

Perancangan Smart Charger Untuk Meghindari Overheat Pada Baterai Lithium-Ion

Agung Wahyu Purnadi^{*1}, Zamah Sari², Fauzi Dwi Setiawan Sumadi³

^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Malang

Agungwahyu1820@gmail.com^{*1}, Zamahsari@umm.ac.id², fauzisumadi@umm.ac.id³

Abstrak

Untuk mengisi daya pada smartphone dibutuhkan charger sebagai media pengisian, charger smartphone hanya akan berhenti mengisi ketika dilepas dari sumber listrik, hal ini menyebabkan baterai mengalami over heat dan bisa mengakibatkan baterai meledak karena baterai cukup sensitive dengan suhu panas dan hanya bisa mencapai batas maksimal 45°, smart charger adalah charger yang dapat secara otomatis memutus aliran listrik ketika level baterai mencapai 100%, selain itu smart charger mendeteksi suhu baterai pada smartphone menggunakan aplikasi yang dikirimkan melalui bluetooth HC-05 selanjutnya data akan diolah dan menghasilkan output apakah pengisian daya bisa dilakukan atau tidak, jika pengisian bisa dilakukan mikrokontroler akan memberi perintah ke riley untuk membuka arus listrik dan melakukan pengisian daya pada smart phone, sebaliknya apabila kondisi baterai tidak memenuhi syarat maka mikrokontroler akan memberi perintah pada riley untuk menutup arus listrik sehingga pengisian daya tidak bisa dilakukan, terdapat tombol emergency pada alat smart charger untuk mematikan rangkaian sehingga menjadi charger biasa, hal ini ditujukan agar charger tetap bisa digunakan ketika smartphone mati dan tidak bisa mengirim data kepada smart charger.

Kata Kunci: Smart Charger, Baterai, Lithium-Ion, Over Heat, Smartphone

Abstract

To charge the smartphone it needs a charger as a charging medium, the smartphone charger will only stop charging when removed from the power source, this causes the battery to overheat and can cause the battery to explode because the battery is quite sensitive to heat and can only reach a maximum limit of 45°, smart charger is a charger that can automatically cut off electricity when the battery level reaches 100%, in addition to the smart charger detects the temperature of the battery on a smartphone using an application sent via Bluetooth HC-05 then the data will be processed and produce output whether charging can be done or not, if charging can be done the microcontroller will give orders to Riley to open the electric current and charge the smart phone, conversely if the battery conditions do not meet the requirements then the microcontroller will give orders to Riley to close the electric current so that charging is not done, there is an emergency button on the smart charger to turn off the circuit so it becomes an ordinary charger, this is intended so that the charger can still be used when the smartphone is dead and cannot send data to the smart charger.

Keywords: Smart Chargers, Batteries, Lithium-Ion, Over-Heat, Smartphones

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Smartphone adalah salah satu alat yang perkembangan teknologinya sangat cepat, kebutuhan akan komunikasi setiap saat dan fitur yang semakin canggih membuat smartphone semakin tidak tergantikan posisinya, fungsi lain dari smartphone seperti kamera dengan pixel yang semakin tinggi serta jumlah yang semakin banyak, bisa juga untuk memutar musik, streaming video, browsing serta banyak fungsi lain dari smartphone.[1]

Seperti halnya alat elektronik lain smartphone juga memerlukan daya yang berasal dari baterai yang sifatnya tidak continue, sehingga harus melakukan pengisian ulang menggunakan charger,[2] pengisian tidak boleh melebihi kapasitas pada baterai unttuk menghindari overheat yang bisa mengakibatkan temperature pada baterai meningkat melebihi batas yang mengakibatkan baterai meledak.

Baterai yang digunakan pada smartphone adalah jenis lithium-ion, ion mengalir melalui konduktor dari negative ke positif dan bergerak kembali pada saat proses pengisian. Konduktor yang digunakan adalah senyawa lithium interkalasi, berbeda dengan lithium metalik yang dipakai di baterai lithium non isi ulang, [3][4]

