

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1. Latar Belakang**

Manusia diciptakan memiliki bagian-bagian tubuh yang dapat menunjang untuk bergerak, berinteraksi, dan penunjang aktivitas sehari-hari. Setiap manusia menginginkan hidup dengan kondisi normal tanpa ada kelainan maupun keterbatasan. Namun, tidak semua dikaruniai anggota tubuh yang lengkap atau tidak bekerja secara optimal. Orang dengan keterbatasan anggota tubuh atau memiliki gangguan fisik dikatakan sebagai penyandang disabilitas atau difabel.

Kelainan atau kekurangan fisik, indra atau mental (medis) yang dimiliki seseorang yang menjadikannya tidak dapat menjalankan fungsi dalam masyarakat kerap disebut sebagai disabilitas. Secara garis besar, disabilitas dibagi menjadi empat jenis, yakni disabilitas fisik, disabilitas intelektual, disabilitas sensorik, dan disabilitas mental. Jumlah penyandang disabilitas di Indonesia dapat diketahui melalui hasil survei yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS). Berdasarkan survei tersebut pada 2018 jumlah penyandang disabilitas sebanyak 7.416.560 orang. Jenis disabilitas dengan presentase tertinggi adalah disabilitas fisik dengan gangguan berjalan sebesar 38,3% dari jumlah penyandang disabilitas (Makul, 2022).

Penyandang disabilitas fisik kerap mengalami disfungsi anggota tubuh dan tidak dapat menjalani kehidupan secara normal (Putra dkk., 2021). Gangguan atau kehilangan anggota tubuh menyebabkan terbatasnya mobilitas dan kemampuan dalam beraktivitas sehari-hari. Selain itu, akses terhadap layanan kesehatan dan rehabilitasi juga menjadi keluhan. Bagi penderita disabilitas, harapan utama adalah mampu melakukan aktivitas sehari-hari secara normal. Penyandang disabilitas bawah lutut memerlukan perawatan khusus dan akses terhadap peralatan medis yang sesuai kebutuhan mereka, salah satunya adalah alat bantu gerak atau prosthesis.

Prosthesis berfungsi sebagai alat yang dapat memberikan kesempatan kepada orang yang kehilangan anggota tubuhnya untuk melakukan aktivitas

sehari-hari seperti berjalan. Selain itu, sebagai pengganti alat gerak untuk melakukan kegiatan luar ruangan termasuk berenang, olahraga, menari, dan lain sebagainya (Debta and Kumar, 2018). Desain prosthesis alat bantu gerak ekstremitas bawah secara garis besar dibagi menjadi tiga bagian, yakni *socket*, *shank*, dan *foot* (Bhanu, 2018). *Foot* berfungsi menggantikan kaki dan memberikan stabilitas dan adaptabilitas pada permukaan tanah. *Shank* sebagai pengganti paha bawah yang menghubungkan *foot* dengan soket. Soket berupa komponen yang membungkus bagian tubuh yang tersisa dan berfungsi sebagai antarmuka langsung dengan tubuh pengguna.

Produk prosthesis yang beredar di pasaran berupa prosthesis aktif dan prosthesis konvensional. Adapun mayoritas yang berada di pasaran Indonesia adalah jenis konvensional (Aziz, 2023). Prosthesis konvensional didesain untuk memfasilitasi kebutuhan dasar mobilitas, seperti berjalan dan berdiri. Produk prosthesis konvensional kerap kali menimbulkan ketidaknyamanan karena memiliki bentuk yang tidak sesuai dengan sisa amputasi atau antropometri orang Indonesia. Produk ini juga seringkali memiliki keterbatasan fungsional, karena tidak menerapkan teknologi yang canggih. Pengguna prosthesis konvensional perlu melakukan penyesuaian berkala atau mendapatkan prosthesis baru (Nasr, 2021). Hal ini dikarenakan perubahan volume sisa amputasi. Bagian yang perlu penyesuaian berkala adalah bagian soket karena merupakan antarmuka sisa amputasi dan prosthesis. Bagian soket konvensional tidak dapat disesuaikan dengan perubahan ukuran sisa amputasi pengguna atau dengan kata lain tidak adjustable.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Junianto dan Kuswanto pada 2018 mengembangkan desain soket yang memiliki *cover* pada bagian depan dan belakang yang berfungsi sebagai penutup bagian *shank*, sehingga prosthesis memiliki bentuk yang mirip dengan bentuk betis asli (Junianto and Kuswanto, 2018). Pada penelitian lainnya, soket diatur sesuai dengan sisa amputasi pengguna. Soket memiliki pengatur lingkaran soket, pengaturan ini dilakukan dengan cara mengatur panjang tali yang menghubungkan bagian soket dengan kedua *holder* pada bagian belakang soket. *Holder* tersebut dihubungkan pada 2 buah *clipper* yang dipasang dibagian atas dan bawah. *Clipper* tersebut berfungsi

