

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Data Penelitian

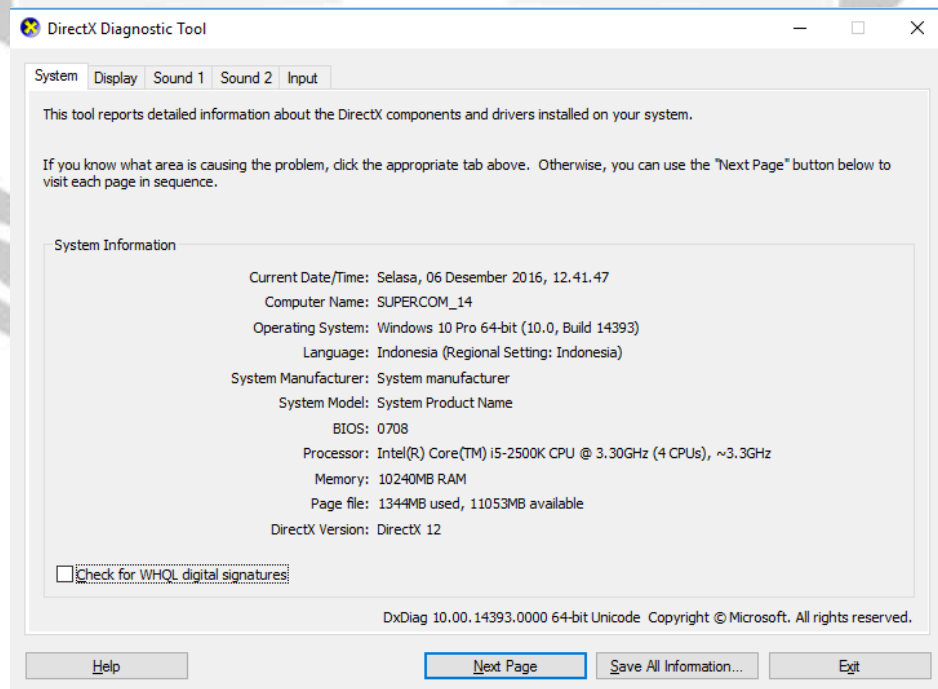
Dalam penelitian ini material *rubber* yang digunakan adalah *Ethylene Vinyl Acetate (EVA)* yang memiliki nilai massa jenis =  $138.3024 \text{ kg/m}^3$ , *Young's Modulus* =  $10.358 \text{ GPa}$ , dan *Poisson's Ratio* =  $0.49$ . Kaki hasil scan digunakan sebagai indenter untuk menekan *Eva Rubber* yang dikondisikan sehingga menyerupai proses penekanan kaki yang berjalan pada *insole*. Material *plantar Fascia* yang digunakan dalam penelitian memiliki massa jenis =  $937 \text{ kg/mm}^3$ , *Young's Modulus* =  $350 \text{ GPa}$ , dan *Poisson's Ratio* =  $0$

#### 3.2. Alat dan Bahan Penelitian

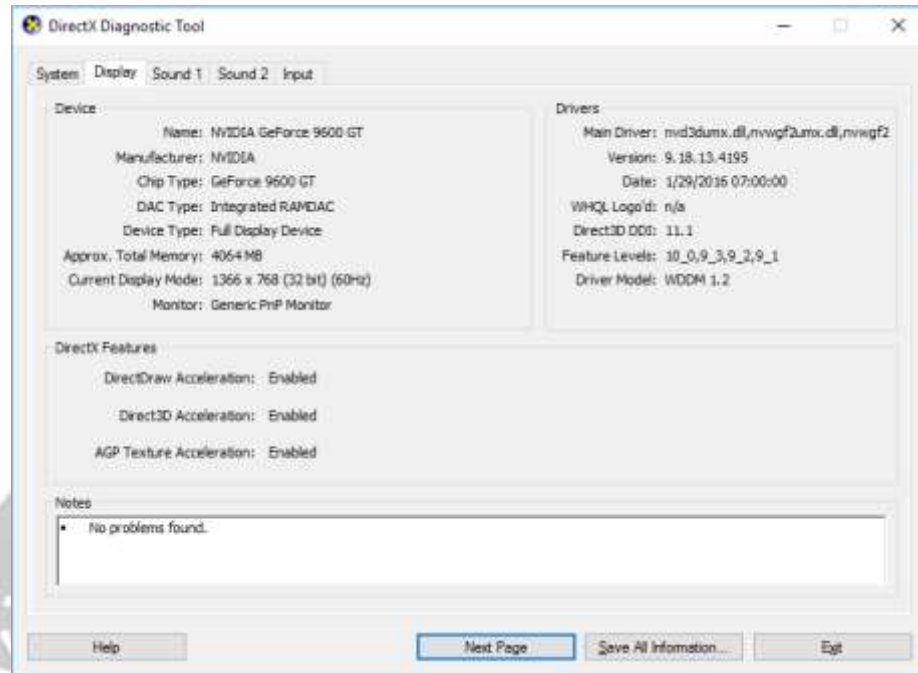
Alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian dalam penulisan ini, yaitu :

