

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

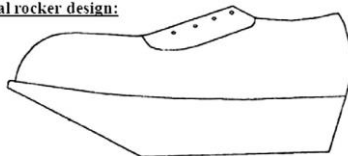
Industri manufaktur di Indonesia meliputi beberapa bidang, yaitu peralatan rumah tangga, otomotif, mesin perkakas, keramik hingga peralatan medis. Saat ini, industri tersebut khususnya industri alat-alat medis diuntut untuk menghasilkan produk dengan kualitas geometri yang presisi, tepat dan sesuai permintaan pelanggan (pasien dan/atau dokter). Namun dalam kenyataannya kualitas ini sangat sulit dipenuhi oleh industri tersebut. Hal ini terjadi karena penggunaan teknologi konvensional yang masih banyak dijumpai pada beberapa laboratorium *orthotic* dan prostetik di Indonesia, seperti PT. Sentra Rehabilitasi Jakarta dan CV. Kuspito Kaki Palsu Karanganyar Surakarta. Produk yang dihasilkan berupa *insole orthotic* dan kaki palsu selain memakan waktu lama, tidak presisi juga menimbulkan ketidaknyamanan pada pengguna. Untuk itu perlu adanya pembuatan alat medis yang khusus (*customized*). Produk ini, didesain dan dimanufaktur dengan memanfaatkan teknologi *computer aided reverse engineering system* (CAREMSystem) khusus untuk orang yang memiliki kelainan bentuk kaki seperti yang sudah dilaporkan oleh Anggoro, dkk (2017a), B.Bawono, dkk (2017), Anggoro, dkk (2016), Anggoro, dkk (2017b), dan tugas akhir Santosa (2016). Produk yang didesain ini memang dikhususkan pada pasien diabetes.

Beberapa orang memiliki bentuk kaki yang berbeda dengan orang pada umumnya. Hal ini sering dikenal dengan kelainan bentuk kaki (*deformities foot*). Orang yang mengalami kelainan ini biasanya mengalami kesulitan dalam memilih sepatu yang terasa nyaman (sesuai dengan bentuk kaki) sehingga pada saat penggunaannya tidak memperburuk kelainan yang diderita. Kelainan bentuk kaki juga disebabkan karena penggunaan alas kaki yang tidak sesuai. Oleh karena itu penderita kelainan bentuk kaki membutuhkan desain alas kaki khusus yang dikenal dengan *orthotic footwear*. Selama ini proses pembuatan outsole standar di mulai dengan desain *lasting*, namun desain ini punya kendala karena desain yang standar, atau tidak *customize* karena tidak sesuai dengan *deformation foot people*.

Telfer dan Woodburn (2010) mencatat bahwa 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* tidak menerapkan verifikasi desain pada prosesnya sehingga ada kemungkinan terjadi deformasi bentuk selama proses konversi dari hasil *scan* hingga produk jadi dan ini sudah diperbaiki oleh Anggoro, dkk (2017c) dengan mendapatkan verifikasi ukuran yang fit antara hasil *scanning* kaki, 3D CAD model kaki, dan 3D CAD model *insole*.

Chapman, dkk (2013) melalui penelitiannya yang berjudul *Effect of Rocker Shoe Design Features on Forefoot Plantar Pressures in People with and without Diabetes* melakukan penelitian mengenai parameter optimal (*peak plantar pressure* terkecil) dalam membuat *rocker arm* bagi penyandang diabetes dan *non diabetes*. Parameter yang diuji adalah sudut *apeks*, posisi *apeks*, dan sudut ayunan (*rocker arm*). Pengujian dilakukan terhadap 24 orang penderita diabetes dan 24 orang *non diabetes*. Perhitungan *peak plantar pressure* dilakukan saat aktivitas berjalan dengan kecepatan 10 ms $\pm 10\%$ pada jarak 20m. Peneliti merekomendasikan parameter optimal *rocker sole* yaitu sudut *apeks* sebesar 95°, posisi *apeks* 60% dari total panjang kaki, dan sudut ayunan sebesar 20°. Parameter ini berlaku untuk *rocker sole* dalam produksi massal. *Rocker sole* yang mengalami *customized* membutuhkan penyesuaian terhadap parameter-parameter ini dikarenakan bentuk kaki yang tidak sama.

Traditional rocker design:



Gambar 1.1. Desain *rocker arm* (chapman, dkk 2013)

Penelitian yang sama topiknya dengan Chapman, dkk (2013) , juga sedang dikerjakan oleh Anggoro, dkk (2016 - 2017), yakni dalam optimasi proses desain dan manufaktur dengan *subtractive manufacturing* menggunakan metode desain eksperimen pada produk *outsole shoe orthotic* untuk pasien *diabetes milutes* dengan skala faktor tinggi. Disini, sudah didesain tiga bentuk *outsole*

berdasarkan *insole* yang sudah dilaporkan oleh Anggoro (2016) dengan sudut *rocker arm* berbeda-beda. *Output* yang dihasilkan yaitu berupa enam pasang produk *outsole* berbahan rubber keras jenis *Polyurethane* (PU) dari dua pasien diabetes milutes dan dikerjakan dengan mesin CNC YCM EV1020A di Laboratorium Proses Produksi. Untuk pasien kedua didapatkan bentuk *outsole* yang sangat baik, namun pada pasien pertama terdapat kesalahan desain, yaitu *wrapping outsole* yang tidak sempurna dan desain tebal *outsole* yang berbeda ukuran.

Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan ditemukan beberapa kekurangan dalam proses desain sepatu yang khusus untuk pasien yang mengalami kelainan bentuk kaki. Hasil yang sudah diperoleh Anggoro,dkk (2017c) *journal of rapid prototyping* memang menunjukkan hasil verifikasi kualitas geometri yang sangat presisi antara 3D *mesh scanning*, 3D CAD model dengan *prototype* produk iso_diabet (*assembly* kaki pasien, *insole* dan *outsole shoe orthotic*), namun penelitian ini hanya sampai pada tahap *prototype* produk serta belum sampai tahap manufaktur sampai diperoleh sebuah *outsole* dan *insole* yang benar-benar dapat dipakai langsung oleh pasien. Optimasi manufaktur pada beberapa material *eva rubber foam* untuk produk *insole shoe orthotic* sedang dan telah dilaporkan oleh Anggoro, dkk (2017a), Anggoro, dkk (2017b) dan Bawono, dkk (2017) namun belum sampai pada tahap proses desain dan manufaktur bagian *outsole shoe orthotic*.

Begitupun dengan penelitian yang dilakukan Anggoro , (2017c) dimana terjadi kesalahan kecil desain yang dilakukan oleh Santosa (2016) dan Anggoro (2017c) dalam gambar 3D CAD *outsole* dimana ketika proses *wrapping* bagian alas tidak dapat diperbaiki karena kesalahan format gambar sehingga tidak dapat melalui proses *wrapping* pada bentuk dasar *outsole* yang sudah terbentuk. Hal ini berakibat kerusakan kontur hasil *machining* yang sudah dilaporkan oleh Anggoro (2017c), sehingga disitu ditemukan adanya keterbaruan atau *novelty* yang akan dibahas dalam penelitian ini. Penelitian ini akan menjelaskan tentang proses desain dan manufaktur *outsole shoe orthotic yang customized* sesuai dengan hasil penelitian dari Anggoro, dkk (2017c), Santosa (2016), Chapman, dkk (2013) dimana desain *outsole* yang dibuat adalah pada desain dengan kondisi *rocker arm* 15° dan *insole* pada *type* lebar toleransi 0.0 mm. Proses manufaktur

dikerjakan pada mesin CNC 3 axis YCM 1020 EV 20A yang ada di laboratotirum Proses Produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan, penelitian ini dilakukan untuk menjawab kendala peneliti sebelumnya dimana *customer* mengalami kesulitan saat menggunakan *insole* pada sepatu. Hal ini terjadi karena *outsole* di pasaran tidak sesuai dengan bentuk *insole shoe orthotic* yang dirancang. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai proses manufaktur *Outsole Shoe Orthotic*. Penerapan teknologi *Computer Aided Reverse Engineering System* (CARESystem) diaplikasikan pada penelitian ini untuk mendesain *customize outsole shoe orthotic* berbahan *rubber polyuretan* (PU) yang sesuai dengan bentuk *insole* dan dapat dimanufaktur pada mesin CNC YCM EV1020A di laboratorium proses produksi UAJY.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Membangun 3D *model CAD Outsole Shoe Orthotic* sesuai ukuran geometri kaki pasien berdasarkan hasil penelitian sebelumnya.
2. Melakukan manufaktur *Outsole Shoe Orthotic* polyuretan pada mesin CNC YCM EV1020A
3. Menentukan *cutting parameter's strategy* untuk permesinan *Outsole Shoe Orthotic* pada mesin CNC YCM EV1020A.

1.4 Batasan Masalah

1. 3D *insole shoe orthotic* di peroleh dengan melakukan verifikasi model CAD seperti yang sudah dilaporkan oleh Anggoro, dkk (2016), Anggoro, dkk (2017c), dan Santosa (2016).
2. Pembuatan *outsole shoe* berdasarkan pada point 1 dengan menggunakan *software* PowerShape 2016.
3. Relief bagian bawah *outsole shoe* di tetapkan *Herringbone Tread* menurut hasil penelitian Anggoro, dkk (2017c), dan Santosa (2016).
4. *Software Computer Aided Manufacturing* (CAM) yang digunakan adalah PowerMill 2016.

5. Strategy CAM yang digunakan untuk pengerjaan bagian atas dan bawah adalah *Raster Finishing*, *Optimized Constant Z Finishing* dan *Stepp and Shallow Finishing*. Strategy ini di pilih karena di anggap layak untuk memproses *outsole shoe* bebahan *rubber* berjenis *polyuretan* (PU).
6. Mesin yang digunakan untuk mendapatkan bentuk *outsole shoe orthotic* yang diinginkan adalah mesin CNC YCM EV1020A karena karakteristik dari material *polyuretan* yang digunakan beserta keterbatasan mesin yang ada.
7. *Cutting tools* yang digunakan adalah Endmill 6 untuk pengerjaan *roughing*, Ballnose 6 dan Ballnose 4 untuk pengerjaan *finishing*.
8. Material yang digunakan adalah *rubber* berjenis *polyuretan* (PU), dimana material ini memang cocok untuk material *outsole* pada beberapa industri sepatu.