

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Disabilitas dapat diidentifikasi sebagai individu yang mengalami keterbatasan fisik, intelektual, mental, atau sensorik dalam jangka waktu yang panjang [1]. Tunadaksa adalah salah satu jenis disabilitas yang ditandai dengan anggota tubuhnya tidak sempurna karena mengalami kecacatan, terjadi kerusakan pada tulang, otot, dan sendi sehingga tidak dapat berfungsi dengan normal [2]. Fungsi penting seperti menggenggam dan melakukan tugas sehari-hari yang membutuhkan ketangkasan tangan dapat terpengaruh oleh tidak adanya jari.

Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2022, terdapat 245.613 dari 253.679.348 orang yang mengalami berbagai tingkat kesulitan untuk menggunakan jari dan tangan di Indonesia [3]. Menurut BPS Kota Bandung pada tahun 2021, terdapat 2.540 orang penyandang disabilitas tunadaksa atau cacat tubuh fisik di 31 kecamatan [4]. Di Indonesia, penyandang disabilitas dengan gangguan tangan memiliki persentase pengangguran tertinggi, yaitu 27,38% [5]. Penyandang tunadaksa yang tidak memiliki jari telunjuk menghadapi berbagai hambatan dalam beraktivitas sehari-hari, karena jari telunjuk memiliki peran penting dalam memberikan stabilitas dan kontrol pada tangan [6]. Penyandang tunadaksa dapat didukung dengan alat bantu pergerakan atau prosthesis.

Prosthesis merupakan alat yang digunakan untuk menggantikan bagian tubuh yang hilang, baik akibat trauma, penyakit, maupun kelainan bawaan [1]. Jari prosthesis dibuat untuk memulihkan fungsi dan meningkatkan mobilitas bagi individu yang tidak memiliki jari tangan. Berdasarkan fungsinya, prosthesis dibagi menjadi dua, yaitu prosthesis kosmetik dan fungsional [7]. Saat ini, Jari prosthesis yang tersedia di Indonesia hanya fokus pada fungsi estetika tanpa memperhatikan fungsionalitasnya [1]. Prosthesis jenis ini memberikan tampilan visual yang menyerupai jari asli dengan menggunakan bahan silikon, tetapi tidak memberikan kemampuan gerak atau kontrol yang dapat membantu pengguna dalam melakukan aktivitas sehari-hari.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan jari prostesis yang dapat memberikan fungsionalitas dengan pemilihan material komposit resin epoksi/serat karbon yang dilengkapi dengan sistem kontrol yang terukur dan berfokus pada tunadaksa yang tidak memiliki satu jari telunjuk. Serat karbon dipilih karena memiliki kekuatan tarik yang tinggi, serta memiliki massa jenis serta koefisien ekspansi termal yang rendah, serat karbon juga memiliki berat yang sangat ringan namun kuat [8]. Resin epoksi dipilih karena memiliki daya tahan terhadap bahan kimia yang baik, kuat, serta memiliki ketahanan aus yang baik [9]. Maka dari itu, setelah kedua material tersebut digabungkan menjadi komposit akan membentuk kombinasi yang lebih baik [10], dan ideal untuk perancangan jari prostesis fungsional yang membutuhkan kekuatan untuk menahan beban dari benda yang akan di genggam.

Flex sensor dipilih sebagai sensor untuk sistem kontrol pada perancangan jari prostesis karena dapat meniru gerakan asli jari manusia, yaitu menekuk ke satu arah, selain itu sensor ini juga dipilih karena memiliki kemampuannya dalam mendeteksi gerakan langsung dan linier, sehingga dapat menghasilkan gerakan servo yang mulus dan sesuai dengan gerakan dari *flex sensor* tersebut [11]. Jari prostesis tersebut akan dibuat dengan prinsip *mirroring* dari jari lain yang masih utuh. *Mirroring* artinya, saat jari yang terdapat sensor bergerak, maka jari prostesis akan bergerak sesuai dengan gerakan jari tersebut [7]. Metode *mapping* digunakan untuk memastikan hasil nilai dari suatu rentang dapat dipetakan kembali ke rentang nilai lain sesuai dengan nilai target yang dibutuhkan [12]. Pengujian berupa kalibrasi nilai *flex sensor*, uji *delay*, uji sudut, uji tarik material, uji densitas, dan uji fungsional, dilakukan untuk memastikan kinerja dan fungsionalitas dari jari prostesis yang dirancang.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan di kaji pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem kontrol menggunakan metode *mapping* dan prinsip *mirroring* untuk menggerakkan jari prostesis agar mendekati fungsi alami tangan manusia?

