

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Tunadaksa adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan kondisi seseorang yang memiliki kelainan atau kecacatan fisik, baik pada sistem otot, tulang, maupun persendian yang dapat diakibatkan dari bawaan sejak lahir, penyakit, kecelakaan, atau kerusakan di otak. Tunadaksa mencakup berbagai gangguan fisik, mulai dari amputasi anggota tubuh, kelainan bentuk tulang, hingga gangguan neuromuskular yang dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan anggota tubuh untuk melaksanakan fungsinya secara normal [1]. Pada tahun 2023, WHO (*World Health Organization*) menyatakan terdapat sekitar 1,3 miliar orang atau 16% dari populasi dunia mengalami disabilitas, jumlah ini diperkirakan akan terus meningkat karena peningkatan kecelakaan yang dapat menyebabkan lebih banyak orang mengalami disabilitas fisik [2].

Sedangkan di Indonesia, Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan Republik Indonesia menyatakan pada tahun 2023 jumlah penyandang disabilitas mencapai 22,97 juta jiwa atau sekitar 8,5% dari jumlah penduduk [3]. Pada periode Januari hingga Mei 2024, Kementerian Ketenagakerjaan mencatat jumlah kasus kecelakaan kerja di Indonesia sebanyak 162.327 kasus [4]. Salah satu kasus adalah Giri Pamungkas yang mengalami kecelakaan kerja hingga membuat empat jari tangan kanannya putus dan tidak lagi bisa mengendarai sepeda motor secara normal untuk bekerja [5]. Penyandang disabilitas fisik, termasuk tunadaksa, sering menghadapi tantangan dalam akses pendidikan, pekerjaan, dan alat bantu kesehatan seperti prostesis [6]. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), hanya 18% penyandang disabilitas yang telah menggunakan prostesis, karena perkembangan pelayanan prostesis yang masih lambat meskipun kebutuhan tinggi [7]. Prostesis berfungsi menggantikan anggota tubuh yang hilang dan penting untuk meningkatkan mobilitas serta kemandirian individu dengan amputasi atau kelainan tubuh [8].

Pada aktivitas sehari-hari, jari biasanya digunakan untuk mendorong, menarik, dan memanipulasi objek. Diperkirakan kontribusi relatif masing-masing jari terhadap total gaya dari empat jari adalah sekitar 41% jari telunjuk, 32% jari tengah, 20% jari manis, dan 7% jari kelingking [9]. Perkembangan material prosthesis terus meningkat untuk memberikan kenyamanan yang maksimal bagi pengguna. Di Indonesia tersedia berbagai material, mulai dari bahan paralon, nilon, aluminium, plastik daur ulang, dan karet yang memiliki rentang harga 3-5 juta rupiah, serta prosthesis berbahan kulit buatan seharga sekitar Rp50 juta. Meskipun sudah terbilang mahal, prosthesis dengan bahan ini harus diganti setiap beberapa tahun sekali [10]. Berbagai penelitian dan inovasi difokuskan pada pemilihan bahan yang nyaman, ringan, kuat, tahan lama, namun pada saat yang sama memiliki tampilan estetika yang baik, semua kriteria tersebut ada pada bahan komposit, khususnya komposit serat karbon.

Bahan komposit adalah material yang terdiri dari dua atau lebih bahan penyusunnya, dan digabungkan untuk menghasilkan material dengan sifat mekanik, termal, atau fisik yang lebih unggul dibandingkan masing-masing bahan penyusunnya secara individu. Komposit biasanya terdiri dari bahan penguat dan matriks pengikatnya [11]. Serat yang umum digunakan dalam komposit meliputi kaca, silikon, dan karbon, dengan matriks berupa polimer, logam, dan keramik. Kekuatan tarik serat kaca, silikon, dan karbon masing-masing adalah 3,45 GPa, 3,9 GPa, dan 4.8 GPa. Modulus elastisitas serat kaca, silikon, dan karbon masing-masing adalah 72,5 GPa, 400 GPa, dan 228-724 GPa [12].

Serat karbon memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang jauh lebih tinggi, menjadikannya material yang sangat ringan namun tetap kuat. Serat karbon juga memiliki ketahanan terhadap korosi, sehingga memiliki umur yang lebih panjang dan tahan lama. Sifat mekanik serat karbon juga memungkinkan jari prosthesis memiliki fleksibilitas yang lebih baik. Oleh karena itu dipilih bahan komposit serat karbon sebagai material yang digunakan untuk perancangan jari prosthesis. Pemilihan serat karbon sebagai material utama dalam pembuatan jari prosthesis didasari oleh kebutuhan akan prosthesis yang kuat, ringan, tahan lama, serta mampu meniru gerakan alami tangan dengan baik.

