

PENGARUH INTEGRATED CIRCUIT PADA RANGKAIAN FAST CHARGING BATERAI MOBIL LISTRIK

¹Purwandito Tulus Asmoro, ²Dieta Wahyu Asry Ningtias, ³Widodo, ⁴Aziz Yulianto Pratama,
⁵Ali Nur Fathoni

^{1,2,4}Teknologi Listrik, Politeknik Enjineri Indorama, Purwakarta, Indonesia

³Teknologi Rekayasa Manufaktur, Politeknik Enjineri Indorama, Purwakarta, Indonesia

⁵Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

¹purwandito@pei.ac.id, ²dieta@pei.ac.id, ³widodo@pei.ac.id, ⁴aziz@pei.ac.id

⁵alifathoni@unesa.ac.id

Corresponding author: dieta@pei.ac.id.

Abstrak

Transportasi menjadi kebutuhan terpenting dalam mobilitas pemenuhan kebutuhan masyarakat. Jumlah transportasi yang terus meningkat berdampak pada degradasi lingkungan khususnya pencemaran udara. Berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) bahwa transportasi menyumbang lebih dari 20% dari total emisi Karbon Dioksida (CO₂) di Indonesia. Hal tersebut diakibatkan oleh transportasi atau kendaraan konvensional berbahan bakar minyak (BBM). Selain mencemari udara, penggunaan kendaraan konvensional juga memicu penyakit pernafasan yang akan memperburuk kualitas hidup manusia. Mobil listrik menjadi salah satu solusi dalam menanggulangi masalah tersebut karena mobil listrik tidak mengeluarkan emisi karbon. Mobil listrik terus dikembangkan melalui riset teknologi industri antara lain topologi arsitektur rangkaian fast charging, power flow, dan proteksi. Fast charging atau pengisian cepat baterai mobil listrik sangat dibutuhkan agar meningkatkan kenyamanan, efisiensi, dan mempercepat waktu. Mobil listrik yang telah dirancang oleh Teknologi Listrik Politeknik Enjineri Indorama membutuhkan rangkaian fast charging yang kompatibel. Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh Integrated Circuit (IC) 7805 dan IC 7812 terhadap fast charging mobil baterai listrik. Hasil penelitian menunjukkan kriteria performa terbaik didapatkan pada rangkaian fast charging yang menggunakan IC 7805. Profil tegangan yang lebih stabil dibandingkan rangkaian tanpa IC dengan rerata 12V. Arus yang mengalir juga tinggi yaitu 4 ampere dibandingkan rangkaian lain sehingga waktu pengisian lebih cepat yaitu 8,75 jam dibandingkan rangkaian tanpa IC yang membutuhkan waktu 9,64 jam dalam pengisian baterai. Maka dari itu, penambahan IC 7805 terbukti kompatibel dalam rangkaian fast charging baterai mobil listrik.

Kata kunci: Fast charging, arus, IC 7805, dan IC 7812

Abstract

Transportation is the most important need in the mobility of fulfilling people's needs. The increasing number of transportation has an impact on environmental degradation, especially air pollution. Based on the Ministry of Environment and Forestry (KLHK), transportation contributes more than 20% of the total Carbon Dioxide (CO₂) emissions in Indonesia. This is caused by conventional transportation or vehicles that use oil fuel (BBM). In addition to polluting the air, the use of conventional vehicles also triggers respiratory diseases that will worsen the quality of human life. Electric cars are one solution to overcome this problem because electric cars do not emit carbon emissions. Electric cars continue to be developed through industrial technology research including fast charging circuit architecture topology, power flow, and protection. Fast charging or fast charging of electric car batteries is needed to increase comfort, efficiency, and speed up time. Electric cars that have been designed by the Electrical Technology of the Indorama Engineering Polytechnic require a compatible fast charging circuit. The study aims to analyze the effect of Integrated Circuit (IC) 7805 and IC 7812 on fast charging of electric

battery cars. The results of the study showed that the best performance criteria were obtained in the fast charging circuit using the IC 7805. A more stable voltage profile compared to circuits without IC, with an average of 12V. The current flowing is also high, which is 4 amperes, compared to other circuits, so that the charging time is faster, which is 8.75 hours compared to the circuit without IC, which takes 9.64 hours to charge the battery. Therefore, the addition of IC 7805 is proven to be compatible in the fast charging circuit of electric car batteries.

Keywords: Fast charging, current, IC 7805, and IC 7812

1. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan salah satu kebutuhan penting dalam mobilitas pemenuhan kebutuhan manusia. Jumlah transportasi semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi manusia. Hal tersebut berdampak pada degradasi lingkungan khususnya pencemaran udara. Berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menunjukkan bahwa transportasi menyumbang lebih dari 20% dari total emisi Karbon Dioksida (CO₂) di Indonesia. Hal tersebut diperparah dengan tingginya ketergantungan masyarakat terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM) [1]. Bahan bakar tersebut merupakan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui. Apabila hal tersebut dibiarkan, maka dapat menurunkan kualitas lingkungan dan kualitas kesehatan masyarakat. Maka dari itu diperlukan solusi guna menanggulangi masalah tersebut.

