

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan perkebunan karet terluas di dunia, meskipun tanaman karet sendiri baru dikembangkan pada tahun 1864. Selama kurun waktu sekitar 150 tahun sejak dikembangkan pertama kalinya, luas areal perkebunan karet di Indonesia mencapai 3.262.291 hektar dan sekarang telah mencapai sekitar 34 juta hektar. Dari total areal perkebunan karet di Indonesia tersebut 84,5% diantaranya merupakan kebun milik rakyat, 8,4% milik swasta dan hanya 7,1% yang merupakan milik Negara dengan produksi karet per tahun mencapai 2,7 juta ton. Pada sektor industri karet tersebut, tenaga kerja yang diserap dan terkait langsung dengan industri kurang lebih sebanyak 2,1 juta orang, sementara untuk yang tidak terkait langsung menyerap tenaga kerja kurang lebih sebanyak 100 ribu orang. Dengan demikian hal tersebut merupakan peluang bagi industri karet nasional untuk terus berproduksi maksimal.

Berdasarkan besarnya potensi yang ada di atas maka penggunaan karet mengalami perkembangan pesat dalam berbagai hal terutama dalam industri manufaktur. Karet di industri manufaktur banyak sekali dipergunakan, seperti dalam pembuatan kabel, selang, ban mobil atau motor, sepatu, dll. Material karet yang paling banyak digunakan dalam industri masal adalah pembuatan sepatu pada bagian sol. Ada tiga jenis sole sepatu, yaitu bagian bawah sepatu yang mengalami kontak langsung dengan permukaan tanah (*outsole*), bagian bawah sepatu yang menyatu dengan *outsole* yang berfungsi untuk 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. Penggunaan kaki dalam aktivitas sehari-hari menanggung semua beban tubuh terutama pada telapak kaki baik dalam berjalan, berlari, melompat, dll. Hal ini lah yang dapat menyebabkan kelainan pada telapak kaki manusia sehingga menyebabkan ketidaknyamanan pada saat aktivitas menggunakan kaki. Menurut *Delcam Healthcare Solution* di tahun 2014 menjelaskan tentang adanya lima jenis kelainan pada kaki, yaitu *Pronation*, *Plantar Fasciitis*, *High Arch*, *Flat Feet* dan *Diabetes*. Untuk memperbaiki fungsi kaki yang mengalami kelainan maka digunakanlah insole sepatu orthotic.

*Insole sepatu orthotic* merupakan bagian dalam sepatu yang dirancang khusus untuk memperbaiki fungsi kaki yang mengalami kelainan. Kelainan pada kaki tersebut misalnya terlalu sering menggunakan sepatu *high hell*, penderita diabetes, geometri arch kaki rata, obesitas, kaki menyudut dan lain sebagainya. Perangkat ini digunakan untuk mengatasi keluhan ketidaknyamanan yang terjadi pada setiap orang ketika sedang melakukan aktivitas berjalan, berlari, melompat, dll.

Material *rubber* yang digunakan sebagai insole sepatu orthotic dalam industri manufaktur selama ini adalah *Ethylene Vinyl Acetate* (EVA). Material ini banyak terdapat di pasaran karet Indonesia dengan karakteristik yang berbeda dan bermacam-macam variasinya. Selama ini proses pengerjaan insole sepatu orthotic masih bersifat konvensional, dimana para pekerjaannya belum mampu memproduksi sol sepatu *orthotic* dengan bentuk profil yang rumit dan hanya menggunakan ukuran standar tanpa ukuran yang presisi. Yang menyebabkan pengguna sol sepatu mengalami keluhan terhadap kaki mereka akibat ketidakpresisian ukuran kaki dengan ukuran sol sepatu dan profil kaki yang dimiliki setiap manusia yang relatif berbeda. Dalam proses pembuatan sol sepatu *orthotic* memerlukan waktu yang relative lama, untuk itu lah diperlukan proses permesisan yang dapat mengatasi kekurangan dari mesin konvensional yaitu mesin *CNC*, sehingga nantinya dapat menghasilkan sol sepatu dengan kualitas terbaik dan memiliki ukuran yang presisi. Selain itu diperlukan juga pengujian karakteristik bahan dasar dari insol yaitu EVA *rubber*, pengujian dapat menggunakan beberapa metode yang telah banyak dikembangkan oleh para peneliti tentang bagaimana menganalisa karakteristik dari sebuah material. Salah satu metode yang populer digunakan untuk menganalisa masalah karakteristik material adalah Metode *Finite Element Analysis* (FEA). Metode *Finite Element Analysis* (FEA) adalah metode yang dapat digunakan untuk mensimulasikan perilaku dari sebuah material sehingga dapat mengetahui karakteristik dari material tersebut yang nantinya dapat mengurangi jumlah percobaan yang diperlukan Schreiber (2015).