Penelitian ini berfokus pada pengujian material komposit epoksi/serat karbon untuk memastikan bahwa material yang difabrikasi memiliki sifat mekanik dan ketahanan termal yang memadai, sehingga dapat digunakan secara fungsional sebagai jari prostesis untuk membantu penyandang disabilitas dalam melakukan aktivitas sehari-hari, seperti menekan tombol lampu, mengangkat plastik berisi beban, dan menarik gagang lemari.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana fabrikasi jari prostesis berbahan komposit resin epoksi/serat karbon dengan menggunakan metode *wet hand lay-up*?
2. Bagaimana sifat mekanik dari bahan komposit resin epoksi/serat karbon dengan metode *wet hand lay up* dan pengaruh orientasi seratnya?
3. Bagaimana karakteristik fisik dan mekanik jari tangan prostesis berbasis material komposit resin epoksi/serat karbon?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diidentifikasi, adapun tujuan dan manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tujuan Penelitian:

1. Membuat jari tangan prostesis berbahan komposit resin epoksi/serat karbon dengan menggunakan metode *wet hand lay-up*.
2. Menganalisis sifat mekanik bahan komposit resin epoksi/serat karbon berdasarkan orientasi.
3. Menganalisis karakteristik fisik dan mekanik jari tangan prostesis yang menggunakan material komposit resin epoksi/serat karbon.

Manfaat Penelitian:

1. Merancang jari prostesis dengan material komposit resin epoksi/serat karbon komposit yang kuat, ringan, nyaman, tahan lama, dan estetik.
2. Mendorong eksplorasi lebih lanjut tentang aplikasi material dalam bidang biomedis.
3. Kontribusi terhadap pengembangan teknologi prostesis di industri medis.

1.4. Batasan Masalah

Untuk memastikan penelitian tetap fokus dan dapat diselesaikan dengan efektif, berikut adalah batasan masalah yang diterapkan dalam penelitian ini:

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan dan analisis prostesis untuk satu jari telunjuk tangan dewasa, sehingga tidak mencakup prostesis untuk keseluruhan tangan.
2. Material yang dianalisis terbatas pada komposit dengan penguat serat karbon dan matriks resin epoksi, dengan perbandingan terhadap orientasi serat.
3. Pengujian difokuskan pada proses manufaktur dan aplikasinya untuk kegiatan sehari-hari dan tidak digunakan untuk kegiatan ekstrem seperti mengangkat beban berat, dan sebagainya.

1.5. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa metode seperti:

1. Studi Literatur

Metode ini meliputi pengumpulan dan analisis informasi dari berbagai sumber, mulai dari buku, jurnal ilmiah, makalah, dan dokumen lain yang diharapkan dapat membantu pemahaman terkait penelitian yang dilakukan.

2. Perancangan

Tahap ini merupakan proses menentukan spesifikasi alat, bahan, dan proses manufaktur yang digunakan. Selain itu, perancangan diagram dan gambar teknik juga dilakukan.

3. Implementasi

Pada tahap ini, desain yang telah dirancang direalisasikan ke dalam bentuk fisik. Implementasi melibatkan proses pembuatan komposit menggunakan metode *wet hand lay-up*.

4. Pengujian

Pengujian merupakan tahap terakhir dari metode penelitian ini, tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja komposit yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan parameter yang telah ditentukan, seperti uji tarik, uji *bending*, uji tekan, uji optik, uji densitas, dan uji TGA.

1.6. Jadwal Pelaksanaan

Bagian ini menyajikan jadwal pelaksanaan yang mencakup rangkaian kegiatan dalam proses penyelesaian tugas akhir.

Tabel 1. 1 Milestone

No	Deskripsi Tahapan	Durasi	Tanggal Selesai	Milestone
1	Studi Literatur	5 Minggu	8 November 2024	Mengumpulkan referensi dari jurnal, buku, dan penelitian sebelumnya.
2	Pemilihan Material dan Komponen	2 Minggu	22 November 2024	Menentukan material utama dan komponen yang dibutuhkan berdasarkan studi literatur.
3	Perancangan Sistem	3 Minggu	13 Desember 2024	Membuat rancangan tahap pengerjaan dan desain.
4	Presentasi Proposal TA	1 Hari	16 Desember 2024	Melakukan presentasi proposal TA yang mencakup latar belakang,

No	Deskripsi Tahapan	Durasi	Tanggal Selesai	Milestone
				tinjauan pustaka, dan perancangan sistem.
5	Implementasi	4 Bulan	19 Mei 2025	Melakukan perakitan sistem berdasarkan rancangan yang telah dibuat.
6	Pengujian	3 Minggu	4 Juni 2025	Melakukan pengujian sampel sesuai dengan metode uji yang telah dirancang.
7	Analisa Hasil Pengujian	2 Minggu	16 Juni 2025	Melakukan pengolahan data hasil pengujian dan membandingkan dengan target yang telah ditetapkan.
8	Penyusunan Laporan TA	1 Bulan	18 Juni 2025	Laporan TA selesai.