a. *Personal Computer (PC)* Laboratorium Proses Produksi UAJY

Spesifikasi PC di Laboratorium Proses Produksi Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang digunakan untuk melakukan penelitian dan telah diinstalasi dengan *software* Abaqus 6.13 dapat dilihat pada gambar 3.1 dan 3.2.

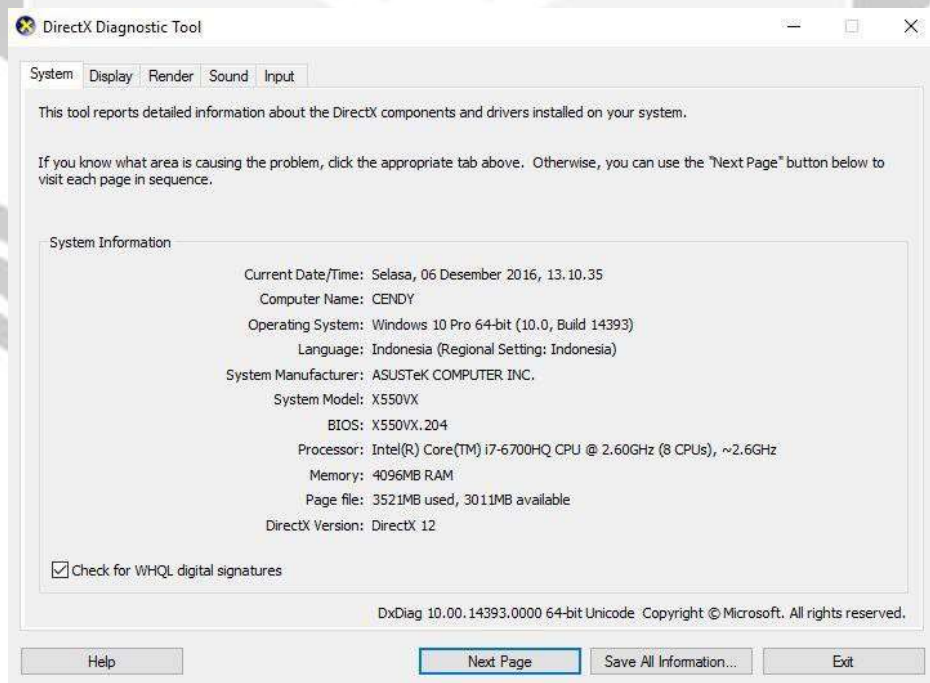


Gambar 3.1. Spesifikasi PC di Laboratorium Proses Produksi UAJY

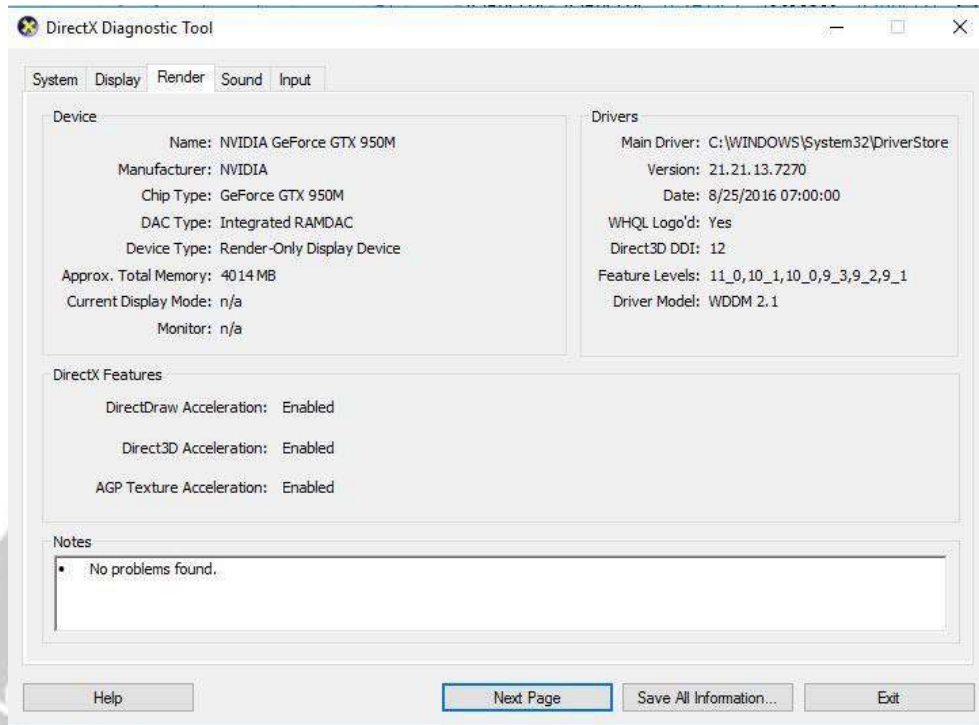


**Gambar 3.2. Spesifikasi Grafik PC di Laboratorium Proses Produksi UAJY**

- b. Spesifikasi laptop yang digunakan untuk melakukan penelitian dengan *software* Abaqus 6.13 dapat dilihat pada gambar 3.3 dan 3.4.