Meskipun memiliki kepadatan energy yang sangat tinggi dan menyimpan energy yang lebih banyak, lithium-ion tidak bisa bertahan lama dalam masa pemakaiannya hanya beberapa tahun dari pemakaian pertama [5]selanjutnya baterai akan mengalami penurunan kualitas, terlebih saat berada pada temperature tinggi atau suhu panas [6]Adapun beberapa penelitian yang telah ada tentang smart charger adalah penelitian yang dilakukan oleh tentang Sistem Aplikasi Smart Charger Untuk Pengoptimalan Pengisian Baterai Laptop dimana smart charger lebih terfokus untuk kebutuhan laptop bukan untuk smartphone dengan judul penelitian "Studi Perancangan Dan Analisis Sistem Pengisian Cerdas (Smart Charge) Baterai" menggunakan smart charger agar baterai tidak over charge namun baterai yang digunakan adalah baterai jenis Lead-acid sementara baterai smartphone saat ini menggunakan baterai Lithium-ion

Pada kedua penelitian diatas berkontribusi pada cara pengisian daya agar tidak over charger yang menimbulkan over heat namun memiliki kekurangan yaitu tombol emergency hanya terdapat pada alat charger dan pengamatan yang dilakukan hanya terfokus pada arus namun tidak dengan suhu. Berdasarkan uraian diatas penulis mencoba untuk merancang sebuah alat yang bisa menyambung dan memutus aliran listrik pada saat pengisian ulang baterai, untuk menyambung dan memutus aliran digunakan module relay, serta pengukur arus dan suhu untuk menentukan kapan harus memutus aliran listrik untuk pengisian ulang, sebagai pelengkap smart charger digunakan aplikasi sederhana yang dihubungkan menggunakan bluetooth untuk mengirim data dan mengaktifkan smart charger melalui tombol emergency yang ditambahkan di aplikasi.[7][8][9][10][11]

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penguraian latar belakang diatas, maka didalam penulisan tugas akhir ini terdapat rumusan masalah, yaitu:

- a. Bagaimana ketika suhu baterai melebihi 45° C?
- b. Bagaimana cara mengetui arus pengisian tidak melebihi 5V?
- c. Bagaimana charger berhenti melakukan pengisian ketika level baterai 100%?
- d. Bagaimana mengirim data baterai dari smartphone melalui Bluetooth?

1.3 Tujuan

Dalam penulisan tugas akhir ini terdapat beberapa tujuan diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Merancang alat smart charger yang bisa menjaga dan memonitoring suhu tidak melebihi 45°.
- b. Merancang aplikasi yang bisa menampilkan arus listrik ketika pengisian batrai.
- c. Merancang smart charger yang dapat berhenti melakukan pengisian saat level baterai 100%
- d. Merancang aplikasi yang dapat mengirim data baterai ke alat smart charger melalui Bluetooth

1.4 Batasan Masalah

Pada pembuatan tugas akhir ini penulis membuat batasan masalah dalam pembuatan smart charger, yaitu:

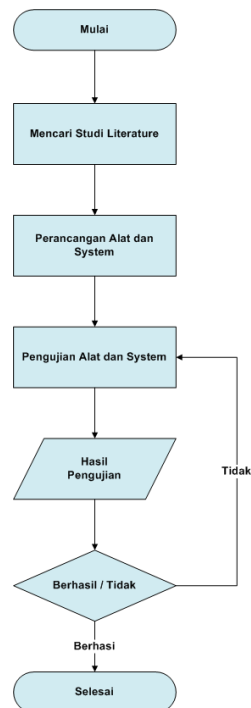
- a. Baterai yang digunakan adalah lithium-ion
- b. Menggunakan Bluetooth sebagai koneksi
- c. Pembuatan aplikasi android menggunakan Kodular

2. Metode Penelitian

2.1 Alur Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode kuantitatif. Pada pendekatan kuantitatif arah dan focus suatu penelitian ialah melalui uji teoritik, membangun atau menyusun fakta dan data, deskripsi statistic, kejelasan hubungan dan prediksi. Penulis mencoba membuktikan fungsionalitas alat yang dibuat sesuai dengan prediksi yang telah dibuat diawal penelitian berdasarkan data-data yang didapat dari pengujian alat dan system yang kemudian

