

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kaki merupakan anggota tubuh manusia yang sangat berperan dalam membantu manusia melakukan hampir seluruh aktivitas yang dilakukan. Kaki adalah bagian dari anggota tubuh yang berfungsi sebagai penyangga tubuh saat melakukan aktivitas. Qiu dkk (2011) dalam paper jurnal menyatakan bahwa geometri kaki manusia sangat kompleks (terdiri dari dua puluh enam tulang, tiga puluh tiga sendi, seratus tujuh ligamen, dan sembilan belas otot) dan berbeda – beda. Oleh karena itu, kaki memerlukan sebuah alas berupa sepatu yang berbeda – beda bentuknya, sehingga mampu untuk melindungi serta memberikan kenyamanan bagi para pengguna dalam melakukan aktivitasnya. *Insole* merupakan bagian dalam sepatu. Bagian ini terbuat dari material berbahan dasar karet, busa, atau plastik. *Insole* berbentuk kurva yang mengikuti bentuk rata – rata telapak kaki manusia. *Insole* berbahan karet memiliki elastisitas yang baik bila dibandingkan dengan material lain yang digunakan untuk orang yang mengalami kelainan bentuk kaki.

Beberapa orang memiliki bentuk kaki yang tidak normal seperti umumnya. Kelainan bentuk kaki ini sering disebut dengan *foot deformities*, seperti : *pronation*, *flat feet*, *neuroma*, *plantar fasciitis*, *arch pain*, *metatarsalgia*, dan *diabetes*. Hal ini berhubungan dengan persebaran distribusi tekan pada telapak kaki yang tidak normal, sehingga menyebabkan kaki sering merasa sakit. Kelainan bentuk kaki juga dapat disebabkan karena penggunaan sepatu dengan alas kaki bagian dalam yang tidak sesuai dengan bentuk kaki (Markkanen, 1966). Oleh sebab itu, penderita kelainan bentuk kaki memerlukan desain *insole* yang khusus, atau yang lebih dikenal dengan *orthotic footwear (insole)*.

Bagaimanapun juga sampai dengan saat ini masih jarang ditemukan penelitian yang mendalam mengenai material alas sepatu khusus yang tepat bagi penderita kelainan bentuk kaki. Namun, penelitian tentang optimasi manufaktur pada material *Ethylene Vinyl Acetate (EVA) rubber* dengan mesin *CNC* seperti yang pernah dilaporkan oleh Anggoro dkk (2016a) menjelaskan bahwa *insole* bermaterial *EVA rubber* dapat dikerjakan dengan sangat baik dan memiliki kehalusan permukaan kurang dari 8µm. Pengerjaan *insole* menggunakan mesin milling *CNC Roland Modela MDX – 40R*. Hasil riset pada penelitian ini berupa dua strategi pemesinan (*toolpath strategy*) yang optimal untuk mengerjakan material

EVA rubber pada bentuk kaki manusia normal. Kedua strategi ini adalah *raster finishing* dan *step and shallow*.

Ethylene Vinyl Acetate (EVA) rubber foam merupakan material karet ringan yang memiliki elastisitas baik dan sangat aman terhadap beban kejutan yang mungkin timbul. *EVA rubber foam* merupakan salah satu tipe karet yang paling sering digunakan dalam pembuatan *insole* maupun alas sepatu bagian luar (*outsole*) (Nurit dkk, 2006). Material ini mempunyai karakteristik paling baik diantara material lain jika digunakan untuk pembuatan *insole shoe* pada kaki rata – rata manusia umumnya. Bidang medis juga sering menggunakan material ini untuk membuat *orthotic footwear* bagi penderita *foot deformities*.

Bawono dkk (2017) dalam riset yang sudah pernah dilaporkan berhasil mendapatkan sepasang produk *insole* bagi penderita diabetes (*iso_diabetes*) dengan skala resiko tinggi (Ucioli, L. 2006). Produk ini dikerjakan dengan kondisi parameter pemotongan yang optimal pada mesin *CNC Roland Modela MDX – 40R*. Hasil dari pemesinan ini benar – benar sesuai dengan bentuk kontur kaki pasien. Namun hasil yang dilaporkan masih belum dapat dikatakan maksimal, karena karakteristik material *EVA rubber* yang digunakan masih menghasilkan waktu pengerjaan yang lama berkisar 5 sampai 6 jam/kaki, kekasaran permukaan masih diatas 8 μ m, kemampuan proses *machining* dari material *EVA rubber* yang cukup rumit sehingga perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai material *EVA rubber* yang diusulkan oleh laboratorium *orthotic* PT. Sentra Rehabilitasi Jakarta. Material ini sangat cocok digunakan sebagai material *insole* namun tidak dapat dilakukan proses uji tarik. Kekerasan material ini berkisar antara 40 – 55 HRc. Oleh karena itu diperlukan adanya penelitian lanjutan tentang proses manufaktur secara *CAM* dan *CNC* pada material jenis baru ini.

