

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Penyakit stroke merupakan kondisi kesehatan yang dapat dialami oleh siapa saja, dan sering kali menimbulkan tantangan dalam proses penanganannya. Terapi menjadi kebutuhan penting bagi individu yang mengalami stroke, terutama untuk mengembalikan fungsi anggota tubuh seperti tangan, jari, dan terutama area kaki. Agar terapi berjalan secara optimal, diperlukan dukungan tenaga ahli. Selain itu, alat yang mendukung proses terapi juga memiliki peran yang signifikan dalam mempercepat rehabilitasi melalui fisioterapi. Oleh karena itu, pengembangan robot rehabilitasi untuk kaki menjadi solusi inovatif dalam mendukung proses terapi dan rehabilitasi bagi pasien[1].

Robot rehabilitasi kaki, atau yang dikenal sebagai *Ankle-foot orthoses* (AFO), adalah perangkat medis yang dirancang untuk memberikan dukungan pada kaki, pergelangan kaki, dan tungkai bagian bawah guna mengatasi masalah pada anggota tubuh bagian bawah, seperti penurunan kaki, kelainan bentuk tulang kaki, dan masalah keseimbangan[2]. Robot fisioterapi telah menjadi alat yang berguna untuk membantu pasien dengan berbagai kondisi fisik saat ini berkat kemajuan teknologi. Salah satu komponen yang sangat penting pada sebuah robot AFO adalah baterai. Kinerja baterai yang optimal adalah faktor penentu keberhasilan dalam menjalankan fungsi robot AFO untuk mendukung kesehatan pasien. Pengisian baterai yang tidak tepat dapat menyebabkan *overheating*, *overcharging*, dan bahkan kerusakan baterai, yang berdampak negatif pada kinerja perangkat secara keseluruhan.

Penelitian terkait Robot AFO telah dilakukan di Telkom University Surabaya, seperti ditunjukkan pada[3], [4]. Dalam perancangannya, robot ini menggunakan baterai *lithium polymer* 24V dengan kapasitas 1050 mAh. Pengisian daya baterai dilakukan dengan menggunakan *M6 Multifunctional charger* yang dihubungkan dengan adaptor 24V 2A. Meskipun *M6 Multifunctional Charger* mampu menyeimbangkan tegangan antar sel (balancing), pengaturan charger ini

dilakukan secara manual, yang dapat menyebabkan kesulitan operasional dan menambah kompleksitas proses pengisian.

Idealnya, sistem pengisian seharusnya tertanam di dalam robot dan menggunakan mekanisme pengisian langsung untuk meningkatkan kemudahan penggunaan. Namun, karena *desain charger* belum diuji secara menyeluruh untuk memenuhi kebutuhan integrasi sistem, dalam penelitian ini, pengembangan dilakukan dengan menggunakan versi sistem pengisian eksternal, bukan versi tertanam (built-in charger). Pendekatan ini diambil untuk memastikan stabilitas dan keamanan sistem pengisian sebelum melanjutkan ke tahap integrasi charger ke dalam robot secara penuh.

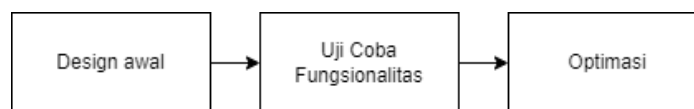
Pada beberapa penelitian sebelumnya, telah mengkaji berbagai metode pengisian baterai serta penyeimbangan sel baterai, namun hasil-hasil tersebut masih menunjukkan beberapa keterbatasan yang signifikan. Penelitian pertama yang berhasil mengembangkan sistem proteksi overcharging dan penyeimbangan pasif, tetapi tidak memiliki sistem pengisian cepat yang efisien, serta tidak mampu menangani ketidakseimbangan sel yang lebih kompleks yang mungkin terjadi pada baterai dengan konfigurasi multi-sel[5]. Sementara itu, penelitian kedua berfokus pada balancing aktif yang lebih efisien dalam menjaga keseimbangan antar sel baterai, namun sistem ini tidak memiliki fitur sederhana yang dapat diterapkan dengan biaya rendah, terutama untuk aplikasi yang tidak memerlukan efisiensi tinggi.[6]

Kedua penelitian tersebut tidak mengintegrasikan pendekatan hybrid yang menggabungkan kelebihan dari metode balancing pasif dan aktif, yang dapat memberikan keseimbangan antara efisiensi dan kesederhanaan dalam sistem pengisian baterai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem charger built-in yang tidak hanya mampu menangani pengisian baterai secara efisien, tetapi juga memastikan bahwa setiap sel baterai dapat terisi dengan benar melalui kombinasi balancing aktif dan pasif. Dengan mengadopsi pendekatan ini, diharapkan dapat mengatasi kekurangan yang ada pada penelitian sebelumnya serta memberikan solusi yang lebih praktis dan efisien dalam konteks robot fisioterapi.

Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya, penelitian robot AFO pada [3], [4]. Memiliki kendala dalam hal pengisian daya baterainya. M6 smart charger, yang digunakan saat ini, memerlukan pengaturan manual yang tidak hanya memakan waktu tetapi juga kurang dalam hal otomatisasi penuh. Oleh karena itu, Sebagai solusi atas kendala-kendala tersebut, pada penelitian ini mengusulkan integrasi fitur-fitur kritis dalam sistem pengisian baterai, seperti penyeimbang sel baterai, kontrol tegangan dan arus yang konstan, pembatasan tegangan dan arus.

