

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini terdapat alat dan bahan yang digunakan untuk mendukung pengolahan data, selain itu terdapat pula beberapa langkah yang dilalui penulis yaitu tahap pendahuluan, tahap pengambilan data, tahap pengolahan dan analisis data, tahap kesimpulan dan saran. *Flowchart* metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.

3.1. Alat dan Bahan

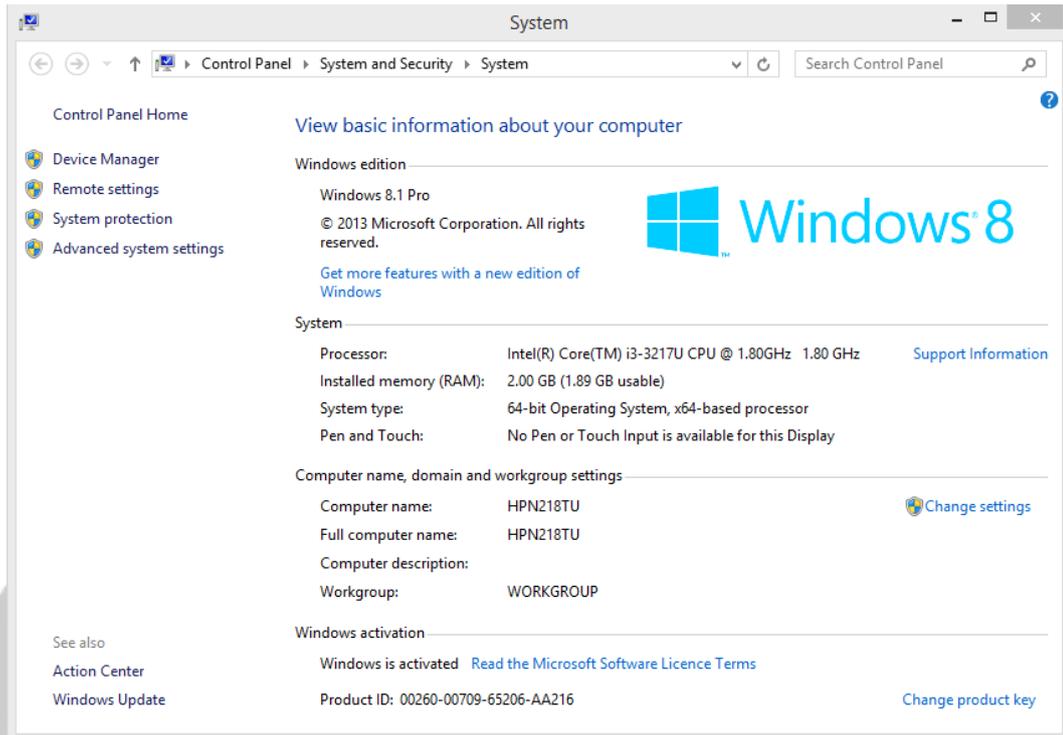
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. **Software MCalibration 4.2.0**

Software MCalibration adalah perangkat *plug in* yang dikembangkan oleh Veryst Engineering. Mcalibration digunakan untuk mengkalkulasi parameter dari berbagai macam model yang dimiliki oleh beberapa *software FEA* seperti PolyUMod, ABAQUS, ANSYS, COMSOL, LS-DYNA, MSC. Marc. Hasil model material yang telah dikalkulasi dapat di-*export* ke *software FEA* seperti ABAQUS dll. *Software* MCalibration ini didapatkan penulis berdasarkan usulan dari beberapa penulis lain di forum <https://polymerfem.com>. Polymerfem merupakan forum yang berisikan diskusi mengenai *finite element method* yang didalamnya terdapat topik mengenai model konstitutif polimer. Forum tersebut didirikan oleh Jorgen Bergstrom yang merupakan konsultan di bidang pemodelan, pengujian, dan analisis perilaku material, terutama material polimer. Ia bersama Boyce merupakan pengembang model konstitutif untuk material *hyperelastic* seperti karet dan jaringan tubuh. Jorgen juga merupakan pengajar untuk departemen *mechanical engineering* di Massachusetts Institute of Technology (MIT).

