

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Industri manufaktur mencakup berbagai bidang seperti alat otomotif, peralatan rumah tangga, produk artistik, hingga alat kesehatan. Industri manufaktur dituntut untuk dapat menghasilkan produk sesuai kebutuhan konsumen agar produknya dapat laku di pasaran. Namun karakteristik konsumen menyebabkan produk yang diminta berbeda-beda antara yang satu dengan yang lainnya. Salah satu cara untuk mengatasi perbedaan permintaan adalah dengan membuat produk *costumized*. Produk *costumized* yang umum dibuat adalah produk yang berhubungan dengan tubuh manusia seperti pakaian dan alas kaki.

Kaki merupakan anggota gerak tubuh yang memegang peran penting dalam aktivitas manusia. Kaki menerima banyak tekanan saat manusia melakukan aktivitas seperti berdiri, olahraga, berlari, dan berjalan. Kaki menopang seluruh berat tubuh saat manusia melakukan aktivitas-aktivitas tersebut. Geometri kaki manusia yang kompleks (terdiri dari dua puluh enam tulang, tiga puluh tiga sendi, seratus tujuh ligamen dan sembilan belas otot) dan berbeda-beda (Qiu dkk, 2011) menyebabkan alas kaki yang sesuai juga berbeda-beda antara yang satu dengan lainnya.

Beberapa orang memiliki bentuk kaki yang berbeda dikarenakan penyakit, gaya hidup, maupun faktor keturunan. Hal ini dikenal dengan kelainan bentuk kaki. Orang yang mengalami kelainan bentuk kaki mengalami kesulitan dalam memilih sepatu yang terasa nyaman (sesuai dengan bentuk kaki) dan tidak memperburuk kelainan yang diderita. Kelainan bentuk kaki juga disebabkan karena penggunaan alas kaki yang tidak sesuai dengan bentuk kaki (Markkanen, 1966). Oleh karena itu penderita kelainan bentuk kaki membutuhkan desain alas kaki khusus yang dikenal dengan *orthotic footwear*.

*Orthotic footwear* awalnya diproduksi secara manual menggunakan cetakan kaki pada *foam box*. Metode manual memiliki kelemahan yaitu membutuhkan banyak waktu, tingkat akurasi kecil, pekerjaan perlu dilakukan terus menerus, dan proses yang tidak tepat dapat mempengaruhi kenyamanan *foot orthotic* (Vincenzino, 2004). Teknologi *Computer Aided Design (CAD)* dapat menjadi

solusi bagi masalah ini karena mampu mengurangi waktu desain dan biaya pembuatan *orthotic footwear* (Modeni dkk, 2014).

CAD merupakan data digital sementara tidak semua kaki manusia memiliki data dokumentasi digital. Sokovic dan Kopaj (2005) menyatakan data digital dari kaki pasien dapat diperoleh menggunakan proses digitalisasi (hasil berupa titik titik/ *point cloud*) atau *3D scanning* (hasil berupa titik dan atau *triangle mesh STL*). Namun jenis data *point cloud* dan *triangle mesh STL* tidak dapat langsung diolah dalam program CAD membaca kedua jenis data ini sebagai bayangan.

Dalam *Computer Aided Design* dikenal *Reverse Engineering* (RE) yaitu teknik pendekatan untuk mendapatkan data fisik suatu objek tanpa data gambar teknik, dokumentasi, maupun model komputer (Oancea dkk, 2013). RE dapat mempersingkat waktu pengembangan produk baru dan meminimasi biaya yang dibutuhkan (Yao, 2005). RE dapat dikatakan sebagai proses rekonstruksi ulang suatu benda yang sudah ada menggunakan data hasil *3D scanning*. Penggunaan *3D scanner* memberikan keuntungan karena dapat dilakukan dalam objek dalam jumlah banyak dalam waktu yang cepat, hasil detail, dan pengukuran lebih akurat dibandingkan dengan kaliper (Goonetilleke, 2012).

Beberapa penelitian terkait *orthotic footwear* telah dilakukan. Ciobanu dkk (2012) menggunakan teknologi CAD dan *Rapid Prototyping* untuk membuat *customized orthotic insole*. Penelitian ini menggunakan teknologi *3D scanning* dan *3D printer*. Dalam penelitian ini dikatakan bahwa alas kaki yang sesuai dengan kontur kaki pengguna menentukan kenyamanan dan membantu mengembalikan fungsi kaki. Chapman dkk (2013) melakukan penelitian mengenai parameter optimal (menghasilkan *peak plantar pressure* terkecil) *rocker sole* bagi penderita diabetes dan non penderita diabetes.

Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan ditemukan beberapa kekurangan. Penelitian yang membahas mengenai penerapan CAD dalam pembuatan *orthotic shoe* masih jarang ditemukan. Telfer dan Woodburn (2010) mencatat pada bulan April 2010 hanya terdapat lima belas artikel berkaitan dengan penelitian proses desain dan digitalisasi kaki pada *database Science Direct*. Pembuatan *orthotic outsole* seperti pada PT. Sentra Rehabilitasi juga masih dilakukan menggunakan *foam box* (cara manual). Penelitian oleh Ciobanu, dkk (2012) mengenai pembuatan *orthotic insole* dengan *3D printer* tidak menerapkan verifikasi desain pada prosesnya sehingga ada kemungkinan terjadi

deformasi bentuk selama proses konversi dari hasil *scan* hingga produk jadi. RE yang dilakukan selama ini menggunakan input berupa *point cloud* seperti yang dilakukan Luna Lamandau (2015). Input ini membutuhkan waktu lebih lama untuk diolah.

Berdasarkan pemaparan masalah di atas maka penulis ingin menerapkan *Computer Aided Reverse Engineering System (CARE System)* pada pembuatan *orthotic outsole* saat proses RE kaki dan menerapkan verifikasi pada hasil RE. Hasil penelitian ini nantinya akan mendukung dalam implementasi *Reverse Innovative Design* pada produk *insole* sepatu *orthotic* (Anggoro dkk, 2016 dan Bawono dkk, 2016) untuk orang-orang yang mengalami kelainan bentuk kaki. Hasil penelitian oleh Anggoro dkk (2016) dan Bawono dkk (2016) selanjutnya dijadikan sebagai dasar dalam proses desain *outsole* pada penelitian ini.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang ada, rumusan masalah penelitian ini adalah cara menerapkan metode *CARE System* untuk mendapatkan *prototype* produk *orthotic outsole* sesuai dengan kontur kaki penderita *foot deformities*.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang hendak dicapai dari penelitian yang dilakukan ini adalah mendapatkan desain dan *prototype* produk *orthotic outsole* baru dari pasien yang mengalami kelainan bentuk kaki melalui implementasi *CARE System*.

### **1.4. Batasan Penelitian**

Batasan masalah dibuat agar memperkecil lingkup penelitian dan agar lingkup pembahasan menjadi lebih jelas. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain.

- a. Penyesuaian dan pengolahan lanjut data *3D CAD* kaki hingga menjadi data *3D orthotic insole* dilakukan pada penelitian oleh Anggoro dkk (2016) dan Bawono dkk (2016) tidak dibahas dalam penelitian ini serta data *insole* dianggap sudah sesuai dan dapat langsung digunakan.
- b. *Orthotic Outsole* yang dibuat adalah *orthotic outsole* dari *orthotic insole* untuk pasien diabetes dalam penelitian Anggoro dkk (2016) dan Bawono dkk (2016)
- c. Pengambilan data *orthotic outsole* dilakukan bulan Desember 2016.

- d. Proses pembuatan, verifikasi, dan *editing* gambar 3D *outsole* dilakukan menggunakan *software* PowerShape 2016 karena *software* ini merupakan *software* yang digunakan dalam mata kuliah peminatan CAD/ CAM di Program Studi Teknik Industri dan lebih mudah digunakan untuk membentuk gambar yang memiliki geometri berbentuk lengkungan dan *mesh*.
- e. Proses RE dilakukan menggunakan Geomagic X karena *software* ini memiliki fitur *automatic surfacing*.
- f. Proses RE dilakukan hingga menghasilkan CAD dalam bentuk 3D *surface* tanpa penyesuaian dan pengolahan lanjut.
- g. Proses *scanning* dilakukan pada tujuh orang penderita kelainan bentuk kaki dengan lima jenis kelainan (*diabetes, flat feet, hallux vagus, high heels problem* dan kasus khusus) dengan 3D *scanner* dari PT Tirtamarta Wisesa Abadi pada tanggal 23 April 2016 di Laboratorium Proses Produksi Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- h. Profil bawah *orthotic outsole* tidak diperhitungkan karena akan dilakukan pada penelitian berikutnya dalam tema mekanika kontak antara kaki, *insole*, dan *outsole*.
- i. Pembuatan *prototype* dilakukan untuk kaki, 3D *orthotic insole*, dan 3D *orthotic outsole* pasien 2 dengan material *verowhite* dan *resin support* menggunakan mesin Eden 350 V pada PT. Tirtamarta Wisesa Abadi
- j. Masalah medis terkait dengan produk *orthotic shoe* tidak dibahas