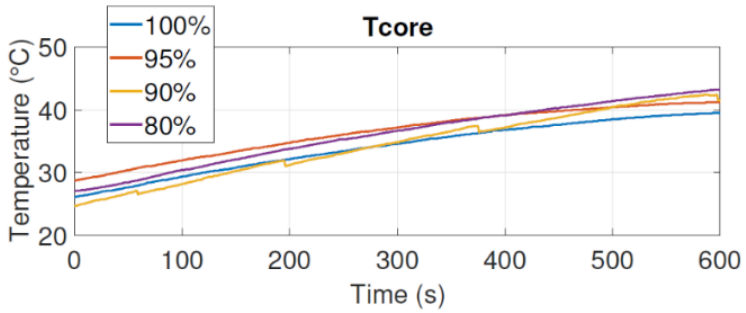
Meningkatnya penggunaan kendaraan listrik (electric vehicle/EV) mendorong kebutuhan akan infrastruktur pengisian yang cepat, andal, aman, dan efisien. Waktu pengisian yang relatif lama dibandingkan pengisian bahan bakar konvensional masih menjadi salah satu kendala dalam adopsi kendaraan listrik.

Perkembangan teknologi fast charging diarahkan pada peningkatan daya pengisian, efisiensi konverter daya, sistem kontrol, dan kemampuan baterai menerima daya yang lebih tinggi. Namun, peningkatan daya dan arus pengisian juga dapat meningkatkan beban pada jaringan listrik dan tekanan termal pada baterai, sehingga diperlukan sistem manajemen termal dan pengelolaan baterai yang memadai (1).

Pengisian berdaya tinggi berpotensi mengurangi waktu pengisian dan mendukung kenyamanan penggunaan kendaraan listrik. Di sisi lain, karakteristik pengisian harus mempertimbangkan efisiensi, keamanan, keandalan, kualitas daya, dan pengelolaan beban jaringan. Kemajuan teknologi konverter daya dan sistem kontrol menjadi bagian penting dalam pengembangan infrastruktur pengisian kendaraan listrik (2).

Pengembangan infrastruktur pengisian daya yang andal dan ekonomis penting untuk mendukung adopsi kendaraan listrik, termasuk untuk perjalanan jarak jauh. Topologi elektronika daya, penggunaan semikonduktor seperti silikon karbida (SiC), sistem proteksi, dan keamanan siber dapat meningkatkan efisiensi serta keandalan stasiun pengisian daya (3).

Fast charging dapat memperpendek waktu pengisian, tetapi arus pengisian yang tinggi dapat meningkatkan pembangkitan panas dan berpotensi mempercepat degradasi baterai lithium-ion. Pengaruh tersebut dipengaruhi oleh jenis baterai, kondisi State of Health (SoH), temperatur awal, laju pengisian, dan sistem pendinginan. Penelitian De Hoog et al. (2018) menunjukkan adanya perbedaan evolusi temperatur pada baterai NMC pada beberapa kondisi SoH.



Gambar 1. Evolusi temperatur baterai pada beberapa kondisi State of Health (SoH).

Pemantauan proses pengisian baterai kendaraan listrik berkapasitas 58 kWh pada jaringan satu fasa 230 V/50 Hz menunjukkan bahwa proses pengisian bersifat nonstasioner dan terdiri atas beberapa tahap dengan karakteristik yang berbeda. Perubahan tersebut berkaitan dengan kenaikan tegangan baterai selama pengisian dan operasi pengisi daya, termasuk sistem power factor correction (PFC), yang dapat menimbulkan fluktuasi jangka pendek pada arus dan daya (4).

Penelitian lain menunjukkan bahwa pembangkitan panas pada baterai lithium-ion dipengaruhi oleh kondisi operasi pengisian dan pengosongan. Kondisi overcharge dan overdischarge dapat meningkatkan pembangkitan panas secara signifikan. Peningkatan laju pengisian atau pengosongan juga cenderung meningkatkan pembangkitan panas. Pada baterai lithium-titanate, karakteristik pembangkitan panas dapat dipengaruhi oleh umur baterai dan kondisi pengoperasian (5).