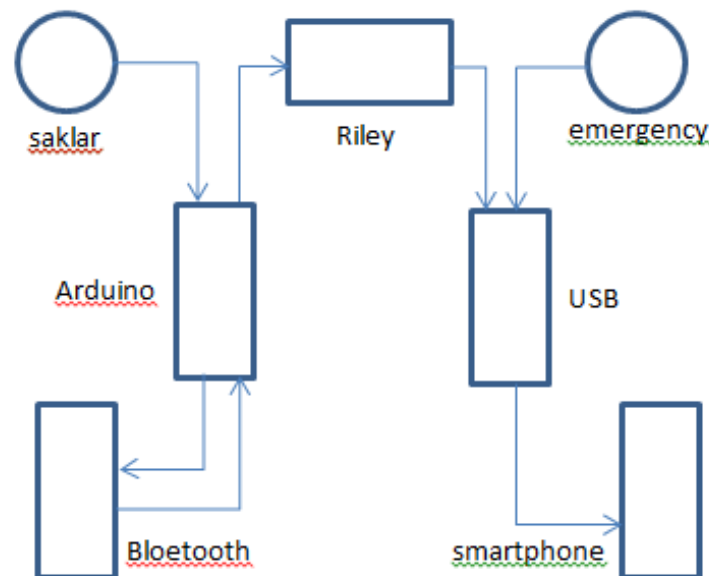
dideskripsikan sebagai hasil penelitian. Gambar 1 berikut adalah alur dari penelitian yang dibuat [12][13].



Gambar 1. Alur Penelitian

2.2 Rancangan Alat

Rancangan alat yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 2 berikut yang akan menjelaskan rancangan dan alur secara umum cara kerja dari alat smart charger dari memonitoring suhu hingga mengambil keputusan apakah charger diaktifkan atau dimatikan.



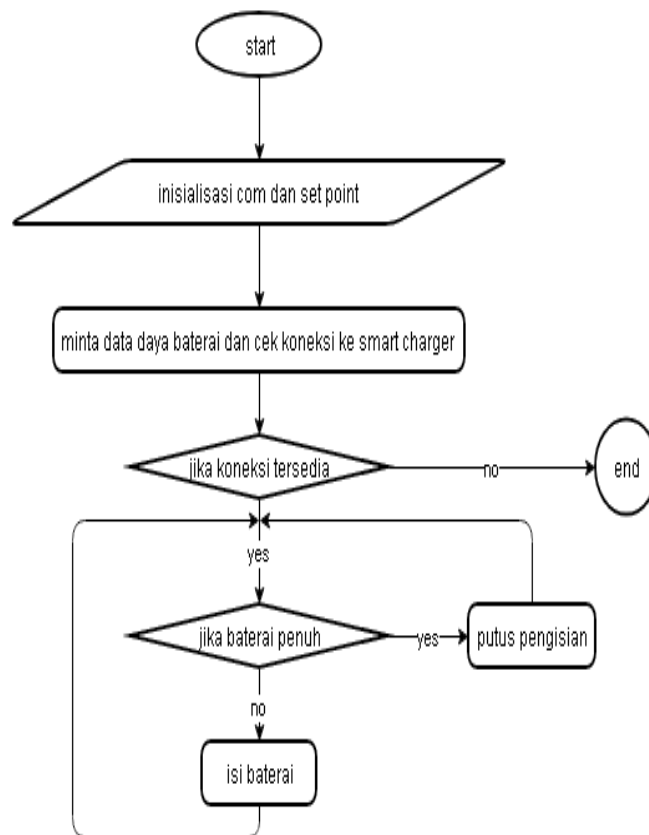
Gambar 2. Rancangan Alat

Smart charger memonitor tegangan, kapasitas dan temperature baterai yang dikontrol oleh *microkontroler*, data diperoleh melalui komunikasi *Bluetooth* antara *smartphone* dengan *smart charger*. Data yang diperoleh akan diproses oleh *mikrokontroler* untuk mengendalikan relay sebagai pemutus dan penghubung antara catu daya smart charger dengan *smartphone*. Jika

kapasitas baterai dibawah set point, dan *temperature* dibawah 45° C relay akan terhubung untuk melakukan pengisian daya, sedangkan jika set point sudah maencapai 100% relay akan terputus. Jika *temperature* melebihi 45° dan daya baterai dibawah 100% pada saat melakukan pengisian daya relay akan memutus pengisian smartphone, ketika proses pengisian module charger akan bekerja untuk mengatur hambatan pada arus listrik smartcharger, ketika pengisian baterai yang level rendah maka hambatan akan di set kecil sehingga arus lebih besar yaitu maksimal 5 volt sehingga pengisian lebih cepat ketika mendekati seratus persen maka hambatan akan diset besar sehingga arus yang masuk kecil, sehingga pengisian berjalan perlahan untuk menjaga suhu baterai tetap stabil dan tidak over heat.