**Gambar 3.3. Spesifikasi Laptop yang diinstalasi *software* Abaqus 6.13**

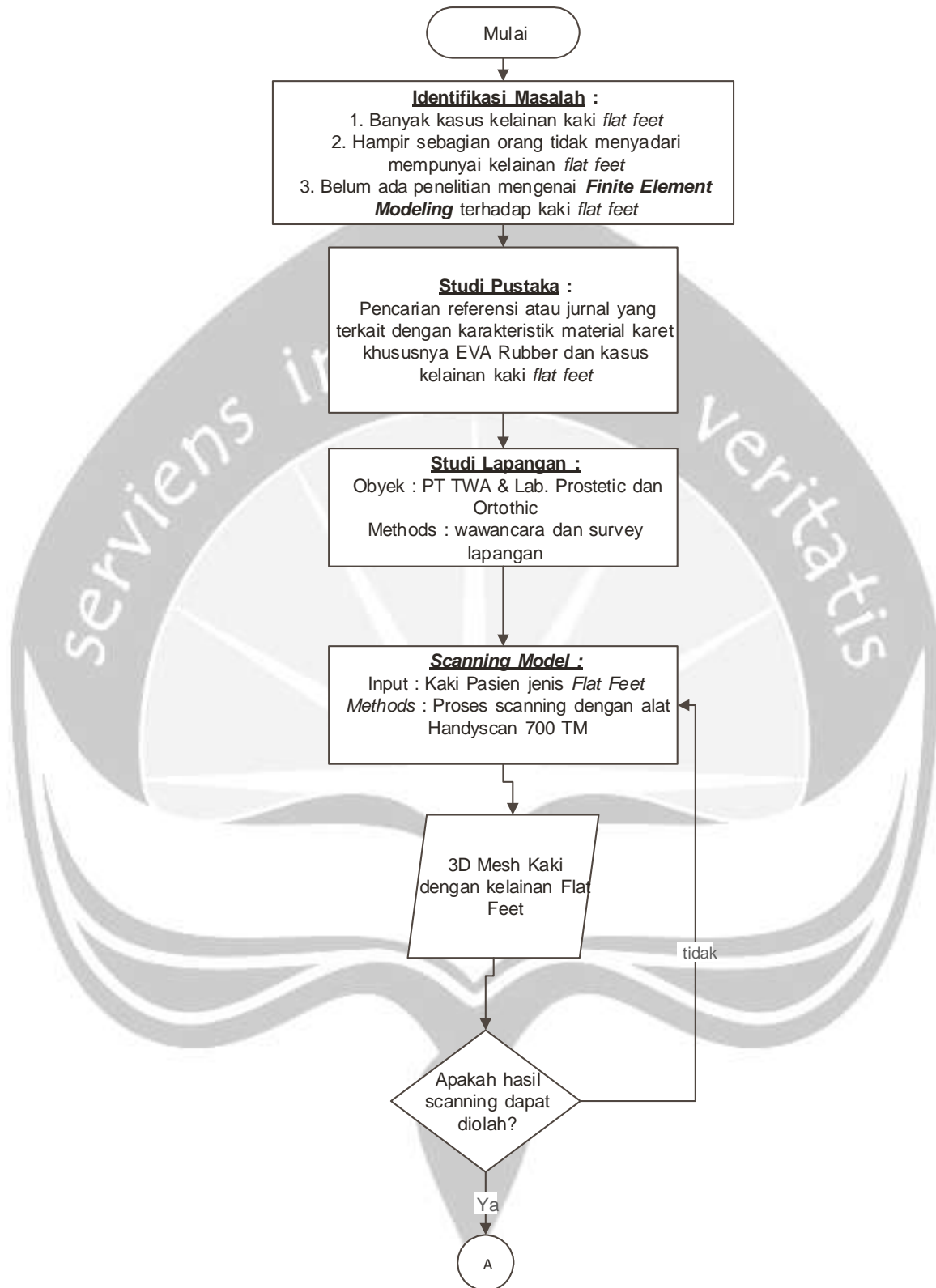


**Gambar 3.4. Spesifikasi Grafik Laptop yang