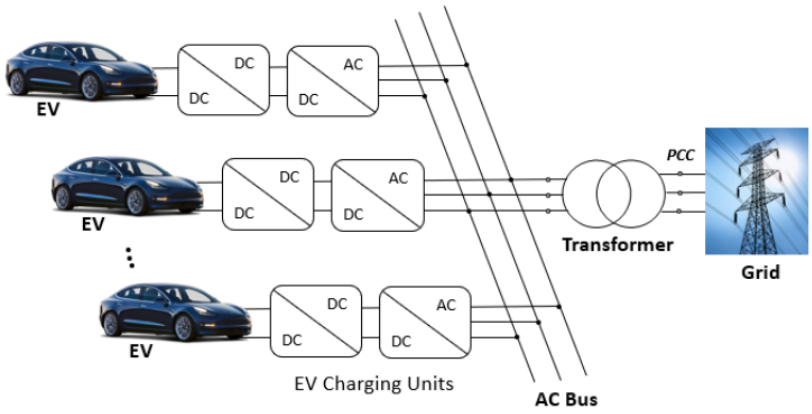
Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perbedaan karakteristik pengisian baterai kendaraan listrik pada mode Normal Charging dan Fast Charging berdasarkan tegangan, arus, daya, estimasi waktu pengisian, serta keterkaitannya dengan temperatur baterai. Analisis dilakukan untuk menilai efektivitas pengisian dari aspek waktu pengisian dan implikasi termalnya.

1. TINJAUAN PUSTAKA

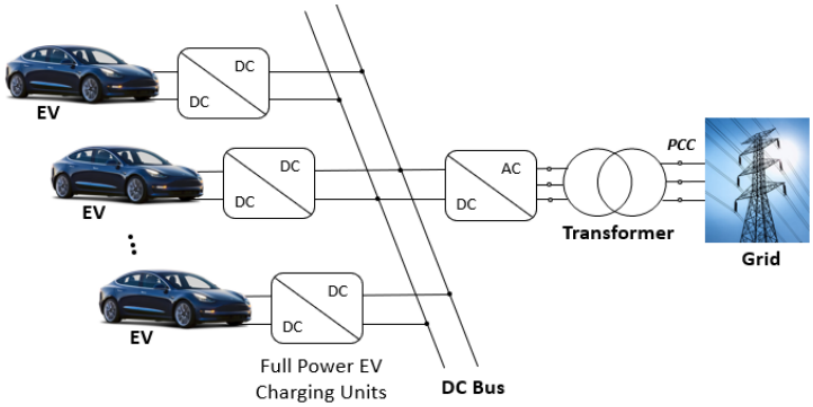
a. Arsitektur Pengisian Baterai.

Gambar 2 menunjukkan Infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik (Electric Vehicle Supply Equipment/EVSE) dibangun untuk memenuhi kebutuhan pengisian energi kendaraan listrik. Sumber energi dapat berasal dari jaringan listrik, energi terbarukan, maupun Energy Storage System (ESS). Secara umum, sistem pengisian dapat menggunakan suplai AC dengan konversi AC-DC dilakukan di dalam kendaraan

melalui on-board charger, atau suplai DC dengan konversi dilakukan di luar kendaraan melalui off-board charger (6).



Gambar 2. Diagram sistem pengisian AC.



Gambar 3. Diagram sistem pengisian AC-DC.

Gambr 3 menunjukkan sistem pengisian AC, sumber listrik dapat berupa satu fasa atau tiga fasa, bergantung pada konfigurasi jaringan dan peralatan pengisian. Pada sistem pengisian DC, penyearah AC-DC dan konverter pengatur daya umumnya berada pada peralatan pengisi daya di luar kendaraan sehingga daya DC dapat disalurkan langsung ke baterai melalui sistem kontrol pengisian.

b. Pengisian Baterai (Charging).

1) Normal Charging (AC daya rendah–menengah)
Normal Charging merupakan metode pengisian menggunakan sumber listrik arus bolak-balik (AC) dengan daya relatif rendah hingga menengah. Listrik AC dikonversi menjadi DC oleh on-board charger sebelum disimpan pada baterai. Pada data penelitian ini, pengisian AC menggunakan tegangan 230 V dengan daya 2,76–7,36 kW (Sithara et al., 2022).

2) Fast Charging (pengisian berdaya lebih tinggi)
Fast Charging pada literatur umumnya merujuk pada pengisian berdaya tinggi yang dapat menggunakan sistem DC off-board. Namun, data eksperimen pada naskah ini seluruhnya menggunakan pengisi daya AC satu fasa 230 V dengan on-board charger, sehingga istilah “Fast Charging” perlu dipahami sebagai mode pengisian dengan daya lebih tinggi dibandingkan mode Normal pada dataset penelitian, bukan sebagai DC fast charging. Pada dataset, daya mode ini