2.3 Alur Program

Program pada smart charger diatur oleh mikrokontroler yang akan mengatur kapan dan bagaimana alat ini bekerja, alur pada program smartcharger dapat dilihat melalui flowchart program Gambar 3.

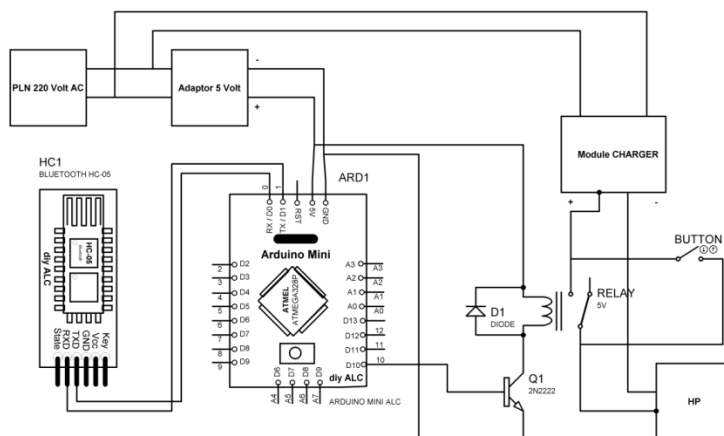


Gambar 3. Flowchart Program

Inisialisasi variable dan set point dilakukan pada saat pertama kali *smart charger* dinyalakan, kemudian smart charger akan cek koneksi ke smartphone sekaligus meminta data ke aplikasi, jika koneksi dan data tersedia, *smart charger* akan mengolah data untuk menentukan apakah memenuhi syarat pengisian daya atau tidak, jika memenuhi syarat maka mikrokontroler akan menghidupkan relay yang akan menghubungkan daya, jika tidak memenuhi syarat maka *mikrokontroler* akan memutus catu daya melalui relay.

2.4 Circuit Diagram

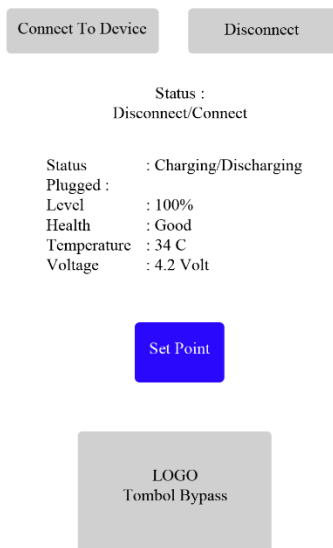
Pada rancangan alat smart charger telah dibuat circuit diagram yang akan menggambarkan secara lengkap bagaimana rangkaian kelistrikan pada alat yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Circuit Diagram

2.5 Rancangan Aplikasi

Pada Gambar 5 menjelaskan ntuk mendapatkan data suhu dan level baterai pada smartphone, maka smartcharger akan mengambil data dari aplikasi yang akan dirancang untuk mengirimkan data-data yang dibutuhkan oleh smart charger, selain itu aplikasi juga berfungsi untuk menampilkan tegangan pada proses pengisian daya serta menampilkan kualitas baterai, kita juga bisa mensetting pengisian degan cara mengatur batas atas dan batas bawah level bateai sesuai yang dibutuhkan.



Gambar 5. Rancangan Aplikasi

2.6 Metode Pengujian

Metode pengujian yang dilakukan adalah dengan melakukan pengujian terhadap fungsi alat dan komunikasi antara smartphone dengan Bluetooth yang akan mengirimkan data baterai, penguji membuat sekumpulan kondisi input lalu dilakukan pengujian terhadap sistem sehingga dihasilkan suatu ouput yang hasilnya dapat dinilai, untuk melakukan pengujian pada komunikasi antara smartphone dan bluetooth dilakukan uji coba koneksi smartphone dengan bluetooth serta pengiriman perintah atau data ke smartcharger melalui Bluetooth.