diinstalasi software Abaqus 6.13**

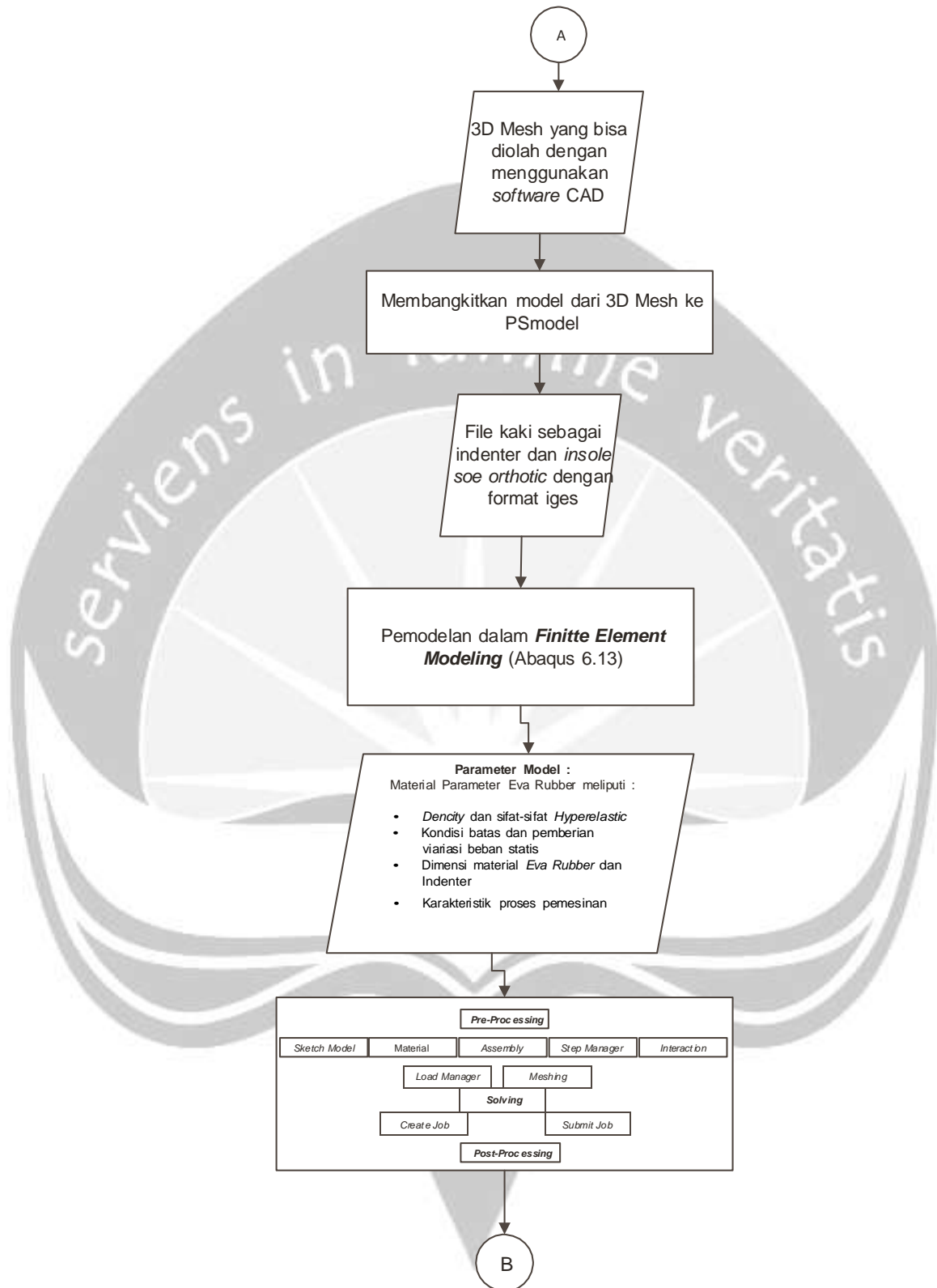
- c. Software Abaqus 6.13.
- d. Microsoft Office Excel 2016
- e. Microsoft Office Word 2016