Penanggulangan pencemaran udara dapat dilakukan dengan berbagai hal seperti penanaman pohon, filter udara pada perkotaan, hingga menekan sumber polusi udara itu sendiri. Sumber polusi udara paling banyak dijumpai disebabkan oleh kendaraan bermotor seperti mobil. Mobil terbagi menjadi mobil konvensional dan mobil listrik. Mobil konvensional menggunakan mesin pembakaran internal dari bahan bakar fosil. Mobil tersebut menjadi favorit pilihan konsumen atau masyarakat karena ketersediaan, kebiasaan atau budaya, mudahnya tempat pengisian bahan bakar, dan harga mobil yang terjangkau [2]. Masyarakat perlahan memiliki kesadaran akan konservasi lingkungan yaitu dampak akibat pencemaran udara misalnya terhadap kesehatan. Semakin lama masyarakat memiliki ketertarikan dengan mobil listrik. Mobil listrik merupakan kendaraan ramah lingkungan yang menggunakan listrik sebagai bahan bakar utamanya dan bukan menggunakan bahan bakar fosil [3][4].

Mobil listrik memiliki banyak kelebihan seperti efisiensi energi yang tinggi, emisi yang rendah, dan performa kinerja yang lebih baik. Kebutuhan masyarakat akan hal tersebut meningkat seiring dengan perkembangan teknologi industri [5]. Mobil listrik telah diciptakan di industri sejak abad ke-19 dan mulai berkembang pesat pada tahun 2010 di Indonesia. Berdasarkan Peraturan Presiden No. 55 Tahun 2019, pemerintah berkomitmen mendukung perkembangan mobil listrik dengan membangun infrastruktur industri mobil listrik. Infrastruktur tersebut misalnya Stasiun Penyedia Listrik Umum (SPLU) dengan daya 5,5 kVA hingga 22 kVA yang digunakan untuk pengisian baterai motor listrik dan Stasiun Pengisian Mobil Listrik Umum (SPKLU) dengan daya 22 kW hingga 150 kW yang digunakan untuk pengisian baterai mobil listrik. Lokasinya berdekatan dengan mobilitas kebutuhan masyarakat seperti mall, kantor PLN, dan kantor pemerintah [6][7]. Tantangan yang dihadapi pada teknologi kendaraan listrik saat ini adalah kinerja baterai yang menurun seiring waktu berjalan. Jarak tempuh dan efisiensi energi seiring dengan bertambahnya usia kendaraan ditengarai menjadi penyebab menurunnya kinerja baterai [8].

Mobil listrik menjadi tren dalam industri transportasi, sehingga menjadi poin penting untuk selalu mengikuti perkembangan inovasi teknologi berkelanjutan yang diiringi dengan pembangunan infrastrukturnya. Secara umum mobil listrik dibedakan menjadi dua jenis yaitu *Battery Electric Vehicle* (BEV) dan *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* (PHEV). BEV merupakan mobil yang hanya mengandalkan baterai sebagai sumber energinya. PHEV merupakan mobil hibrid yaitu sumber energi dapat menggunakan baterai dan dapat menggunakan bahan bakar minyak [9]. Objek penelitian yaitu mobil listrik rancangan Teknologi Listrik Politeknik Indorama yang merupakan jenis BEV.

Teknologi yang berkaitan dengan mobil listrik antara lain mesin mobil listrik, baterai, hingga desain modelnya. Penelitian yang berkaitan dengan pengisian baterai pada *Electric Vehicle* (EV) atau motor dan mobil listrik antara lain topologi arsitektur rangkaian *fast charging*, algoritma optimasi *fast charging*, *placement*, *power rating*, *current type*, *power flow*, dan proteksi [10].

Pengembangan mobil listrik salah satunya yaitu mengenai pengisian baterai secara cepat atau *fast charging*. *Charging* adalah istilah pada mobil listrik yang dapat diartikan sebagai pengisian baterai

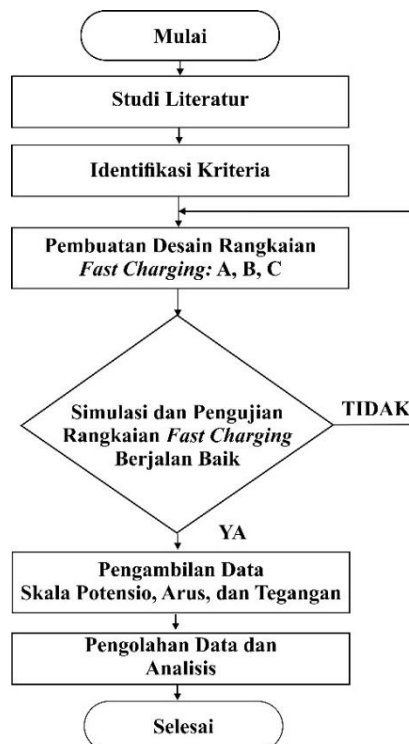
pada mobil listrik. Ada dua istilah yang dipakai pada mekanisme pengisian baterai mobil listrik yaitu *charging* dan *fast charging*. Perbedaan *charging* dan *fast charging* pada pengisian baterai mobil listrik terletak pada kecepatan waktu pengisian baterai. Sebuah *charger* dikatakan optimal apabila dapat melakukan pengisian baterai dengan cepat namun tanpa membuat baterai mobil listrik rusak [11].