Ada tiga jenis pengujian yg dilakukan pada smart charger yaitu voltase saat pengisian, suhu baterai dibawah 45° dan kondisi pada baterai, untuk melakukan pengujian akan dibuat sebuah simulasi penggunaan smartphone yang dapat menyebabkan baterai berada pada kondisi tertentu sehingga memicu fungsi dari smartcharger yaitu memutus aliran listrik agar pengisian tidak berlanjut yang mengakibatkan overhear dan bisa menyebabkan baterai meledak. Berikut

adalah table monitoring pengujian komunikasi smartphone dengan smart charger melalui Bluetooth, serta pengujian fungsi dari smart charger, seperti ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1. Template Tabel Hasil Pengujian Koneksi Bluetooth

Jarak	Delay	Status
cm	s	Connect/disconnect
cm	s	Connect/disconnect
cm	s	Connect/disconnect
cm	s	Connect/disconnect
cm	s	Connect/disconnect
cm	s	Connect/disconnect
cm	s	Connect/disconnect
cm	s	Connect/disconnect
cm	s	Connect/disconnect
cm	s	Connect/disconnect

Tabel 2 Template Table Hasil Pengujian Pengiriman Data

Jarak	Delay	Status
cm	s	On/off
cm	s	On/off
cm	s	On/off
cm	s	On/off
cm	s	On/off
cm	s	On/off
cm	s	On/off
cm	s	On/off
cm	s	On/off
cm	s	On/off

Tabel 3. Template Tabel Hasil Pengujian Fungsi Alat

Waktu	Status	Voltage	Temperature	Level	Kondisi
Menit	Charging/discharging	V	°C	%	Good/Bad
Menit	Charging/discharging	V	°C	%	Good/Bad
Menit	Charging/discharging	V	°C	%	Good/Bad
Menit	Charging/discharging	V	°C	%	Good/Bad
Menit	Charging/discharging	V	°C	%	Good/Bad
Menit	Charging/discharging	V	°C	%	Good/Bad
Menit	Charging/discharging	V	°C	%	Good/Bad

3. Implementasi Dan Pengujian

3.1 Implementasi

Implementasi adalah pelaksanaan terhadap rancangan yang telah dibuat baik hardware maupun software

1) Hardware

Gambar 6 berikut adalah hasil dari implementasi hardware smart charger yang telah selesai dibuat sesuai dengan alat dan bahan yang sudah disiapkan sebelumnya.



Gambar 6. Hasil Implementasi Hardware Smart Charger

Dari Gambar 6 dapat dilihat hasil dari implementasi *smart charger* sesuai dengan rancangan awal, memiliki bentuk fisik persegi panjang terbuat dari *fiber sintetic*, bagian peralatan lainya seperti arduino atmega 328 sebagai *input* dan *output* untuk peralatan lainya seperti relay sebagai pemutus aliran listrik keika baterai sudah mencapai level 100% maupun ketika kondisi baterai tidak memenuhi syarat untuk melakukan pengisian daya, bluetooth HC-05 sebagai koneksi dengan smartphone untuk mendapatkan data berupa level baterai, suhu baterai, kondisi baterai, dan satuts *charging* atau *discharging*. *Power supply* seagai penyuplai daya kesemua perangkat yang terhubung dan juga modul *charging* sebagai penghubung dengan smartphone yang akan mengatur arus hambatan arus listrik sesuai level pada baterai saat itu, apabila leel rendah maka hambatan akan kecil sehingga arus besar begitu sebaliknya apabila level tinggi maka hambatan akan menjadi besar shingga arus akan kecil untuk menghindari overheat.



Gambar 7. Kondisi Smart Charger Ketika Dihubungkan Dengan Smartphone

Dilihat dari Gambar 7 ketika terhubung dengan smartphone maka lampu pada Bluetooth akan berkedip lebih lama menandakan bahwa Bluetooth sedang terkoneksi dengan perangkat, yaitu aplikasi pada smartphone.



Gambar 8. Tombol Emergency, Lampu Indicator dan USB

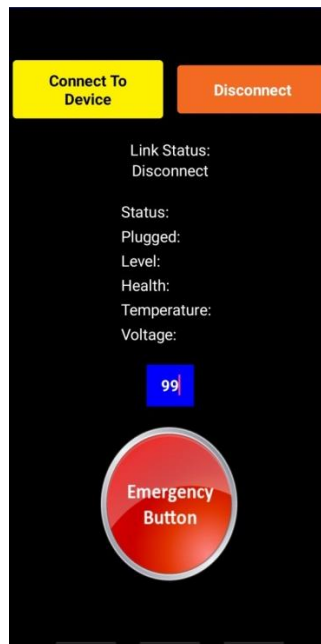
Pada Gambar 8 terdapat tombol emergency untuk mematikan smartcharger dan beralih ke charger biasa, ketika smartcharger aktif maka lampu indicator akan menyala apabila smartcharger dimatikan maka lampu indicator pada Gambar 9 akan mati, proses pengecasan dari smartcharger ke smarphone dihubungkan melalui USB.