### **3.3. Metodologi Penelitian**

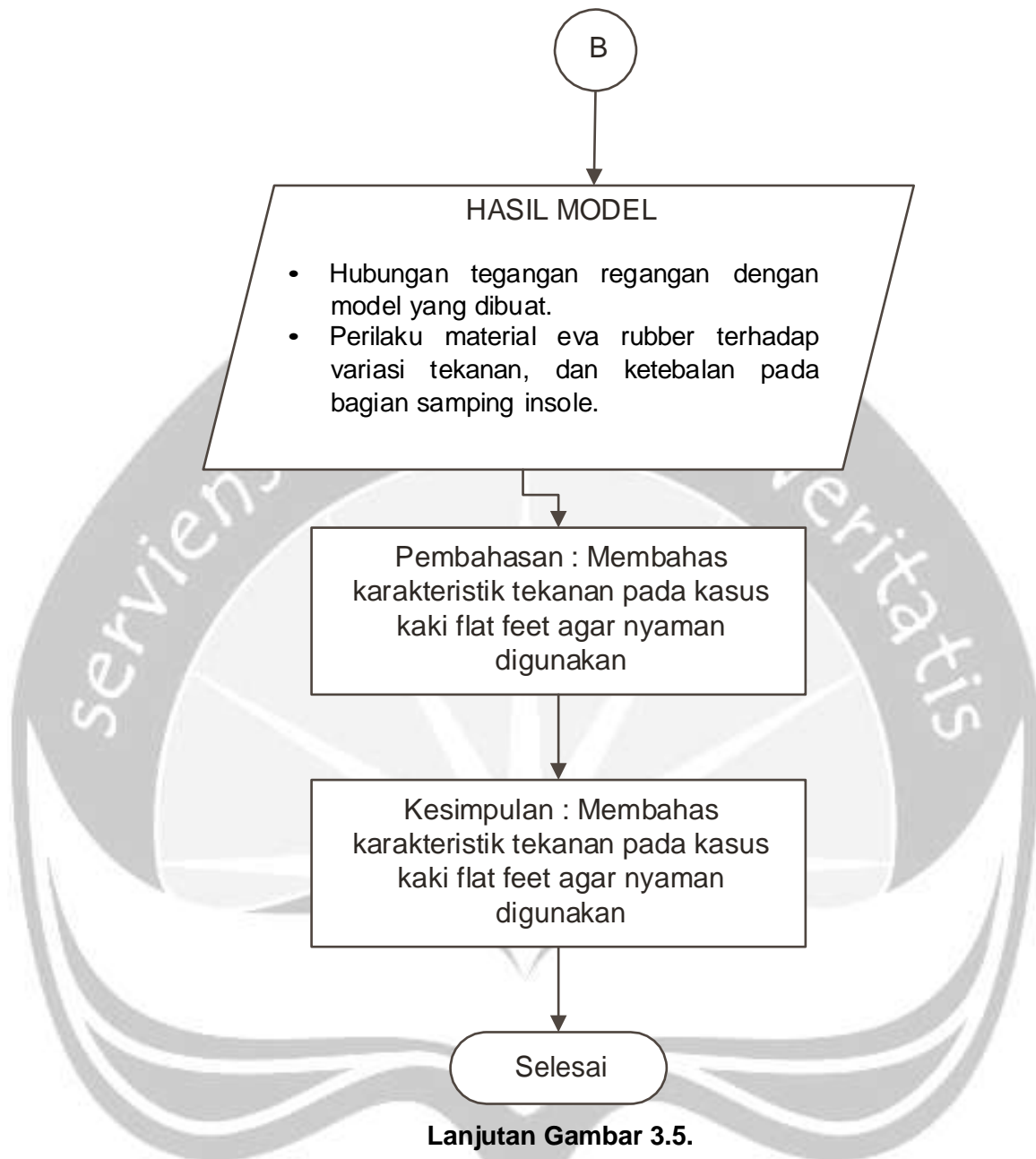
Tahap - tahap penelitian yang dilakukan dalam rangka penyusunan penulisan ini adalah identifikasi masalah, studi pustaka, pengembangan model, analisis, dan pembahasan. *Flowchart* metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.5. Flowchart Metodologi Penelitian**



Lanjutan Gambar 3.5.



### 3.4. Identifikasi Masalah

Penelitian dilakukan didasarkan pada suatu masalah yang terjadi pada kelainan kaki *flat foot*. Kasus tersebut merupakan kelainan yang terkadang juga tidak disadari oleh penderita. Penderita pada kasus tersebut sering mengalami kesakitan atau ketidaknyamanan bila berdiri dalam jangka waktu yang lama menggunakan *insole* biasa. Pada penderita penyakit tersebut belum ada alat bantu (*insole shoe*) yang dapat menangani masalah kelainan kaki tersebut. Sampai saat ini belum ada penelitian mengenai pemilihan model *insole shoe orthotic*, oleh sebab itu untuk mengetahui karakteristik dari *insole shoe flat foot*

terhadap kaki penderita dilakukanlah FEA. Hasil pemilihan *insole* juga dibutuhkan sehingga dapat diketahui desain atau bentuk yang optimal dari proses tekanan kaki sebagai indenter terhadap EVA *Rubber*.

### **3.5. Studi Pustaka**

Studi pustaka dilakukan dengan mengkaji beberapa informasi berdasarkan jurnal - jurnal penelitian, buku referensi, dan laporan tugas akhir yang berkaitan dengan *orthotic shoe*, *foot deformities* seputar diabetes dan *flat feet*, proses *scanning*, *reverse engineering*, dan *reverse-innovative design*. Studi pustaka juga dilakukan pada beberapa penelitian terdahulu dan tugas akhir mahasiswa untuk mendapatkan referensi yang sesuai dalam pemecahan masalah. Jurnal dan buku diperoleh dari website [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com), dan lainnya. Tugas akhir mahasiswa yang digunakan sebagai referensi antara lain Analisis Finite Elemen Pada Aplikasi Insole Sepatu *Orthotic* oleh Fransiskus Andre Cahya (2016).