Terdapat penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan *fast charging*. Sistem pengisiannya menggunakan teknik *Pulse Width Modulation* (PWM) dengan menggunakan kontrol Fuzzy Logic. Penelitian tersebut membutuhkan sistem yang lebih kompleks dan dengan pemrograman Fuzzy untuk menghasilkan mekanisme *fast charging* dengan *Constant Voltage* (CV) [11]. Sedangkan pada penelitian ini dikembangkan metode *fast charging* menggunakan IC Regulator yang tentunya lebih ringkas. *Fast charging* memiliki performa yang baik yaitu mampu meningkatkan arus *charge* dengan menjaga tegangan tetap pada kondisi *Constant Voltage* (CV).

Penelitian berkaitan dengan topologi rangkaian *fast charging* yaitu dengan menganalisis pengaruh *Integrated Circuit* (IC) dan kapasitor pada kapasitas tertentu terhadap besarnya arus yang dialirkan dalam pengisian baterai. Sehingga didapatkan topologi arsitektur rangkaian yang paling kompatibel digunakan dalam *fast charging* mobil listrik tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Fast charging atau pengisian cepat pada baterai merupakan aspek penting dalam performa mobil listrik. Metode penelitian yang digunakan yaitu eksperimen dan analisis deskriptif. Eksperimen dilakukan dengan melakukan simulasi rangkaian *fast charging* dengan 3 jenis desain antara lain: a. Desain rangkaian *fast charging* tanpa tambahan IC, b. Desain rangkaian *fast charging* dengan IC 7805, dan c. Desain rangkaian *fast charging* dengan IC 7812. Ketiga desain tersebut memiliki pemilihan kapasitor yang juga variatif. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Studi Literatur

Studi literatur berkaitan dengan rangkaian *fast charging* baterai pada mobil listrik. *Fast charging* atau pengisian cepat merupakan teknologi pengisian baterai dalam waktu yang lebih cepat atau

singkat dibandingkan pengisian konvensional. Prinsip kerja *fast charging* yaitu dengan meningkatkan arus dan tegangan yang dikirim ke baterai [12]. Dibutuhkan inovasi seperti contohnya pengisian daya ultra cepat yang dapat menghasilkan daya 350 kW, yang memungkinkan kendaraan listrik menjadi handal sekitar 20-80% dalam rentan waktu 15-30 menit [13].

Formulasi yang terkait dengan baterai antara lain:

- Kapasitas Baterai

$$C = \frac{Q}{V} \tag{1}$$

- Daya Pengisian

$$P = V \times I \tag{2}$$

- Waktu Pengisian

$$T = \frac{C}{I} \tag{3}$$

Keterangan:

- E : Energi (Wh)
- Q : Muatan (C)
- C : Kapasitas Baterai (Ah)
- V : Tegangan (V)
- I : Arus (A)
- T : Waktu Pengisian (jam)

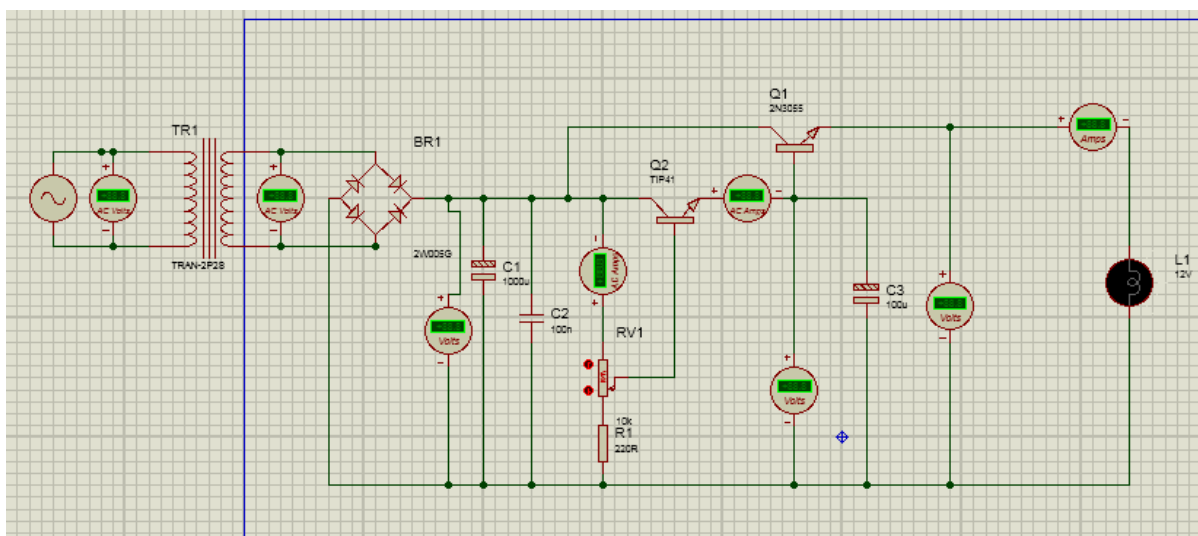
2.2. Identifikasi Kriteria

Penelitian dilakukan dengan membandingkan 3 desain terbaik rangkaian *fastcharging*. Kriteria terbaik tersebut berdasarkan tegangan dan arus yang mengalir dalam proses pengisian, daya pengisian, dan waktu pengisian.