untuk mengunci soket dengan betis penggunaanya (Masykur, 2021). Desain soket *compression/release stabilization* (CRS) baru-baru ini dikembangkan dengan empat batang pra-kompresi memanjang dan empat wilayah pelepasan yang berdekatan. Daerah pelepasan memberikan ruang untuk mengakomodasi jaringan yang dikompresi untuk kenyamanan yang lebih baik dan mengurangi kemungkinan iskemia. Desain ini mempertahankan kompresi yang memadai pada sisa anggota tubuh melalui batang pra-kompresi. Selanjutnya, sisa anggota badan yang lebih terkompresi memungkinkan efisiensi transfer momentum yang lebih tinggi dari tulang ke soket (Meng dkk., 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang soket prosthesis kaki bawah lutut dengan memanfaatkan citra hasil *photogrammetry* serta melakukan simulasi pembebanan statis pada empat titik yang telah ditetapkan untuk mendapatkan respon berupa tegangan, regangan, dan *safety factor*. Studi ini mengeksplorasi inovasi desain soket prosthesis berdasarkan data *photogrammetry* dari sisa amputasi dengan fokus pada meningkatkan kenyamanan pengguna.

## **I.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan pokok permasalahan pada latar belakang di atas, maka dapat ditarik rumusan masalah berupa

1. Bagaimana membuat desain soket prosthesis bawah lutut berdasarkan hasil *scanning* pasien amputasi kaki bawah lutut dengan metode *photogrammetry*?
2. Bagaimana pengaruh pembebanan pada empat titik penekanan yang diijinkan terhadap distribusi tegangan, regangan dan faktor keamanan dari soket prosthesis bawah lutut dalam kondisi simulasi *static structural*?

## **I.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini memiliki tujuan yaitu :

1. Melakukan proses rekonstruksi model *stump* berdasarkan hasil *scanning* pasien amputasi kaki bawah lutut dengan metode *photogrammetry*.

2. Membuat permodelan desain soket prosthesis.
3. Menganalisis pengaruh distribusi pembebanan pada empat titik yang diijinkan terhadap tegangan, regangan dan faktor keamanan dari soket prosthesis bawah lutut.

#### **I.4. Batasan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka perlu adanya batasan-batasan masalah agar tujuan utama penelitian tercapai. Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini fokus pada kaki palsu untuk penyandang disabilitas bawah lutut (*Transtibial Amputation*).
2. *Scanning* kaki *amputee* hanya dilakukan sebanyak 1 (satu) kali pada 1 (satu) kaki pasien.
3. Pengolahan citra/*photogrammetry* hasil *scanning* dilakukan dengan *software* Autodesk Meshmixer.
4. Pembuatan model soket menggunakan *software* Solidworks 2020.
5. Simulasi model soket dilakukan dengan *software* Ansys 19.2.
6. Tidak membahas terkait *liner* atau bantalan.

#### **I.5. Manfaat Penelitian**

Beberapa manfaat yang didapatkan dari penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini akan memperkaya literatur ilmiah dalam bidang desain dan analisis soket prosthesis, khususnya dalam penggunaan teknik citra *photogrammetry* dan *finite element analysis* (FEA).
2. Penelitian ini menyajikan kebutuhan nyata pengguna prosthesis dan kondisi pengguna prosthesis secara langsung karena melakukan survei lapangan
3. Penelitian ini mempercepat pengembangan teknologi prosthesis yang lebih inovatif dan efisien karena melakukan kolaborasi dengan berbagai

instansi.

4. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian lain, terutama dalam bidang biomekanika, material prosthesis, dan metode analisis struktur. Ini akan membantu peneliti lain dalam mengembangkan metode dan teknologi baru yang lebih baik.
5. Penelitian ini berkontribusi langsung pada pengembangan industri soket prosthesis, dengan menawarkan desain yang lebih baik dan efisien melalui analisis berbasis FEA dan *photogrammetry*.
6. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan karya cipta berupa desain soket prosthesis yang sesuai *stump* dan telah teruji melalui analisis elemen hingga.