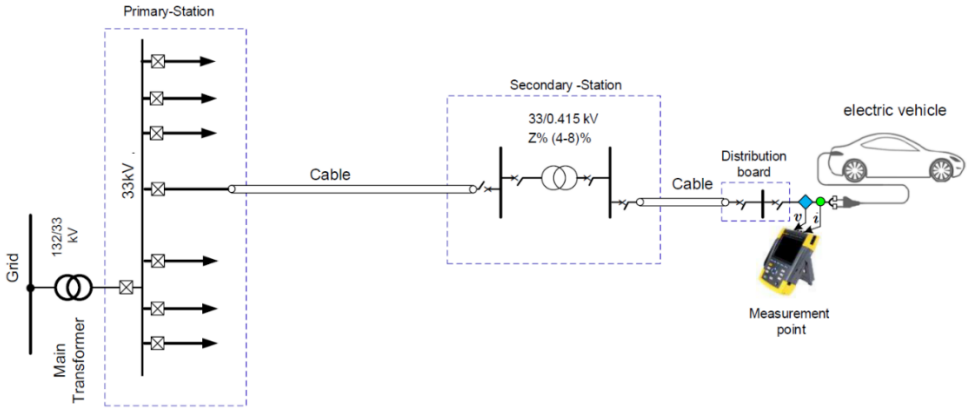
berada pada 5,52–11,04 kW. Dengan demikian, naskah tidak boleh menyimpulkan bahwa data tersebut merupakan pengujian DC fast charging (7).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menganalisis perbedaan efektivitas pengisian baterai kendaraan listrik antara mode Normal Charging dan mode pengisian berdaya lebih tinggi yang dalam dataset disebut Fast Charging. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif dengan dukungan data hasil pengukuran dan studi pustaka.

Pengumpulan data dilakukan melalui studi pustaka dan pengukuran eksperimental. Studi pustaka digunakan untuk memperoleh landasan teoritis mengenai arsitektur pengisian, karakteristik baterai, pengisian normal, pengisian berdaya tinggi, dan pembangkitan panas. Data eksperimen digunakan untuk membandingkan tegangan, arus, dan daya pada kendaraan listrik yang diuji.

Analisis deskriptif digunakan untuk menyajikan dan membandingkan karakteristik data pengisian. Efektivitas pengisian dinilai terutama dari daya dan estimasi waktu pengisian. Hubungan dengan temperatur baterai dibahas berdasarkan data temperatur yang tersedia. Karena data temperatur per kendaraan dan per mode pengisian belum disajikan secara lengkap, kesimpulan mengenai perbedaan temperatur antara Normal Charging dan Fast Charging harus dibatasi pada bukti yang tersedia. Pengukuran eksperimental dilakukan pada kendaraan listrik yang diteliti. Gambar 4 menunjukkan tata letak jaringan distribusi dan titik pengukuran kendaraan listrik (8).



Gambar 4. Tata letak jaringan distribusi dan pengukuran kendaraan listrik.

3. HASIL PENELITIAN

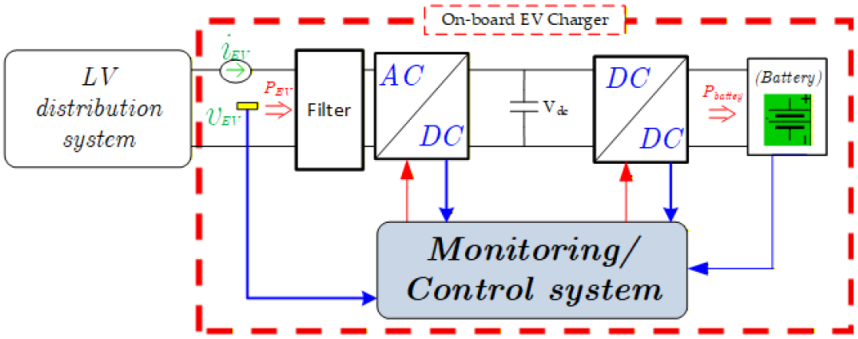
a. Hasil pengukuran Daya saat Fast dan Normal Charging

Tabel 1 menyajikan data pengisian tiga kendaraan listrik yang digunakan dalam pengujian. Data meliputi kapasitas baterai, mode pengisian, tegangan, arus, dan daya. Kapasitas baterai berada pada rentang 30–87,04 kWh. Seluruh data pada tabel menggunakan suplai AC satu fasa 230 V dan on-board charger. “Fast” pada tabel merupakan mode dengan daya lebih tinggi dalam dataset (9).

