

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Sepatu menjadi kebutuhan primer bagi setiap orang untuk melakukan aktivitas sehari-hari seperti berjalan, berlari, dan melompat. Sepatu yang bagus adalah sepatu yang memberikan rasa nyaman dan aman ketika digunakan untuk bergerak. Sepatu digunakan sebagai alas kaki untuk melindungi kaki dari efek *eksternal* seperti benda berbahaya, zat berbahaya yang dapat membuat kaki tergores dan kotor. Sepatu yang sudah ada dan tersebar luas di pasaran sekarang ini hanya cocok digunakan bagi orang yang berkaki normal. Sementara itu, untuk orang berkaki tidak normal atau memiliki kelainan pada kaki akan merasa tidak nyaman ketika menggunakan sepatu yang dijual di pasaran karena tidak sesuai dengan bentuk profil kaki mereka.

Konsumen yang membutuhkan sepatu khusus di Indonesia sering merasa kesulitan menemukan sepatu yang cocok sebagai alas kaki. Hal ini terjadi karena pembuatan *insole* sepatu *orthotic* masih bersifat konvensional. Para pekerja di Industri (PT Central Rehabilitasi Jakarta dan CV Kuspito Kaki Palsu Surakarta) ini belum mampu memproduksi *insole* sepatu *orthotic* sesuai dengan bentuk profil kaki pasien. Hal ini menyebabkan beberapa pengguna sepatu *orthotic* mengalami keluhan terhadap kaki mereka akibat profil/bentuk kaki pasien tidak sama dengan kualitas profil/ bentuk *insole orthotic* yang di *machining*. Selain itu, kendala lain yang muncul adalah sering terjadi *trial and error* selama proses *machining foam box* menjadi *insole* berakibat pada membengkaknya waktu dan biaya produksi.

Banyaknya penelitian yang dilakukan oleh Cheung dan Zhang (2006), Pauk dan Ezerskiy (2011) serta Zhai dkk (2016) tentang *rubber* sebagai material *insole* sepatu *orthotic* masih sedikit atau jarang ditemukannya topik yang membahas tentang pengujian untuk mendapatkan karakteristik masing-masing material. Karakteristik yang dimaksud adalah nilai kekerasan, nilai tegangan, nilai regangan, nilai modulus elastisitas, dan nilai massa jenis. Nilai karakteristik tersebut nantinya akan berguna sebagai parameter awal untuk menentukan nilai konstanta yang akan diproses dalam analisis *Finite Element Methode (FEA)* dengan bantuan teknologi *Computer Aided Engineering (CAE)* dan untuk melihat

pengaruh mekanika kontak yang terjadi antara kaki dengan *insole*. Parameter ini juga dapat digunakan untuk menentukan kenyamanan dengan mempertimbangkan nilai kekerasan dari setiap spesimen.

Anggoro dan Bawono (2016) menyebutkan bahwa adanya lima jenis kelainan pada kaki, yaitu *Pronation*, *Plantar Fasciitis*, *High Arch*, *Flat Feet* dan Diabetes. Untuk memperbaiki fungsi kaki yang mengalami kelainan tersebut maka dibutuhkan *insole* sepatu *orthotic*. Kothari dkk (2016) menyebutkan bahwa anak-anak dengan postur kaki datar cenderung memiliki rasa sakit atau ketidaknyamanan pada lutut, pinggul dan punggung. Anak-anak berkaki datar terutama yang berusia tujuh tahun sampai lima belas tahun sangat membutuhkan koreksi (Pauk dan Ezerskiy, 2011). Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah penderita kelainan kaki membutuhkan *insole* sepatu *orthotic* yang mengikuti bentuk kaki mereka.

Ada tiga jenis sol sepatu, yaitu bagian bawah sepatu yang mengalami kontak langsung dengan permukaan tanah (*outsole*), bagian bawah sepatu yang menyatu dengan *outsole* yang memberikan kenyamanan pada telapak kaki saat beraktivitas (*middlesole*), serta bagian yang merupakan tempat dudukan kaki dan melekatkan bagian atas sepatu (*insole*). Bagian *insole* sepatu ini merupakan bagian yang mengalami kontak langsung dengan kaki manusia ketika melakukan segala jenis aktivitas. *Insole* merupakan salah satu bagian penting yang menentukan kenyamanan bagi pengguna saat mengenakan sepatu. Material *rubber* yang digunakan sebagai *insole* sepatu *orthotic* dalam industri manufaktur selama ini adalah *EVA (Ethylene-vinyl Acetate) rubber foam* (Kim dkk, 2004). Material ini banyak terdapat di pasaran karet Indonesia dengan karakteristik dan variasi yang berbeda-beda. Setiap jenis *EVA rubber foam* akan menghasilkan karakteristik yang berbeda-beda seperti nilai kekerasan, tegangan, regangan, modulus elastisitas dan massa jenis.