2. Bagaimana perbandingan pengaruh material komposit resin epoksi/serat karbon dan *Polylactic Acid* (PLA) terhadap performa sistem kontrol dan fungsionalitas jari prostesis?
3. Bagaimana mengimplementasikan sistem kontrol pada jari prostesis berbahan komposit resin epoksi/serat karbon sebagai alternatif material PLA dan mendukung aktivitas harian pengguna?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Merancang dan mengevaluasi sistem kontrol yang responsif dengan menggunakan metode *mapping* dan prinsip *mirroring* untuk menggerakkan jari prostesis.
2. Menganalisis perbandingan pengaruh jari prostesis material komposit resin epoksi/serat karbon dan PLA terhadap performa sistem kontrol dan fungsionalitasnya.
3. Mengimplementasikan dan mengevaluasi sistem kontrol pada jari prostesis berbahan material komposit resin epoksi/serat karbon sebagai alternatif material yang mendukung responsivitas dan keandalan sistem kontrol.

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Penerapan sistem kontrol jari prostesis yang lebih responsif dan mudah dikendalikan untuk aktivitas pengguna.
2. Memberikan gambaran nyata tentang kelebihan dan kekurangan material komposit resin epoksi/serat karbon dengan material PLA dalam menunjang performa jari prostesis.
3. Menyediakan alternatif material jari prostesis dengan material komposit resin epoksi/serat karbon yang memiliki potensi kekuatan lebih tinggi untuk meningkatkan fungsionalitas jari prostesis dalam penggunaan harian.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini difokuskan pada:

1. Alat ini dirancang untuk penyandang tunadaksa wanita usia 18-45 tahun di Indonesia yang tidak memiliki satu jari telunjuk.
2. Menggunakan prinsip *mirroring* dari jari lain, yang artinya harus terdapat satu jari lain, yaitu jari tengah ditangan yang sama dan masih utuh.
3. Penulis tidak membuat material komposit resin epoksi/serat karbon, melainkan hanya menggunakan material komposit yang dibuat oleh penulis lain secara paralel selama penelitian.
4. Jari prostesis yang dirancang hanya ditujukan untuk aktivitas harian yang bersifat ringan.

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Studi Literatur

Pencarian materi dan referensi yang akan digunakan seperti sensor yang paling optimal untuk digunakan pada jari prostesis, aktuator dengan spesifikasi yang sesuai, mikrokontroler, dan cara uji sistem kontrol. Dilakukan juga studi literatur terhadap material yang umum digunakan pada jari prostesis, serta mencari cara uji material untuk analisis perbandingan.

2. Perancangan Sistem

Tahap ini meliputi proses pemilihan komponen yang dipakai, pembuatan alur perancangan sistem, alur kerja sistem, *schematic* sistem, desain jari prostesis, dan desain kotak kontrol.

3. Implementasi

Pada tahap ini, *prototype* jari prostesis dan sistem kontrol dibuat berdasarkan perancangan yang telah dilakukan, kemudian keduanya diintegrasikan.

4. Pengujian

Merupakan tahap pengujian terhadap sistem dan material, yang meliputi beberapa uji seperti kalibrasi sensor, uji *delay*, uji sudut, uji tarik material, uji densitas, dan uji fungsional.

5. Analisis

Pada tahap ini, dilakukan analisis tentang hasil pengujian sistem kontrol, dan perbandingan pengaruh material komposit resin epoksi/serat karbon dan PLA terhadap performa sistem kontrol dan fungsionalitas jari prostesis.