Tabel 1. Data Pengisian Baterai pada Kendaraan Listrik

Kendaraan Listrik	Kapasitas Baterai (kWh)	Mode Pengisian	Tegangan (V_{AC})	Arus (A)	Daya (kW)
BYD	87.04	Normal	230	15	3.45
		Fast	230	30	6.9
Nissan	30	Normal	230	12	2.76
		Fast	230	24	5.52
Tesla	78.1	Normal	230	32	7.36
		Fast	230	48	11.04

Gambar 5 mengilustrasikan struktur pengisi daya EV on-board AC satu fasa. Sistem terdiri atas penyearah AC-DC yang terintegrasi di dalam kendaraan, diikuti konverter DC-DC untuk mengatur kondisi pengisian baterai. Filter input digunakan untuk mengurangi gangguan terhadap jaringan dan membantu meningkatkan kualitas daya. Pengendali mengatur aliran daya dan proses pengisian baterai. Karakteristik arus dan daya pengisian dapat memengaruhi kualitas daya pada sisi jaringan (10).

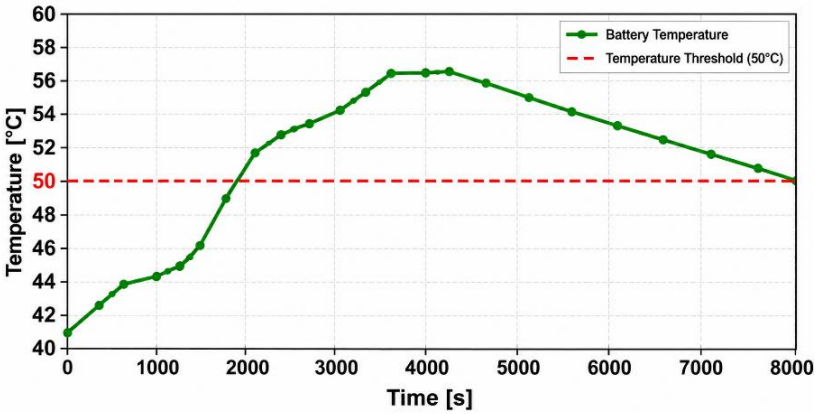


Gambar 5. Struktur pengisi daya EV on-board AC satu fasa.

b. Temperatur Baterai selama pengisian

Gambar 6 menampilkan kenaikan temperatur merupakan salah satu aspek penting dalam pengisian baterai. Arus pengisian yang lebih tinggi dapat meningkatkan laju pembangkitan panas, tetapi temperatur baterai tidak hanya ditentukan oleh arus. Temperatur awal, kondisi lingkungan, sistem pendinginan, jenis sel, State of Charge (SoC), State of Health (SoH), dan strategi Battery Management System (BMS) juga berpengaruh. Oleh karena itu, temperatur harus diukur pada kondisi pengujian yang terkontrol sebelum digunakan sebagai dasar perbandingan efektivitas.

Gambar 5 yang digunakan dalam naskah menunjukkan hasil penelitian mengenai hubungan temperatur baterai dan lama waktu pengisian pada baterai NCM berkapasitas 175 Ah. Berdasarkan sumber tersebut, temperatur dapat melebihi 50 °C setelah waktu pengisian (6).



Gambar 6. Temperatur baterai terhadap lama waktu pengisian.

4. PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 6, mode dengan daya lebih tinggi menghasilkan daya pengisian sekitar dua kali mode Normal. Secara teoritis, peningkatan daya akan memperpendek waktu pengisian jika kapasitas baterai, efisiensi pengisi daya, dan karakteristik baterai dianggap sama. Namun, waktu

pengisian aktual tidak dapat ditentukan hanya dari kapasitas baterai dan daya nominal karena proses pengisian dapat mengalami perubahan arus dan daya pada tahap tertentu.

Tabel 2. Perbandingan daya dan estimasi waktu pengisian ideal pada tegangan 230 VAC

Pengisian Baterai (Charging)	Kapasitas Baterai (kWh)	Daya (kW)	Arus (A)	Waktu Charging	Temperatur Baterai (°C)
Normal	87.04	3.45	15	> 30 m	> 50
	30	2.76	12	> 30 m	> 50
Fast	87.04	6.90	30	< 30 m	< 50
	30	5.52	24	< 30 m	< 50

Berdasarkan data pada Tabel 2, mode pengisian dengan daya lebih tinggi (Fast) berpotensi memperpendek waktu pengisian dibandingkan mode Normal. Secara termal, daya atau arus pengisian yang lebih tinggi justru berpotensi meningkatkan pembangkitan panas, sehingga kesimpulan temperatur harus didasarkan pada pengukuran temperatur aktual pada kedua mode pengisian.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis karakteristik pengisian baterai kendaraan listrik, dapat disimpulkan bahwa daya dan arus pengisian memiliki hubungan dengan waktu yang diperlukan untuk melakukan pengisian baterai. Semakin besar daya pengisian yang digunakan, semakin singkat waktu pengisian secara teoritis. Data yang dianalisis menunjukkan daya pengisian antara 2,76 kW sampai 11,04 kW dengan tegangan 230 VAC dan arus antara 12 A sampai 48 A.

