

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Ankle*, yang menghubungkan bagian bawah tulang kaki dengan tulang kaki, memiliki dua komponen utama: bagian atas dan bawahnya. *Ankle* dianggap sebagai sendi kritis dalam gerakan berjalan manusia. Komponen atas terdiri dari tiga tulang utama - tulang kering (*tibia*), tulang betis (*fibula*), dan tulang pergelangan kaki (*talus*) yang saling terhubung. Di bagian bawah, tulang pergelangan kaki menghubungkan tulang pergelangan kaki (*talus*) ke tumit (*kalkaneus*) melalui sendi subtalar. *Ankle* memiliki peran penting dalam mempertahankan keseimbangan tubuh selama berjalan. Selain itu, selama aktivitas berjalan, *ankle* mendukung berat badan, mengatur langkah, mempengaruhi kecepatan, dan irama gerakan.

Stroke atau *Cerebrovaskular Diseases* (CVD) adalah kondisi yang melibatkan gangguan perdarahan di otak, menyebabkan gangguan fungsi neurologis atau perdarahan otak. Stroke merupakan penyebab utama kematian dan kecacatan global (Qingming Qu et al., 2021). Stroke mengganggu fungsi motorik, menghambat gerakan tubuh, dan bisa menyebabkan kecacatan pada anggota tubuh. Selain gangguan gerakan, stroke juga dapat memicu gangguan sensorik, kehilangan ingatan, dan ketidakstabilan emosi. Prevalensi stroke di Indonesia pada tahun 2018 mencapai 10,9% atau sekitar 2.120.362 orang, menurut Kementerian Kesehatan RI. Menurut World Health Organization (WHO), sekitar 15 juta orang mengalami stroke setiap tahunnya, dengan sepertiganya mengalami kecacatan permanen.

Cedera sendi kaki sering terjadi saat melakukan latihan fisik. Cedera pergelangan kaki bisa terjadi ketika terjadi peregangan yang tiba-tiba ke arah *lateral* atau *medial*, mengakibatkan kerusakan pada ligamen pergelangan kaki. Proses penyembuhan pada cedera sendi kaki memerlukan waktu yang cukup lama dan pemulihan setelah cedera bisa menyebabkan gangguan berjalan karena kerusakan ligamen. Karena itu, rehabilitasi bagi pasien dengan disabilitas setelah stroke atau cedera sendi kaki menjadi sangat penting.

Perawatan kesehatan memegang peranan utama dalam memelihara kesehatan melalui diagnosis, pencegahan, dan penanganan gangguan fisik dan mental. Fisioterapi, sebagai salah satu bentuk terapi fisik, menggunakan kekuatan mekanik dan gerakan untuk memulihkan gangguan dan meningkatkan mobilitas serta fungsi tubuh. Gangguan

gerakan tubuh dapat disebabkan oleh cedera akibat kecelakaan, gangguan saraf, operasi, dan stroke.

*Ankle* kaki memiliki peran penting dalam siklus berjalan (*Gaitcycle*) dan pemulihannya memiliki nilai signifikan bagi individu pasca stroke atau operasi. *Ankle* kaki bertanggung jawab sebagai penopang berat badan dan penggerak utama saat berjalan, serta menjaga stabilitas tubuh. Pasca stroke atau operasi, kesembuhan *ankle* kaki menjadi kunci dalam memulihkan fungsi berjalan yang normal. Dengan rehabilitasi dan terapi fisik yang tepat, individu tersebut dapat membangun kembali kekuatan, fleksibilitas, dan koordinasi pada *ankle* kaki yang terdampak. Kesembuhan *ankle* kaki juga mengurangi risiko jatuh, meningkatkan kualitas hidup, serta meningkatkan kemandirian dalam aktivitas sehari-hari.

Rehabilitasi fisik bertujuan untuk memperbaiki atau mengembalikan fungsi tubuh yang terganggu akibat cedera atau penyakit. Rehabilitasi kaki menjadi bagian penting dalam proses ini, terutama dalam kasus kaki yang cacat atau lemah. Terapi fisik manual sering kali tidak memberikan hasil yang memuaskan, dan dibutuhkan kerja sama intensif antara terapis dan pasien. Penggunaan teknologi robotika dalam rehabilitasi memberikan solusi baru yang memberikan pengukuran yang akurat, dapat diterapkan pada berbagai gangguan motorik, dan mampu memberikan pelatihan dengan intensitas tinggi.

Dari uraian permasalahan tersebut, fokus dari penelitian tugas akhir ini adalah pengembangan sebuah perangkat yang mampu membantu pemulihan fungsi tubuh yang terganggu akibat cedera atau penyakit melalui penggunaan teknologi robotik. Perangkat ini dirancang menggunakan bahan PLA+ dengan *infill* untuk memperkuat struktur perangkat. Penggunaan aktuator robot pada perangkat ini menggunakan *servo* Dynamixel AX-12A yang memiliki torsi sebesar 1,5 N.m dengan rentang sudut gerak 0-300 derajat.