2.3. Pembuatan Desain Rangkaian Fast Charging

Rangkaian fast charging didesain menggunakan Proteus. Komponen-komponen yang digunakan antara lain integrated circuit, transformator, diode bridge, kapasitor, transistor, dan resistor. Terdapat tiga jenis desain pada penelitian ini antara lain:

2.3.1 Rangkaian Tanpa IC

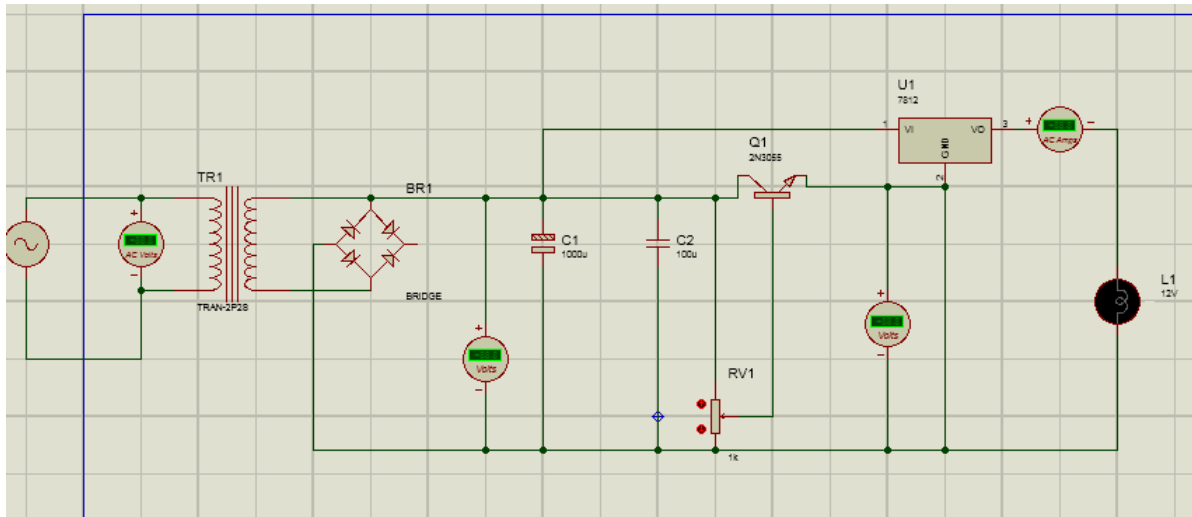


Gambar 2. Rangkaian Tanpa IC

Rangkaian *fast charging* tanpa IC yang ditunjukkan pada Gambar 2 merupakan rangkaian dasar yang nantinya sebagai pedoman untuk dibandingkan dengan jenis topologi rangkaian lain.