Perbedaan kapasitas baterai juga memengaruhi kebutuhan waktu pengisian. Baterai dengan kapasitas yang lebih besar membutuhkan energi yang lebih besar untuk mencapai tingkat pengisian yang sama sehingga waktu pengisian cenderung lebih lama apabila daya pengisian tidak ditingkatkan.

Dari aspek temperatur, peningkatan arus pengisian perlu diperhatikan karena proses pengisian dengan arus yang lebih tinggi dapat meningkatkan pembangkitan panas pada baterai. Hasil kajian temperatur dalam penelitian menunjukkan bahwa temperatur baterai dapat mencapai lebih dari 50 °C pada kondisi pengisian tertentu setelah waktu pengisian melebihi sekitar 2.000 detik. Oleh karena itu, kecepatan pengisian harus diimbangi dengan sistem pendinginan yang memadai.

6. SARAN

a. Menambahkan parameter State of Health (SoH) baterai karena kondisi kesehatan baterai dapat memengaruhi karakteristik pengisian dan kenaikan temperatur.
b. Mengukur efisiensi energi pengisian dengan membandingkan energi listrik yang masuk dari sumber dengan energi yang tersimpan pada baterai.
c. Menganalisis pengaruh sistem pendinginan terhadap temperatur baterai pada berbagai tingkat arus dan daya pengisian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alawasa, K. M. (2026). Measurement-Based Analysis of Power Quality and Harmonic Distortion Characteristics for Electric Vehicle AC Charging Modes. *World Electric Vehicle Journal*, *17*(2), 108. https://doi.org/10.3390/wevj17020108
2. C.-Y. Wang, G. Zhang, S. Ge, T. Xu, Y. Ji, X.-G. Yang, and Y. Leng, (2016). “Lithium-ion battery structure that self-heats at low temperatures,” Nature, vol. 529, no. 7587, pp. 515–518, 2016.
3. Deb, N., Singh, R., Brooks, R. R., & Bai, K. (2021). A Review of Extremely Fast Charging Stations for Electric Vehicles. *Energies*, *14*(22), 7566. https://doi.org/10.3390/en14227566

4. De Hoog, J., Jaguemont, J., Abdel-Monem, M., Van Den Bossche, P., Van Mierlo, J., & Omar, N. (2018). Combining an Electrothermal and Impedance Aging Model to Investigate Thermal Degradation Caused by Fast Charging. *Energies*, *11*(4), 804. https://doi.org/10.3390/en11040804
5. G. Dong, Z. Zhu, Y. Lou, J. Yu, L. Wu, and J. Wei, "Optimal charging of lithium-ion battery using distributionally robust model predictive control with wasserstein metric," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 20, no. 5, pp. 7630–7640, 2024.
6. Kuwałek, P., & Wiczyński, G. (2023). Monitoring Single-Phase LV Charging of Electric Vehicles. *Sensors*, *23*(1), 141. https://doi.org/10.3390/s23010141
7. Seleem, M., Atia, Y., Abou-Zalam, B., & Abd-Elhaleem, S. (2024). A Technological Review on Fast Chargers for Electric Vehicles: Standards, Architectures, Power Converter Topologies, Fast Charging Techniques, Impacts and Future Research Directions. *International Journal of Robotics and Control Systems*.
8. Sithara S. G. Acharige, M. E. Haque, M. T. Arif, N. Hosseinzadeh, K. N. Hasan and A. M. T. Oo, "Review of Electric Vehicle Charging Technologies, Standards, Architectures, and Converter Configurations," in *IEEE Access*, vol. 11, pp. 41218-41255, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3267164
9. Zentani, A., Almaktoof, A., & Kahn, M.T. (2024). A Comprehensive Review of Developments in Electric Vehicles Fast Charging Technology. *Applied Sciences*.
10. Z. Huang, S. C. Wong, and C. K. Tse, (2017). "Design of a single-stage inductivepower-transfer converter for efficient EV battery charging," IEEE Trans.Veh. Technol., vol. 66, no. 7, pp. 5808-5821, Jul. 2017.