b. **Spesifikasi Laptop yang Dipasang Software MCalibration 4.2.0**

Spesifikasi laptop yang digunakan untuk melakukan penelitian dan telah diinstalasi dengan *software* MCalibration 4.2.0 dapat dilihat pada gambar 3.1

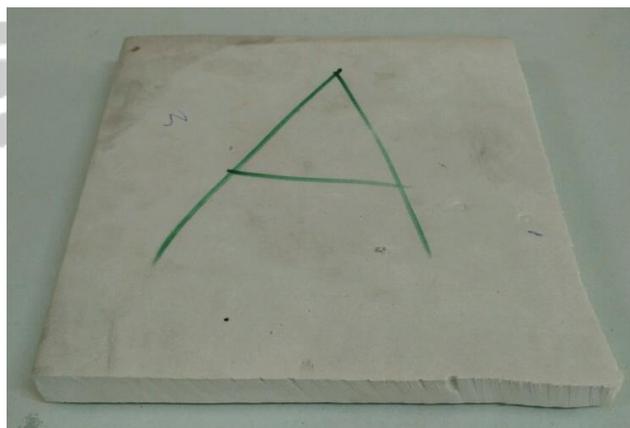


Gambar 3.1. Spesifikasi Komputer yang Dipasang Software MCalibration

- c. Microsoft Officer Excel 2013
- d. Microsoft Officer Word 2013
- e. *EVA rubber foam*

Material *EVA rubber foam* yang digunakan sebagai bahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- i. Spesimen A



Gambar 3.2. Spesimen A

Spesimen A merupakan material *EVA rubber foam* yang memiliki massa jenis 0,08 gr/cm³ dengan nilai kekerasan 24,6 melalui pengujian shore A. Spesiman A ini dapat meregang hingga 120%, dengan modulus elastisitas 1.04 MPa.

ii. Spesimen E



Gambar 3.3. Spesimen E

Spesimen E merupakan material *EVA rubber foam* yang memiliki massa jenis $0,18 \text{ gr/cm}^3$ dengan nilai kekerasan 42,3 melalui pengujian shore A. Spesimen A ini dapat meregang hingga 125%, dengan modulus elastisitas 1.53 MPa.

3.2. Metodologi Penelitian

Tahap – tahap penelitian yang dilakukan penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah tahap pendahuluan, tahap pengambilan data, tahap pengolahan dan analisis data, tahap kesimpulan dan saran.

3.2.1. Tahap Pendahuluan

Dalam tahap pendahuluan ini penulis mengidentifikasi permasalahan yang ada. Permasalahan yang diangkat oleh penulis sebagai tugas akhir ini adalah belum adanya model konstitutif yang dapat mendeskripsikan karakteristik material *EVA rubber foam*. Karakteristik material tersebut dibutuhkan sebagai inputan dalam optimasi desain *FEA*. Dengan dilakukannya optimasi, maka *trial and error* dapat dihindari sehingga dapat meminimalisir ongkos dan waktu produksi.

Studi pustaka yang dilakukan dalam penelitian ini adalah meninjau literatur mengenai *FEA*. *FEA* banyak dilakukan oleh penelitian lain untuk tujuan optimasi dan menghindari *trial and error*. Selain pustaka mengenai *FEA*, penulis juga meninjau pustaka mengenai model konstitutif. Terdapat berbagai macam model konstitutif yang digunakan untuk memecahkan masalah *non linear* pada material *hyperelastic*. Berbagai macam model tersebut memiliki pendekatan yang berbeda sehingga memberikan hasil akhir yang berbeda pula. Masing – masing model memiliki kelemahan dan kekurangan. Pustaka yang digunakan penulis didapatkan dari skripsi, tesis, jurnal yang diunduh secara *online*. Penulis juga meninjau

website luar maupun lokal yang memberi penjelasan mengenai teori yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