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan pada keterbaharuan yang diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa optimasi manufaktur produk *insole* hanya dilakukan pada kondisi orang normal dan pasien diabetes dengan satu jenis material *EVA rubber foam* yang banyak ditemukan di pasaran, maka perlu diusulkan adanya penelitian tentang penggunaan material *EVA rubber* jenis lain yang diusulkan oleh PT. Sentra Rehabilitasi Jakarta sebagai faktor dalam penentuan parameter pemesinan yang optimal. Uji eksperimental dilakukan untuk mendapatkan respon data *surface*

roughness (Ra) pada permukaan *insole* yang dimanufaktur pada mesin CNC *Roland Modela MDX – 40R*.

1.3. Tujuan

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Mendapatkan kondisi parameter pemotongan permesinan yang optimum pada material X dan Y.
- b. Mendapatkan dan membandingkan produk *insole* yang optimal dengan material *EVA rubber foam* yang disarankan oleh PT. Sentra Rehabilitasi Jakarta berdasarkan kemampuan *machinability*.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan untuk membatasi ruang lingkup penelitian yang dilakukan, sehingga pembahasan menjadi lebih jelas. Batasan masalah yang ada pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin *CNC Roland Modela MDX – 40R* yang merupakan *Benchtop CNC Milling*.
- b. Alat potong (*Cutter*) yang digunakan di mesin pada proses pemesinan terbagi menjadi 2, yaitu *EndMill cutter* diameter 6 mm (*SECO JS413060D2SZ3.0 Ø6*6*22*) dan *BallNose cutter* diameter 6 mm (*SECO JS533060D1B.0Z3-NXT Ø6*12*57 D6 R3*).
- c. Kondisi pemotongan yang digunakan yaitu *dry collant* (proses pemesinan yang dilakukan tanpa menggunakan pendinginan), sebab mesin yang digunakan pada penelitian terbatas pada ketidakadaannya pendingin (*collant*) mesin.
- d. *Input data 3D CAD model insole* diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya merupakan pasien ke – 2 *deformities foot*.
- e. *3D CAD Insole* dengan format *.psmodel* dibuka dengan menggunakan *software PowerShape 2016*, kemudian dikonversi menjadi *.pmill*.
- f. Pembuatan strategi permesinan dan simulasi manufaktur menggunakan *software CAM PowerMill 2016*.
- g. *Software CAD PowerShape 2016* dan *software CAM PowerMill 2016* digunakan karena *software* ini merupakan *software* yang dipakai dalam proses perkuliahan peminatan *CAD / CAM* di Program Studi Teknik Industri.

- h. Data karakteristik material *EVA rubber* yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil riset tim *EVA rubber insole* yang sebelumnya telah melakukan riset pendahuluan.
- i. Material dalam penelitian ini adalah material impor X dan Y yang merupakan saran dari PT. Sentra Rehabilitasi Jakarta karena dianggap sebagai material yang memiliki sifat *machinability* lebih baik dari material *eva rubber* sebelumnya.
- j. Besar diameter *cutter* yang digunakan pada penelitian ini adalah 6 mm, baik pada *EndMill* untuk pengerjaan *roughing* maupun *BallNose* untuk pengerjaan *finishing*, karena *collet* terbesar yang dapat dipasang pada *spindle* mesin adalah 6mm.
- k. Proses pengukuran kekasaran permukaan hasil permesinan *CNC* sebagai *input* oleh data dengan menggunakan alat ukur kekasaran permukaan *Mahr MarSurf PS1*.
- l. Obyek kaki yang menjadi topik penelitian ini adalah kaki pasien ke – 2 dari hasil penelitian Anggoro dkk (2017b)