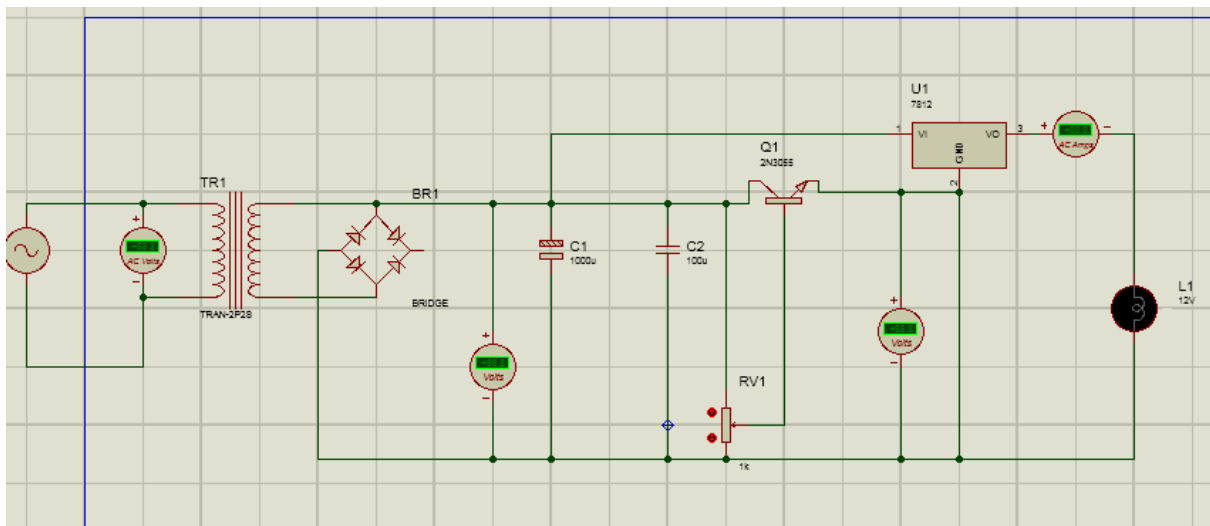
2.3.2 Rangkaian Menggunakan IC 7805

Rangkaian *fast charging* yang ditunjukkan pada Gambar 3 merupakan rangkaian dasar yang ditambahkan IC 7805 dengan tujuan meningkatkan tegangan dan arus charging sehingga mempercepat pengisian baterai.



Gambar 3. Rangkaian Menggunakan IC 7805

2.3.3 Rangkaian Menggunakan IC 7812



Gambar 4. Rangkaian Menggunakan IC 7812

Rangkaian *fast charging* yang ditunjukkan pada Gambar 4 merupakan rangkaian dasar yang ditambahkan IC 7812. Sehingga terdapat dua jenis IC yang menjadi fokus utama penelitian yaitu IC 2805 dan IC 7812.

2.4. Simulasi dan Pengujian

Simulasi rangkaian *fast charging* dilakukan menggunakan aplikasi Proteus 8.1 Professional. Terdapat potensiometer yang berfungsi sebagai tuas pemutar nilai variabel resistor [14]. Pengujian berupad *running* pada simulasi dilakukan beberapa kali berdasarkan skala potensio yang diberikan. Skala potensio maksimal 100% bernilai 5k.

2.5. Pengambilan Data dan Analisis

Data yang diperoleh berupa arus dan tegangan dalam pengisian baterai. Dilakukan eksperimen secara langsung berulang kali untuk mendapatkan keakuratan data hasil *running* [15][16]. Berdasarkan data yang diperoleh, maka akan dilakukan analisis untuk menentukan hasil terbaik dari ketiga desain rangkaian *fast charging* berdasarkan pengaruh penambahan IC pada rangkaian tersebut. Penggunaan baterai Lithium pada proses Fast Charging akan mengoptimalkan kinerja mobil listrik, namun dengan menggunakan bahan elektroda terbaru dapat memungkinkan penggunaan energy listrik dengan skala yang lebih besar [17].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh penambahan *Integrated Circuit* (IC) pada rangkaian *fast charging*. Jenis IC yang digunakan yaitu IC 7805 dan IC 7812. Sebelum ditambahkan IC, dilakukan terlebih dahulu simulasi rangkaian *fast charging* tanpa IC.

3.1. Rangkaian Tanpa IC

Rangkaian tanpa IC digunakan sebagai pedoman untuk melihat pengaruh ditambahkannya IC. Simulasi dilakukan beberapa kali yaitu sesuai dengan skala potensio yang diberikan yaitu 10-100% dengan rentang perubahan per 10%.

Tabel 1 menunjukkan hasil performa dari rangkaian *fast charging* Tanpa IC. Arus minimum sebesar 1,04 ampere dan arus maksimum sebesar 3,63 ampere. Kemudian tegangan didominasi dengan nilai 12volt pada rentang 12-15V. Arus terbesar 3,63 ampere didapatkan pada kondisi tegangan nominal 12volt dengan skala potensio 90%. Kemudian waktu pengisian didapatkan melalui Persamaan 3. Apabila kapasitas baterai adalah 35 Ah, maka waktu yang dibutuhkan dalam pengisian cepat atau *fast charging* dengan perhitungan 35 Ah dibagi 3,63 ampere adalah 9,64 jam.

Tabel 1. Rangkaian Fast Charging Tanpa IC

Tegangan Sumber (V)	Kapasitor C1 (F)	Kapasitor C2 (F)	Resistor (ohm)	Skala Potensio (%)	Arus (A)	Tegangan (V)
220	1000	100	220	10	1,04	12
220	2000	100	220	20	1,55	14
220	2000	100	220	30	1,90	12
220	2000	100	220	40	2,16	12
220	900	100	220	50	2,40	13
220	900	100	220	60	2,91	15
220	600	100	220	70	3,31	14
220	1000	100	220	80	3,45	12
220	1000	100	220	90	3,48	12
220	5000	100	220	100	3,63	12

3.2. Rangkaian Menggunakan IC 7805

Tabel 2. Rangkaian Fast Charging Menggunakan IC 7805

Tegangan Sumber (V)	Kapasitor C1 (F)	Kapasitor C2 (F)	Resistor (ohm)	Skala Potensio (%)	Arus (A)	Tegangan (V)
220	2000	100	220	10	2,56	12
220	2100	100	220	20	3,77	13
220	3000	100	220	30	3,98	12
220	2000	100	220	40	3,25	14
220	2000	100	220	50	3,44	12
220	2000	100	220	60	3,56	13
220	2100	100	220	70	3,77	12
220	2000	100	220	80	3,78	12
220	2000	100	220	90	3,99	13
220	2000	100	220	100	4,00	14