Penelitian ini tidak hanya membahas kendala teknis pengisian baterai, tetapi juga berfokus pada pengembangan sistem pengisian baterai yang lebih baik dan aman. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat memberikan solusi komprehensif terhadap permasalahan pengisian baterai pada robot AFO, yang pada akhirnya akan meningkatkan kehandalan operasional dan mendukung efektivitas rehabilitasi pasien.

Adapun tahapan design awal pada penelitian ini. Pada design awal meliputi beberapa fitur yang telah disebutkan sebelumnya. Selanjutnya dilakukan uji coba fungsionalitas untuk design yang dirancang agar mampu memeriksa fitur berjalan dan dapat digunakan dengan baik. Setelah itu dilakukan optimasi untuk mendapatkan design optimal baik dari segi harga, dimensi, kompleksitas pembuatan dan aksesibilitas komponen untuk di capai.



Gambar 1. 1Roadmap Pengembangan Charger

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini mengusulkan pembuatan sistem pengisian baterai yang inovatif dan dirancang untuk mengatasi kendala-kendala dalam pengisian baterai pada robot rehabilitasi. Berikut adalah rumusan masalah penelitian ini :

1. Bagaimana mengintegrasikan rangkaian *constant voltage* (CV), *constant current* (CC), pada sistem pengisian agar pengisian pada baterai stabil?
2. Bagaimana merancang sistem balancing sel baterai serta pembatasan tegangan dan arus yang efektif untuk mencegah risiko *overcharging* dan memastikan setiap sel baterai terisi dengan merata?
3. Bagaimana mengevaluasi performa sistem pengisian dengan fitur – fitur tegangan dan arus konstan, penyeimbang sel baterai, dan pembatasan tegangan serta arus, agar dapat dioperasikan secara optimal dan aman?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan meningkatkan kinerja *battery charger* pada robot rehabilitasi, dengan fokus pada distribusi daya yang merata, keamanan operasi dan peningkatan umur pakai baterai. Secara khusus yaitu :

1. Mengintegrasikan rangkaian *constant voltage* (CV) dan *constant current* (CC) pada sistem pengisian eksternal untuk memastikan pengisian baterai yang stabil dan meningkatkan efisiensi proses pengisian.
2. Mengintegrasikan rangkaian *balancing* sel baterai, pembatasan tegangan dan arus pada sistem pengisian eksternal untuk melindungi baterai dari risiko *overcharging* dan memastikan distribusi daya yang merata pada setiap sel baterai.
3. Melakukan evaluasi yang cermat dan efektif untuk menilai kinerja sistem pengisian eksternal dengan fitur tegangan dan arus konstan, penyeimbang sel baterai, serta pembatasan tegangan dan arus, untuk memastikan operasi yang aman.

1.4. Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah pada tugas akhir ini sebagai berikut;

1. Objek baterai yang diujikan adalah baterai *lithium polymer* 24V dengan kapasitas 1050 mAh.
2. Adaptor atau power supply yang diujikan adalah 24V 2 A.

3. Implementasi dan kontrol sistem pengisian akan melibatkan penggunaan Arduino dan relay untuk mengatur dan memantau proses pengisian, termasuk kontrol tegangan dan arus, balancing sel baterai, serta pembatasan tegangan dan arus.
4. Fokus tertuju pada perancangan dan integrasi rangkaian fisik, termasuk *constant voltage*, *constant current*, penyeimbang sel baterai, pembatasan tegangan dan arus untuk mencapai tujuan optimalisasi pengisian baterai.
5. Optimalisasi design pada pengembangan sistem pengisian eksternal masih belum ditetapkan, hanya fungsionalitas saja.
6. Pengujian dilakukan dalam kondisi lingkungan standar (suhu ruangan) dan tidak mempertimbangkan variabel lingkungan lainnya.

1.5. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode simulasi dan prototipe untuk mengembangkan dan mengevaluasi kinerja sistem pengisian pada robot rehabilitasi kaki (AFO). Pada tahap awal, simulasi dilakukan menggunakan Simulink untuk merancang dan memvalidasi konsep pengisian baterai, termasuk fitur-fitur seperti *constant voltage (CV)*, *constant current (CC)*, dan penyeimbang sel baterai. Setelah validasi melalui simulasi, prototipe fisik charger dikembangkan dan diuji untuk menilai stabilitas pengisian, keamanan, dan kinerja sistem.

Prototipe ini menggunakan Arduino Mega sebagai pengendali utama untuk mengimplementasikan kontrol pengisian yang telah dirancang dalam simulasi. Data yang diperoleh dari pengujian prototipe dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem pengisian dalam mendukung operasi robot AFO secara optimal. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dan aman untuk masalah pengisian baterai pada robot rehabilitasi.

1.6. Jadwal Pelaksanaan

Berikut adalah jadwal pelaksanaan atau milestone dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.

Tabel 1. 1 Milestone Pengerjaan Tugas Akhir

No.	Deskripsi Tahapan	Durasi	Tanggal Selesai	<i>Milestone</i>
1	Perancangan dan Simulasi Rangkaian Software	5 Minggu	26 Juni 2024	Rangkaian software selesai disimulasikan
2	Pemilihan Komponen yang Dipilih	2 Minggu	10 Juli 2024	Komponen utama untuk alat dipilih
3	Perancangan dan Pembuatan Prototipe Alat	3 Minggu	31 Juli 2024	Prototipe alat selesai dibangun
4	Pengujian Prototipe dan Kalibrasi	4 Minggu	21 Agustus 2024	Prototipe diuji dan dikalibrasi dengan data yang diperoleh
5	Penyusunan Laporan TA	3 Minggu	28 Agustus 2024	Laporan TA selesai disusun