Indonesia merupakan negara produsen karet terbesar kedua di dunia. Indonesia memiliki potensi area lahan sebesar 3,6 juta hektar dan produksi sebesar 3,2 juta ton pada tahun 2015. Kekayaan alam tersebut menjadi sebuah potensi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat *insole* sepatu *orthotic*. *Rubber* terbagi menjadi beberapa jenis yaitu *isobutylene-isoprene rubber*, *chloroprene rubber*, *nitrile rubber*, *silicone rubber*, *polyurethane*, *natural rubber*, *ethylene propylene rubber* dan *polybutadiene* (Zhang, 2004).

Kesulitan yang dihadapi oleh produsen *insole* adalah banyaknya pasar material *EVA rubber foam* di Indonesia tidak mencantumkan nilai karakteristik resmi dari material *EVA rubber foam* dan selama ini sangat jarang terdapat penelitian tentang mekanika kontak antara *insole* dengan kaki pada beberapa pasien kelainan kaki yang menggunakan data hasil uji laboratorium. Data yang digunakan selama ini hanya berdasarkan data referensi.

Berdasarkan permasalahan yang sudah dijelaskan di atas, akan dilakukan penelitian mendalam terhadap empat jenis *EVA rubber foam* untuk mendapatkan nilai kekerasan, nilai tegangan, nilai regangan, nilai modulus elastisitas, dan nilai massa jenis. Nilai kekerasan diperoleh dengan melakukan pengujian kekerasan bahan menggunakan mesin *asker rubber hardness tester* seri CL15HW. Setiap jenis *EVA rubber foam* akan menghasilkan nilai kekerasan yang berbeda-beda. Semakin tinggi nilai kekerasan belum tentu cocok untuk dijadikan bahan *insole* sepatu *orthotic*. Nilai kekerasan ini berfungsi untuk melihat kekasaran permukaan *insole* sepatu dan kenyamanan pengguna ketika menginjakkan kaki di atas permukaan *insole* sepatu.

Tegangan dan regangan merupakan salah satu faktor penting dalam mendesain sebuah produk. Nilai tegangan dan regangan didapatkan dari pengujian uji tarik menggunakan *Universal Tensile Machine (UTM)* di PT Kyoda Mas Mulia. Nilai massa jenis setiap material didapatkan dari perhitungan massa dibagi volume. Sementara itu, nilai modulus elastisitas didapatkan dari perhitungan tegangan dibagi regangan. Modulus elastisitas dan massa jenis digunakan untuk simulasi tekanan atau pembebanan pada *insole* sepatu. Perbedaan nilai tersebut akan mempengaruhi besar kecilnya tingkat *displacement* pada *insole* ketika terjadi kontak fisik antara permukaan kaki pengguna dengan *insole* sepatu.

Berdasarkan kendala yang ditemukan di atas, maka perlu dilakukan pengujian untuk mendapatkan karakteristik setiap jenis *EVA rubber foam* yang paling sesuai untuk dijadikan bahan pembuat *insole* sepatu *orthotic*. *Output* pengujian ini diharapkan dapat digunakan sebagai parameter awal untuk melakukan analisis *FEA*, melihat pengaruh mekanika kontak yang terjadi antara kaki dengan *insole* saat diberikan beban dan desain *insole* yang bervariasi dan menentukan kenyamanan dengan mempertimbangkan nilai kekerasan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, rumusan masalah dari penelitian ini adalah belum didapatkan nilai karakteristik material *EVA rubber foam* yang sesuai dengan penderita kelainan kaki maka dibutuhkan uji laboratorium sesuai dengan standart *ASTM (American Standart Testing and Material)* sehingga nilai kekerasan, nilai tegangan, nilai regangan, nilai modulus elastisitas dan nilai massa jenis dari material *EVA rubber foam* yang ditetapkan dalam penelitian ini dapat diperoleh dan dipergunakan untuk penelitian lanjutan bagi tim riset *insole* sepatu *orthotic* di Program Studi Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

1.3. Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan uji laboratorium dan standart pengujian yang sesuai dengan spesimen *EVA rubber foam*.
- b. Mendapatkan dan menganalisis nilai karakteristik material berupa nilai kekerasan, nilai tegangan, nilai regangan, nilai modulus elastisitas dan nilai massa jenis dari masing-masing jenis *EVA rubber foam*.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah ini bertujuan untuk membatasi masalah agar sesuai dengan tujuan yang diharapkan dan pembahasan ruang lingkup menjadi jelas. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Penggunaan spesimen pada penelitian ini berjumlah empat spesimen berdasarkan ketersediaan spesimen di pasaran yang sering digunakan sebagai *insole* sepatu.
- b. Metode pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah *ASTM* karena menyesuaikan dengan infrastruktur yang tersedia di laboratorium bahan.
- c. Pengujian uji tarik menggunakan mesin *UTM* dengan pembacaan skala secara manual.
- d. Pengujian uji kekerasan dan massa jenis menggunakan mesin/ alat yang tersedia di laboratorium bahan UAJY.
- e. Diagram tegangan-regangan akan melibatkan tiga jenis material dari jurnal Cheung dan Zhang (2006) untuk perbandingan.