Integrated Circuit (IC) tipe 7805 ditambahkan pada rangkaian *fast charging*. Rangkaian juga menggunakan komponen transistor 2N3055. IC 7805 merupakan regulator tegangan linier yang menghasilkan output tegangan yang konstan atau stabil. Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 2, terlihat pengaruh IC 7805 terhadap arus dan tegangan pengisian baterai. Arus minimum sebesar 2,56 ampere dan arus maksimum sebesar 4 ampere. Kemudian tegangan didominasi dengan nilai 12volt pada rentang 12-14V. Arus terbesar 4 ampere didapatkan pada kondisi tegangan nominal 14volt dengan skala potensio 100%.

Waktu pengisian baterai didapatkan melalui Persamaan 3. Apabila kapasitas baterai adalah 35 Ah, maka waktu yang dibutuhkan dalam pengisian cepat atau *fast charging* dengan perhitungan 35 Ah dibagi 4 ampere adalah 8,75 jam. Hal tersebut membuktikan bahwa IC 7805 dapat mempercepat pengisian baterai. Efisiensi maksimal dapat diperoleh dengan cara menyamakan secara sistem antara level tegangan sistem baterai dengan level tegangan pada kendaraan listrik [18].

3.2.1. Rangkaian Menggunakan IC 7812

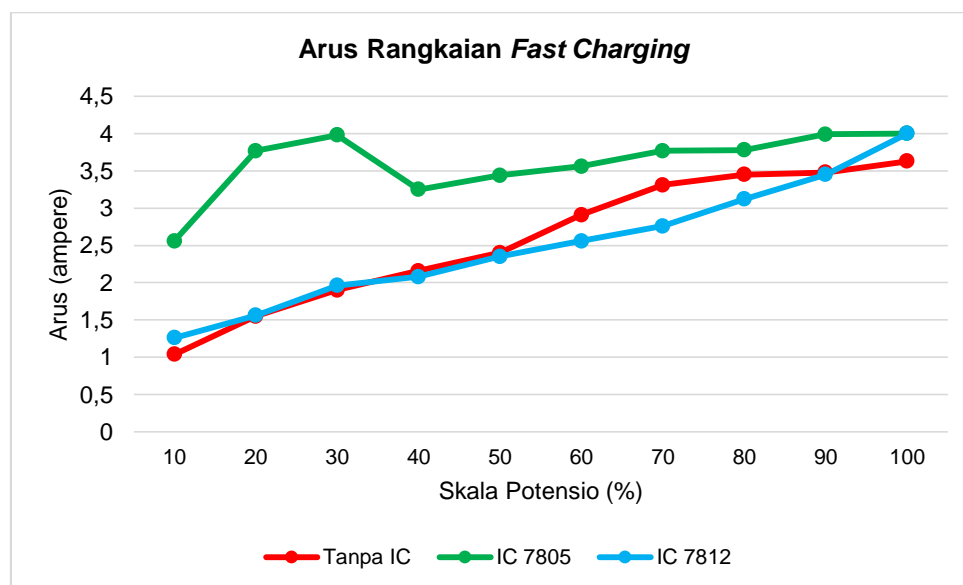
Integrated Circuit (IC) 7812 juga merupakan regulator tegangan linier yang memberikan output tegangan tetap yaitu sekitar 12 VDC. IC tersebut ditambahkan pada rangkaian *fast charging* untuk melihat pengaruhnya dalam pengisian. Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 3, IC 7812 berpengaruh terhadap arus dan tegangan pengisian.

Tabel 3. Rangkaian Fast Charging Menggunakan IC 7812

Tegangan Sumber (V)	Kapasitor C1 (F)	Kapasitor C2 (F)	Resistor (ohm)	Skala Potensio (%)	Arus (A)	Tegangan (V)
220	2000	100	330	10	1,26	12
220	2000	100	330	20	1,56	13
220	2100	100	330	30	1,96	12
220	2000	100	330	40	2,08	14
220	2000	100	330	50	2,35	12