3.2.2. Tahap Pengumpulan Data

Data yang diperoleh untuk menentukan parameter *EVA rubber foam* berasal dari penelitian rekan satu tim penulis tentang penentuan nilai kekerasan, nilai tegangan dan regangan pada *EVA rubber foam* sebagai *orthotic insole shoe* (Sinaga, 2017). Data yang diambil dalam penelitian tersebut adalah data tegangan regangan kedua material *EVA rubber foam* yang dilakukan dengan uji tarik *uniaxial* dengan standar ASTM D412. Penelitian tersebut dilakukan oleh Sinaga di PT. Kyoda Mas Mulia.

3.2.3. Tahap Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis dilakukan untuk menemukan model konstitutif material. Analisis model tersebut dilakukan setelah mendapatkan data pengujian. Model konstitutif yang digunakan untuk analisis adalah model Ogden *foam*, atau disebut juga sebagai model *hyperfoam* pada *software* ABAQUS. Model konstitutif Ogden *foam* digunakan karena material yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis material *foam*. Berbeda dengan jenis elastomer lainnya seperti karet yang memiliki nilai kompresibilitas sangat kecil sehingga dimodelkan dengan model konstitutif *hyperelastic* seperti mooney rivlin, yeoh, ogden, dll, *foam* yang digunakan untuk pembuatan alas kaki ortosis sangat kompresibel, sehingga dibutuhkan fungsi energi lain untuk mendeskripsikan sifat material *foam* tersebut (Cheung & Zhang, 2006). Sifat material *foam* yang sangat kompresible tersebut ditunjukkan dengan besarnya nilai perubahan volumetrik (Berezvai, 2015). Hal tersebut didukung oleh beberapa penelitian lainnya mengenai *FEA* yang menganalisis parameter material *EVA rubber* dengan model Ogden *foam* (*hyperfoam*). Sridharan et al. (2015) yang meneliti mengenai *FEA* impact bola kriket terhadap lapisan *polycarbonate* dan *EVA* menggunakan model *hyperfoam* untuk mendeskripsikan perilaku material *EVA* yang dimilikinya, sementara Shariatmadari (2009) yang meneliti mengenai *FEA* interaksi pada alas kaki yang menggunakan *EVA foam* juga menggunakan model *hyperfoam* untuk mendeskripsikan perilaku material *EVA*. Shariatmadari menggunakan *software* ABAQUS untuk mendapatkan parameter material yang dibutuhkannya. Goske et al. (2006) juga menggunakan model *hyperfoam* untuk mendeskripsikan perilaku material Microcel Puff (*closed cell EVA foam*). Cheung

& Zhang (2006) menggunakan model *hyperfoam* untuk mendeskripsikan material Nora (*closed cell EVA foam*) dan Poron (*open cell polyurethane foam*).

Software yang digunakan untuk penelitian ini adalah MCalibration, *software* tersebut ditemukan melalui forum yang membahas mengenai *hyperleastic* model. MCalibration merupakan *software* yang digunakan untuk melakukan kalkulasi parameter material dari beberapa macam model yang terdapat di beberapa *software FEA* seperti ABAQUS, ANSYS, COMSOL, LS-DYNA, PolyUMod.