Berdasarkan identifikasi permasalahan dan kendala yang muncul dalam proses pengerjaan insole sepatu orthotic berbahan EVA *rubber*, maka peneliti akan melakukan analisis finite elemen (FEA) pada proses tersebut. Proses ini dilakukan pada sebuah mesin *CNC Rolland Modela MDX 40R* menggunakan *cutter ballnose* yang dimodelkan sebagai indenter. Indenter ini nantinya akan

melakukan proses indentasi dengan pemberian beban yang bervariasi pada material EVA rubber. Pemberian beban yang bervariasi pada material EVA rubber akan menunjukkan adanya perilaku/fenomena yang terjadi pada material *rubber*. Fenomena ini dapat digambarkan menjadi kurva fungsi tegangan regangan (Surface Energy Function/SEF) dengan menggunakan perangkat lunak berbasis *Computer Aided Engineering (CAE)*. Salah satu perangkat lunak berbasis CAE yang dapat menyelesaikan kasus ini adalah perangkat lunak Abaqus 6.13.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan di atas, peneliti ingin mengidentifikasi dan meneliti sifat-sifat mekanis dari EVA *rubber* dalam pembuatan insole sepatu orthotic pada proses permesinan dengan flat indenter Ballnose HSS. Sehingga nantinya dapat dilakukan simulasi dengan metode *Finite Element Analysis (FEA)* dengan menggunakan software ABAQUS 6.13.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah:

- a. Memodelkan area tekan pada material EVA *rubber* terhadap *indenter* yang dibuat *rigid*.
- b. Mendapatkan kontur dan regangan maksimal terhadap kedalaman indentasi yang dihasilkan oleh tiap indenter saat dilakukan uji tekan terhadap insole sepatu orthotic yang berbahan EVA *rubber*.

### **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah ini bertujuan untuk membatasi masalah yang ada agar sesuai dengan tujuan dan ruang lingkup yang ingin dicapai. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Pemodelan elemen hingga menggunakan *software* ABAQUS.6.13.
- b. Jenis material *hyperelastic* yang digunakan adalah *Ethylene Vinyl Acetate (EVA)* karena paling banyak digunakan sebagai material pembuatan insole sepatu
- c. Material Nora SLW (Cheung dan Zhang) ditetapkan sebagai pembanding dalam penelitian ini agar pembuatan model indentasi pada material EVA *rubber* berada pada arah yang benar.

- d. Jenis indenter yang digunakan adalah *ballnose HSS* diameter 4 mm dan diameter 6 mm
- e. Material *hyperelastic* menggunakan *Strain Energy Function Mooney-Rivlin* , dengan nilai konstanta untuk material EVA adalah *Mass Density* = 0.99 ,  $C_{10}$  = 0.3044 ,  $C_{01}$  = 2.348 dan  $D_1$  = 3.65273 , sedangkan untuk material Nora SLW adalah *Mass Density* = 0.99 ,  $C_{10}$  = 0.2914 ,  $C_{01}$  = 2.884 dan  $D_1$  = 3.65273
- f. Material indenter menggunakan *Mass Density* = 7.81 , *Young's Modulus* = 205 , *Poisson's Ratio* = 0.32 , *Yield Stress* = 1000 , dan *Plastic Strain* = 0
- g. Variasi Pembebanan yang digunakan untuk ke dua material uji adalah 1 N sampai 10 N
- h. Variasi ketebalan pada material EVA dan NORA SLW yang digunakan adalah 5mm, 10mm, 15mm, 20mm, dan 30mm sesuai dengan ketebalan material yang ada di pasaran.