Tujuan dari penerapan *servo* ini pada robot rehabilitasi karena dapat mengirimkan umpan balik sudut yang menggerakkan kaki pasien sesuai dengan rekomendasi praktisi atau ahli rehabilitasi. Dengan demikian, alat yang dikembangkan ini diharapkan mampu memfasilitasi pemulihan pasien dengan memberikan gerakan yang tepat sesuai dengan pedoman rehabilitasi yang disarankan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan yang telah disampaikan pada bagian latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diatasi dalam tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Memahami apa dan peran robot rehabilitasi.
2. Memahami analisis gaya berjalan atau *Gaitcycle*.
3. Bagaimana menggerakkan robot menggunakan struktur mekanik.
4. Bagaimana cara merancang dan membangun robot rehabilitasi *ankle* kaki kanan bawah yang efektif dan efisien dalam membantu proses rehabilitasi.
5. Bagaimana robot dapat menerima masukan dari data pasien dan berfungsi sebagaimana mestinya.

### 1.3 Batasan Masalah

Untuk menjadikan fokus tugas akhir ini lebih spesifik dan terarah, maka pembahasan masalah dalam tugas akhir ini akan dibatasi sebagai berikut:

1. Robot ini hanya dibuat berdasarkan 1 data *inputan* yang telah ditentukan nilainya dari penelitian sebelumnya.
2. Robot ini dibuat hanya pada bagian kaki kanan bawah dengan model yang telah disesuaikan berdasarkan pasien.
3. Tugas akhir ini tidak akan membahas aspek medis dalam proses rehabilitasi, namun hanya berfokus pada teknologi dan desain robot.
4. Tugas akhir ini hanya akan membahas aspek teknis dalam merancang dan membangun robot rehabilitasi tungkai kaki kanan bawah, seperti desain mekanik, kontrol gerakan robot, dan *hardware*-nya.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah merancang bangun suatu robot rehabilitasi *ankle* kaki kanan bawah yang dapat membantu proses rehabilitasi berupa pelatihan yang sudah ditentukan dari *generate* data pola gerak jalan orang normal dengan pola gerak jalan pasien.

### 1.5 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini, metodologi yang akan diterapkan akan meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Studi pustaka, yaitu dengan mempelajari literatur yang berkaitan dengan rancang bangun produk yang akan dibuat.
2. Studi observasi, yaitu dengan melihat langsung/survey kondisi yang ada di lapangan.

3. Perancangan struktur robot rehabilitasi kaki.
4. Perancangan sistem elektronika dalam sistem robot rehabilitasi kaki.
5. Implementasi dan instalasi rancangan struktur robot rehabilitasi.
6. Validasi rancangan dan pelatihan sistem elektronika.
7. Pembuatan perangkat lunak untuk sistem robot rehabilitasi kaki.
8. Integrasi sistem elektronika, struktur dan perangkat lunak sistem robot rehabilitasi.
9. Pengujian dan evaluasi sistem robot rehabilitasi kaki.
10. Penyusunan laporan Tugas Akhir dengan pembimbing.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk menyusun tugas akhir ini, penulisan dibagi menjadi subtopik pembahasan, seperti yang ditunjukkan di bawah ini:

### Bab I Pendahuluan

Bab ini memberikan pendahuluan singkat yang menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan, dan sistematika penulisan.

### Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas teori – teori yang menunjang dan berkaitan dengan penyelesaian Tugas Akhir, antara lain penjelasan mengenai *ankle* kaki, peran *ankle* terhadap pola berjalan, cedera pergelangan kaki, stroke, rehabilitasi kaki, robot rehabilitasi kaki, Arduino IDE, penentuan aktuator robot, *servo* Dynamixel AX-12a, Mikrokontroler OpenRB-150, Sensor FSR 402, bahan PLA+ dan baterai Lithium Ion 18650.

### Bab III Rancang Bangun Robot Rehabilitasi *Ankle* Kaki Kanan

Pada bab ini akan dibahas mengenai pendekatan fungsional, pendekatan struktural, perancangan *hardware*, perancangan perangkat lunak, perhitungan daya penggerak pada robot, cara kerja robot rehabilitasi *ankle* kaki, manufaktur robot.

### Bab IV Pengujian Dan Analisa Data

Bagian ini membahas prosedur pengujian, serta analisis data hasil pengujian terhadap sistem keseluruhan dan bagian-bagiannya. Hasil dan analisis ini digunakan untuk menentukan tingkat keberhasilan alat yang dibuat.

## BAB V Penutup

Bagian ini menggabungkan temuan dari uji coba ke dalam suatu simpulan yang dihasilkan dari riset yang dilaksanakan, sekaligus memberikan rekomendasi untuk tahap pengembangan berikutnya.