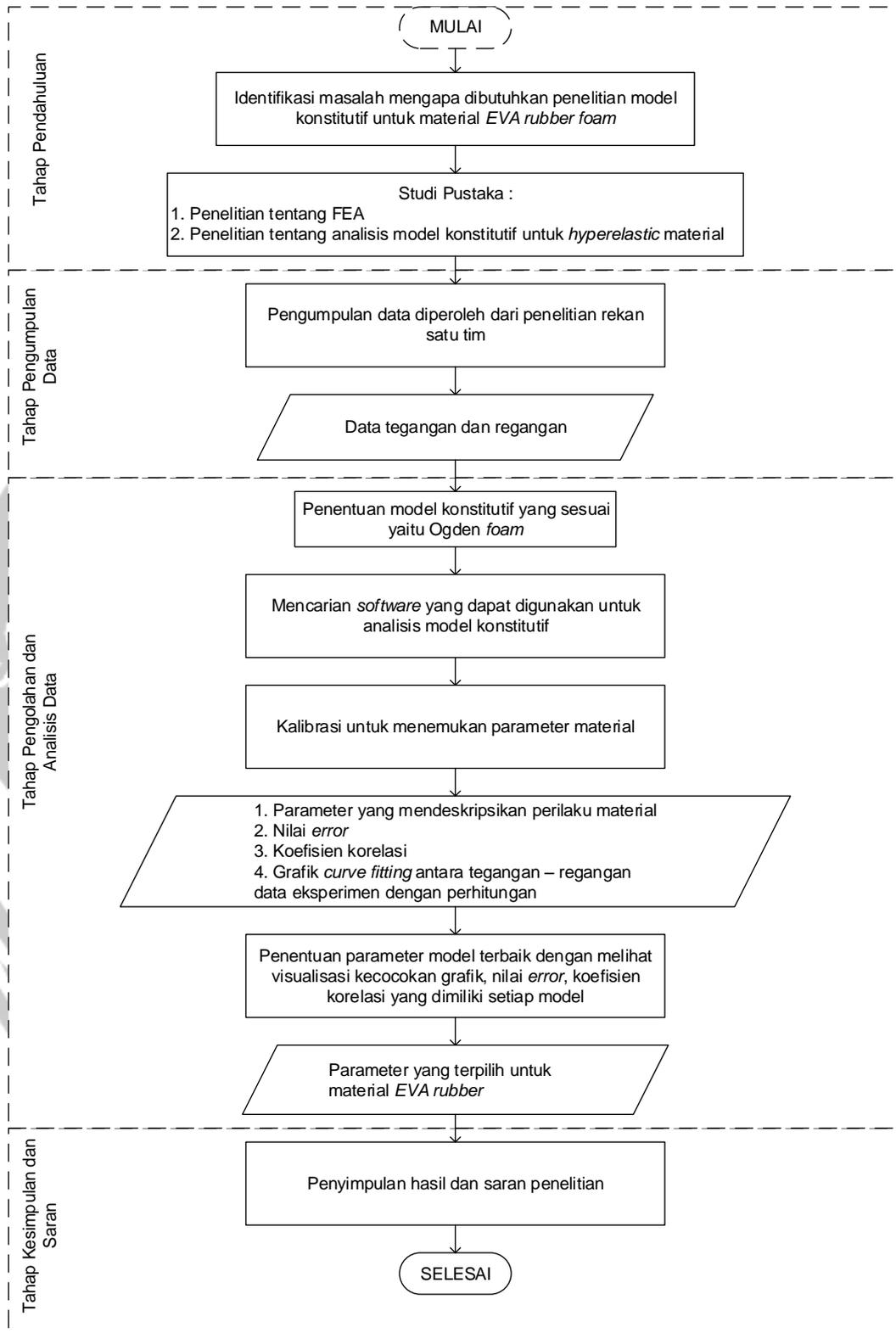
Kalibrasi yang dijalankan pada MCalibration menggunakan model *hyperfoam* dengan pendekatan *software* ABAQUS. Terdapat 6 parameter yang dikalibrasi melalui *software* ini yaitu μ_1 , μ_2 , α_1 , α_2 , β_1 , dan β_2 . *Error* yang digunakan untuk penelitian ini adalah *Normalized Mean Absolute Difference (NMAD)*.

Penentuan parameter terbaik dilihat dari kesesuaian visualisasi grafik antara data teoritis dan data eksperimen, nilai *error* terkecil, dan koefisien korelasi terbesar antara data teoritis dan data eksperimen

3.2.4. Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini penulis menetapkan kesimpulan yang didapatkan oleh penulis berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Kemudian peneliti juga akan memberikan saran yang berguna untuk penelitian selanjutnya.

Berikut diagram alir metodologi penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.4. Flowchart Metodologi Penelitian