Gambar 9. Tampilan Lampu Indicator Ketika Smartcharger Diaktifkan

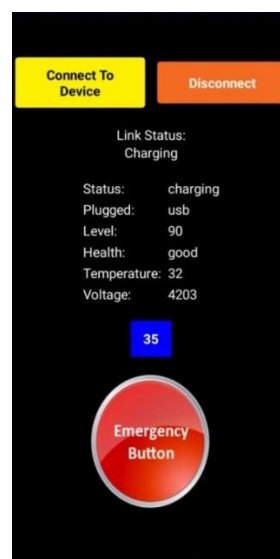
2) Software

Software atau aplikasi yang dibuat untuk smartcharger berfungsi untuk melakukan pemantauan pada saat proses pengisian daya.



Gambar 10. Tampilan Aplikasi Smart Charger

Gambar 10 terdapat tombol Conect to Device dan Disconect untuk menyambungkan dan memutus aplikasi dengan alat smart charger, link status akan menunjukan status koneksi aplikasi dengan alat *smart charger*, keterangan yang bisa ditampilkan oleh aplikasi untuk mengamati proses pengisian antara lain status yang menunjukan status *smart charger* saat pengisian pada Gambar 11, *plugged* adalah jenis koneksi perangkat keras antara *smart charger* dan *smartphone*, *level* adalah keterangan untuk *level* baterai, *health* adalah keterangan tentang kondisi baterai, *temperature* adalah keterangan untuk memantau *temperature* baterai pada saat pengisian, *voltage* adalah keterangan arus yang masuk kedalam baterai, batas *level* baterai adalah untuk mengatur manual pada saat *level* berapa *smart charger* akan melakukan pengisian baterai, *emergency button* adalah tombol untuk mengaktifkan atau mematikan *smart charger* dan beralih ke charger biasa.



Gambar 11. Tampilan Aplikasi Ketika Proses Pengisian

3.2 Pengujian

Scenario pengujian yang dilakukan adalah melakukan pengecasan pada smartphone menggunakan smartcharger dan charger bawaan dari smartphone, pada waktu yang sama smartphone digunakan untuk bermain game atau streaming video agar baterai bekerja cukup keras sehingga mencapai kondisi tertentu yaitu suhu diatas 45° yang membuat smartcharger memutuskan aliran listrik, scenario lain adalah melakukan pengisian daya hingga mencapai level 100% yang akan memicu fungsi smartcharger mematikan aliran listrik melalui relay, selama proses pengujian voltase akan dipantau melalui aplikasi dimana voltase maksimal adalah 5 V.

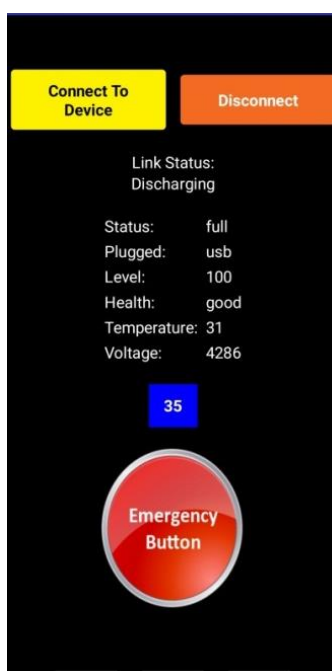
Tabel 4. Hasil Pengujian Smart Charger

Waktu/Menit	Level/%	Voltage	Temperature/C	Status	Kondisi
0	13	3,6	33°	Charging	Good
30	31	3,9	32°	Charging	Good
60	60	4,0	33°	Charging	Good
90	90	4,23	32°	Charging	Good
24	100	4,28	31°	Discharging	Good

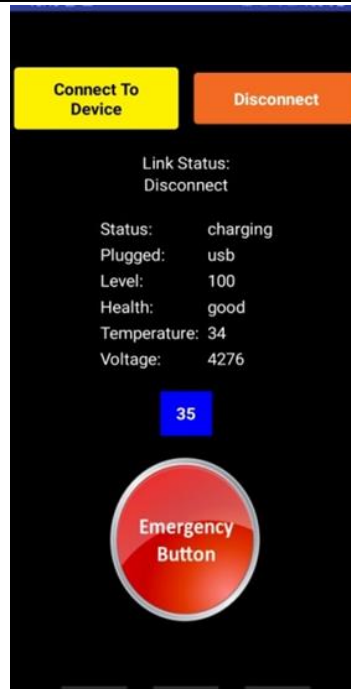
Tabel 5. Hasil Pengujian Dengan Charger Bawaan Smartphone