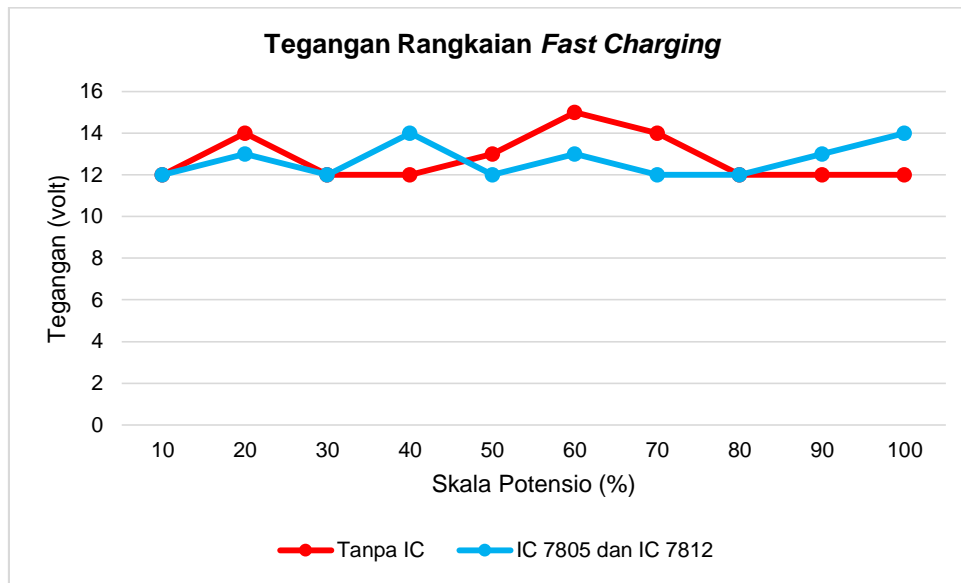
Tegangan Sumber (V)	Kapasitor C1 (F)	Kapasitor C2 (F)	Resistor (ohm)	Skala Potensio (%)	Arus (A)	Tegangan (V)
220	2200	100	330	60	2,56	13
220	3000	100	330	70	2,76	12
220	2000	100	330	80	3,12	12
220	3000	100	330	90	3,45	13
220	1000	100	330	100	4,00	14

Arus minimum sebesar 1,26 ampere dan arus maksimum sebesar 4 ampere. Kemudian tegangan didominasi dengan nilai 12volt pada rentang 12-14V. Arus terbesar 4 ampere didapatkan pada kondisi tegangan nominal 14volt dengan skala potensio 100%. Kemudian waktu pengisian didapatkan melalui Persamaan 3. Apabila kapasitas baterai adalah 35 Ah, maka waktu yang dibutuhkan dalam pengisian cepat atau *fast charging* dengan perhitungan 35 Ah dibagi 4 ampere adalah 8,75 jam. Hal tersebut membuktikan bahwa IC 7812 dapat mempercepat pengisian baterai.



Gambar 5. Arus Fast Charging

Rekapitulasi hasil penelitian terlihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Telah dibandingkan 3 desain rangkaian *fast charging* antara lain tanpa menggunakan IC, menggunakan IC 7805, dan menggunakan IC 7812.



Gambar 6. Tegangan Fast Charging

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa rangkaian tanpa IC cenderung semakin naik seiring dengan naiknya skala potensio. Profil arus terbaik terlihat pada rangkaian *fast charging* menggunakan IC 7805 dikarenakan rerata arus charging yang cukup tinggi dibandingkan desain rangkaian lainnya. Pada IC 7805 dan IC 7812 arus terbesar bernilai sama yaitu 4 ampere, sehingga waktu pengisian cepat atau *fast charging* yaitu sama 8,75 jam. Hal ini menunjukkan bahwa rangkaian menggunakan IC 7812 memberikan dampak lebih cepat dalam pengisian baterai dibandingkan rangkaian tanpa menggunakan IC.

Profil tegangan pada rangkaian *fast charging* menggunakan IC 7805 sama dengan menggunakan IC 7812. Dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa kestabilan tegangan lebih terlihat pada rangkaian yang menggunakan IC dari pada rangkaian tanpa menggunakan IC. Hal tersebut menunjukkan bahwa IC berpengaruh terhadap kestabilan output tegangan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh Integrated Circuit (IC) terhadap performa rangkaian *fast charging* baterai mobil listrik. Hasil simulasi pada penelitian ini menunjukkan kriteria performa terbaik didapatkan pada rangkaian *fast charging* yang menggunakan IC 7805. Tegangan keluaran yang lebih stabil dibandingkan rangkaian tanpa IC dengan tegangan rata-rata 12V. Arus yang mengalir pada saat pengisian yaitu 4 ampere, lebih besar dibandingkan rangkaian tanpa IC. Waktu pengisian yang diperlukan lebih cepat yaitu 8,75 jam dibandingkan rangkaian tanpa IC yang membutuhkan waktu 9,64 jam dalam pengisian baterai. Sehingga dari hasil simulasi ini dapat disimpulkan bahwa pengisian baterai dengan rangkaian berbasis IC 7805 menghasilkan sistem *fast charging* lebih cepat dan efisien dari segi waktu. Untuk pengembangan berikutnya, dapat dilakukan fabrikasi rangkaian *fast charging* yang telah dirancang dan disimulasikan, agar didapatkan hasil yang riil dan kompatibel yang menunjukkan kesesuaian antara hasil simulasi perancangan dengan prototipe, sehingga dapat mendukung pengembangan penelitian terkait dengan sistem pengisian *fast charging* menggunakan IC 7805.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal:

- [1] I. S. Aprillia *et al.*, “Kebijakan Mobil Listrik di Indonesia: Tantangan dan Peluang Dalam Mewujudkan Mobilitas Ramah Lingkungan,” *J. Pendidik. Sej. dan Ris. Sos. Hum.*, vol. 4, no. 3, pp. 391–401, 2024.
- [2] R. A. Widitya, F. S. P. Yuwono, and M. Z. Saleh, “Strategi Pemasaran Mobil Konvensional dan Mobil Listrik Di Pasar Indonesia,” *Trending J. Ekon. Akunt. dan Manaj.*, vol. 2, no. 1, pp. 37–54, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.30640/trending.v2i1.1910>.
- [3] A. G. Tangkudung, “Jejak Sejarah Mobil Listrik di Indonesia: Perkembangan dan Tantangan,” *J. Syntax Idea*, vol. 6, no. 9, pp. 1–23, 2024.
- [4] K. N. Afifah, K. Stephanie, and M. Rizqyasatria, “Analisis Etika Lingkungan Terhadap Dampak Penggunaan dan Limbah Mobil Listrik,” *J. Filsafat Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–15, 2024.
- [5] P. T. Asmoro, D. W. A. Ningtias, and F. S. Hadisantoso, “Desain Dan Simulasi Rangkaian DC To DC Chopper Tipe Buck Converter Dengan Pengendali PI,” *Ramatekno*, vol. 4, no. 1, pp. 52–62, 2024, doi: 10.61713/jrt.v4i1.170.
- [6] L. C. Nisa and A. Susanti, “Strategi Penerapan Mobil Listrik di Surabaya Sebagai Smart Mobility,” *J. Media Publ. Terap. Transp.*, vol. 1, no. 55, pp. 213–225, 2023.
- [7] Taufik, I. Kurniawan, and E. Prasetyani, “Peluang dan Tantangan Implikasi Eco Green dalam Industri Mobil Listrik di Indonesia,” *Semin. Nas. STIAM*, pp. 11–22, 2024.
- [8] M. Acquarone, F. Miretti, T. A. Giuliacci, J. Duque, D. A. Misul, and P. Kollmeyer, “Regression based battery state of health estimation for multiple electric vehicle fast charging protocols,” *J. Power Sources*, vol. 624, no. July, p. 235601, 2024, doi: 10.1016/j.jpowsour.2024.235601.
- [9] M. Aziz, Y. Marcellino, I. A. Rizki, S. A. Ikhwanuddin, and J. W. Simatupang, “Studi Analisis Perkembangan Teknologi Dan Dukungan Pemerintah Indonesia Terkait Mobil Listrik,” *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, p. 45, 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i1.7898.
- [10] M. Khalid, F. Ahmad, B. K. Panigrahi, and L. Al-Fagih, “A comprehensive review on advanced charging topologies and methodologies for electric vehicle battery,” *J. Energy Storage*, vol. 53, no. April, p. 105084, 2022, doi: 10.1016/j.est.2022.105084.
- [11] A. Anshori, B. Siswojo, and R. N. Hasanah, “Teknik Fast Charging Baterai Lithium-Ion Menggunakan Logika Fuzzy,” *J. Ecotipe (Electronic, Control, Telecommun. Information, Power Eng.)*, vol. 7, no. 1, pp. 26–37, 2020, doi: 10.33019/ecotipe.v7i1.1384.
- [12] M. Andriansyah, “Simulasi Fast Charging Untuk Stasiun Pengisian Baterai Sepeda Motor Listrik,” Universitas Medan Area, 2024.
- [13] K. Sayed, M. Aref, M. M. Almalki, and M. A. Mossa, “Optimizing fast charging protocols for lithium-ion batteries using reinforcement learning: Balancing speed, efficiency, and longevity,” *Results Eng.*, vol. 25, no. January, p. 104302, 2025, doi: 10.1016/j.rineng.2025.104302.
- [14] K. B. Pranata and C. Sundaygara, *Buku Ajar Mata Kuliah Elektronika Dasar 1*. Malang, 2018.
- [15] D. W. A. Ningtias, A. Y. Pratama, D. Usman, and H. N. A. Humaidi, “Analisis Standar Pencahayaan Studi Kasus Gedung Teknologi Listrik Politeknik Enjineri Indorama,” *Ramatekno*, vol. 4, no. 2, pp. 34–43, 2024, doi: 10.61713/jrt.v4i2.
- [16] A. Y. Pratama, D. W. A. Ningtias, D. Usman, P. T. Asmoro, and F. S. Hadisantoso, “Power Factor Optimization with Cos Phi Mode Trainee,” *J. Eng. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 95–108, 2024, doi: 10.62885/improsci.v2i2.475.
- [17] Y. De Luna, K. Youssef, and N. Bensalah, “Enabling fast-charging via layered ternary transition metal oxide as anode materials for lithium-ion batteries,” *Mater. Res. Bull.*, vol. 185, no. January, p. 113325, 2025, doi: 10.1016/j.materresbull.2025.113325.
- [18] Z. M. Pinter, G. Rohde, and M. Marinelli, “Comparative Analysis of Rule-Based and Model Predictive Control Algorithms in Reconfigurable Battery Systems for Ev Fast-Charging Stations,” *J. Energy Storage*, vol. 116, no. July 2024, p. 116008, 2024, doi: 10.1016/j.est.2025.116008.