Waktu/Menit	Level/%	Voltage	Temperature/C	Status	Kondisi
0	18	3,7	33°	Charging	Good
37	31	3,9	31°	Charging	Good
75	60	4,1	30°	Charging	Good
95	90	4,1	31°	Charging	Good
25	100	4,2	29°	Charging	Good

Dari Tabel 4 dan Tabel 5, hasil pengujian menggunakan smart charger dan charger bawaan smartphone diperoleh data yang menunjukkan smartcharger melakukan pengisian dengan lebih cepat dengan total durasi 3 jam 4 menit sedangkan jika menggunakan charger biasa durasi pengisian 3 jam 8 menit. Voltase yang terjadi pada kedua charger ketika pengisian memiliki trend yang hampir sama yaitu meningkat dari 3,6 sampai 4,2 V. sedangkan pada pengujian temperature smartcharger menunjukkan suhu yang lebih stabil sedangkan menggunakan charger biasa suhu baterai cenderung tidak stabil namun keduanya masih dalam batas aman suhu maksimal baterai.



Gambar 12. Pengisian Smart Charger



Gambar 13. Pengisian Charger Biasa

Perbedaan pada Gambar 12 dan Gambar 13 terjadi sesuai dengan rancangan awal jika level baterai mencapai 100% maka smartcharger akan memutuskan aliran listrik atau discharging sedangkan charger bawaan smartphone terus melakukan pengisian. Dapat dilihat pada kedua gambar di atas bahwa status ketika menggunakan smart charger saat level baterai mencapai 10%. Scenario pengujian yang dilakukan adalah melakukan koneksi atau sambungan antara smartphone dengan smart charger dengan jarak dan halangan tertentu kemudian akan diketahui lama delay penyambungan serta status koneksi, selanjutnya dilakukan pengiriman perintah on/off smartcharger melalui smartphone dengan koneksi Bluetooth, dengan indikator ketika data diterima dengan baik maka smart charger akan langsung aktif begitupun sebaliknya, sehingga dapat diketahui data yang dikirimkan diterima dengan baik atau tidak oleh smart charger. Apabila terjadi delay melebihi 10 detik dan smart charger tidak merespon maka akan dianggap pesan atau data tidak terikirim.

Untuk pengujian fungsi alat smart charger dilakukan dengan cara pengecasan pada smartphone menggunakan smartcharger dan charger bawaan dari smartphone, pada waktu yang sama smartphone digunakan untuk bermain game atau streaming video agar baterai bekerja cukup keras sehingga mencapai kondisi tertentu yaitu suhu di atas 45° yang membuat smartcharger memutuskan aliran listrik, scenario lain adalah melakukan pengisian daya hingga mencapai level 100% yang akan memicu fungsi smartcharger mematikan aliran listrik melalui relay, selama proses pengujian voltase akan dipantau melalui aplikasi dimana voltase maksimal adalah 5 V.

Tabel 6. Hasil pengujian koneksi bluetooth

Jarak	Delay	Status
80 Cm	1 S	Connect
80 Cm	5 S	Disconnect
80 Cm	6 S	Disconnect
80 Cm	4 S	Disconnect
80 Cm	3 S	Connect
80 Cm	5 S	Disconnect
80 Cm	2 S	Connect
80 Cm	5 S	Disconnect
80 Cm	6 S	Disconnect
80 Cm	9 S	Disconnect

Berdasarkan Tabel 6, hasil pengujian koneksi Bluetooth yang dilakukan sebanyak 10 kali, dengan hasil 3 kali bluetooth dapat terkoneksi, dan 7 kali mengalami kegagalan koneksi, jika dilakukan perhitungan presentase nilai benar dengan Persamaan 1.

$$X = \frac{\text{Total keberhasilan}}{\text{Total pengujian}} \times 100\% \quad (1)$$

Hasil perhitungannya sebagai berikut:

$$X = \frac{3}{10} \times 100\% = 30\%$$

Sehingga diperoleh tingkat keberhasilan pengujian koneksi smartphone dengan Bluetooth adalah sebesar 30%

Tabel 7. Tabel hasil pengujian pengiriman data

Jarak	Delay	Halangan 10 cm	Status
80 Cm	0,5 S	Tidak	On
80 Cm	5 S	Tidak	On
80 Cm	11 S	Tidak	Off
80 Cm	4 S	Tidak	On
80 Cm	11 S	Tidak	Off
80 Cm	11 S	Iya	Off
80 Cm	11 S	Iya	Off
80 Cm	8 S	Iya	On
80 Cm	11 S	Iya	Off
80 Cm	11 S	Iya	Off

Berdasarkan pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali diperoleh hasil bahwa pengujian berhasil mengirim data sebanyak 4 kali dan 6 kali gagal mengirim data, jika dihitung nilai benar dengan Persamaan 1.

$$X = \frac{\text{Total keberhasilan}}{\text{Total pengujian}} \times 100\% \quad (1)$$

$$X = \frac{4}{10} \times 100\% = 40\%$$

Sehingga diperoleh tingkat keberhasilan pengujian pengiriman data dari smartphone ke smart charger melalui Bluetooth sebesar 40%.

4. Kesimpulan Dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Ketika suhu baterai mencapai 45° aplikasi akan mengirim data kepada smart charger bahwa suhu mencapai batas maksimal, mikro kontroler pada smart charger akan mengatur riley untuk memutus arus listrik sehingga pengisian berhenti.
2. Pada saat pengisian baterai arus listrik yang masuk dapat dipantau melalui aplikasi.
3. Aplikasi akan terus memantau level baterai pada saat pengisian, ketika baterai mencapai level 100% maka aplikasi akan mengirim data melalui Bluetooth ke smart charger, smart charger akan menginstruksikan riley untuk memutus aliran listrik sehingga pengisian berhenti, agar tidak terjadi over charger dan mengakibatkan overheating.
4. Aplikasi mengirim data ke smart charger melalui Bluetooth yang sudah disambungkan terlebih dahulu, dengan melakukan pairing atau scan terhadap Bluetooth dan memasukan sandi yang sudah diatur, ketika Bluetooth sudah terhubung maka komunikasi untuk mengirim data sudah bisa dilakukan.

4.2 Saran

1. Pada penelitian selanjutnya bisa dilakukan penelitian smart charger nirkabel
2. Aplikasi smart charger dikembangkan untuk OS selain android.
3. Koneksi antara smartphone dengan alat bisa menggunakan IoT

Referensi

- [1] R. Gunawan, "Perancangan Alat Dan Sistem Smart Charger Pada Smartphone Menggunakan Arduino," 2017.
- [2] S. Putra, "Rancang Alat dan Aplikasi Smart Charger pada Smartphone," 2018.
- [3] M. T. Afif, I. Ayu, and P. Pratiwi, "Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion , Lithium-Polymer , Lead Acid Dan Nickel-Metal Hydride Pada Penggunaan Mobil Listrik - Review," vol. 6, no. 2, pp. 95–99, 2015.
- [4] E. Yulianti, R. D. Saputri, and H. Jodi, "Synthesis of Solid Polymer Electrolyte Based on Chitosan Montmorillonite Nanocomposite for Battery Application," pp. 77–83, 2013.
- [5] G. Nagasubramanian and R. G. Jungst, "Energy and Power Characteristics."
- [6] B. V Ratnakumar and K. B. Chin, "Performance characteristics of lithium ion cells at low temperatures," no. January, 2003.
- [7] M. Hilmi and I. Danial, "Smart Charger Based on IoT Concept," vol. 2, no. 1, pp. 39–44, 2019.
- [8] P. S. Teguh Susilo, Susijanto Rasmana, "Sistem Kontrol Charger Handphone Otomatis Berbasis Android," 2018.
- [9] M. F. M. Elias, K. M. Nor, and S. M. Ieee, "Design of Smart Charger for Series Lithium-Ion Batteries," no. December, 2005.
- [10] F. T. P. W and H. Priyatman, "Rancang Bangun Kendali Lampu On / Off Dengan Smartphone Android Via Bluetooth Darwin Sudarma Pembimbing ;," pp. 1–5, 2013.
- [11] M.-S. J. Yu-shin LIN, Kuei-Han Chen, "Remote Bluthooth Comunication System.pdf." .
- [12] Rindri Andewi Gati, "Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif," *Univ. Brawijaya Malang*, 2006.
- [13] L. S. Musianto, "Perbedaan Pendekatan Kuantitatif Dengan Pendekatan Kualitatif Dalam Metode Penelitian," *J. Manaj. dan Wirausaha*, vol. 4, no. 2, pp. 123–136, 2002.