### **3.6. Proses Scanning**

Pada proses pengambilan data menggunakan bantuan alat yaitu *3D scan* dengan model Handy Scan 700. Data yang diambil pada penelitian yang dilakukan adalah bentuk kaki pada penderita kelainan kaki. Proses *scanning* dilakukan dengan meminta bantuan PT Tirtasama Wisesa Abadi karena Laboratorium Proses Produksi belum memiliki alat *scan* tersebut sehingga didapatkan hasil *scan* kaki pasien *flat foot*. Hasil dari proses pengambilan data yang dilakukan adalah *surface mesh* yang terdiri dari *point cloud* hasil dari alat yang digunakan.

### **3.7. Analisis Hasil Scan**

Pada proses analisis yang dilakukan dibutuhkan bantuan *software* analisis yang dapat mereduksi kecacatan pada hasil *scan*. *Software* yang digunakan pada proses analisis ini adalah *Netfabb*, merupakan *software* optimasi yang membantu dalam optimasi desain dan perbaikan data otomatis. Pada *software* ini dapat membantu dalam mengurangi cacat pada hasil *scan* yang digunakan seperti *mesh* berlubang, *mesh* bertumpuk dan *mesh* yang tidak diperlukan. Namun setelah melalui *software* ini tidak dapat dipastikan bahwa model telah sempurna dan seringkali masih memiliki cacat sehingga diperlukan langkah perbaikan secara manual dengan bantuan *software* CAD yang digunakan yaitu

PowerShape dengan bantuan fitur *mesh editing* sehingga dapat mengurangi cacat yang masih tersisa.

### 3.8. Pembangkitan Model *Solid*

Setelah dilakukan analisis model hasil proses *scan*, file kaki tersebut dilakukan proses *reverse engineering* menggunakan *software* PowerShape sehingga *file* yang sebelumnya adalah *triangle mesh* diubah kedalam bentuk *solid*. *File solid* yang sudah jadi berupa bentuk *insole shoe orthotic* untuk kasus *flat foot* dan kaki *flat foot* dalam bentuk 3 dimensi. *File* yang sudah dibangkitkan tersebut diekspor ke *file* *iges* agar model dapat dibaca pada *software* Abaqus 6.13.

### 3.9. Parameter Model

Parameter model adalah unsur numerik yang merupakan acuan yang dapat menjelaskan batasan atau bagian tertentu dari suatu model. Pada model ini parameter *material* yang diberikan pada *insole* adalah massa jenis dan *elastic* dengan nilai konstanta tergantung dari parameter *type material rubber* yang akan disimulasikan. Pada model *Insole* terdapat tiga material *Eva Rubber* yang akan disimulasikan. Nilai tersebut didapat dari penelitian Arum dan Muti (2017).

**Tabel 3.1. Nilai Konstanta Untuk Parameter Model**

Material	Modulus Young	Poisson Ratio
Plantar Fascia	350	0
Eva Rubber A	9.4	0.49
Eva Rubber D	14.64	0.49
Eva Rubber E	10.35858586	0.49

### 3.10. Pemodelan dalam FEA dengan *Software* Abaqus 6.13

Pemodelan menggunakan *software* Abaqus 6.13 bertujuan untuk melakukan pemodelan yang nantinya akan disimulasikan mengenai kontak *flat foot* terhadap *insole shoe orthotic* kasus *flat foot* sehingga nantinya dapat digunakan untuk mendapatkan model yang optimal.



### 3.10.1. Pre-Processing

#### a. Export Model

Perbedaan *developer* antara *software* CAD Delcam PowerShape dengan *software* FEA Abaqus mengakibatkan *output file* dari PowerShape tidak kompatibel untuk dijadikan *input* dalam Abaqus. Hal tersebut mengakibatkan model kaki pasien *Flat Feet* dan *Insole Shoe Orthotic* harus di-export ke dalam *file* berekstensi (.iges).

#### b. Import Model to Abaqus

*Input* dalam *software* Abaqus haruslah berupa suatu model *solid* (pejal). Hasil *output* dari PowerShape yang telah di-export kemudian harus di-import dalam *software* Abaqus untuk dapat diproses.

#### c. Material

*Software* Abaqus memiliki beberapa modul, salah satunya adalah modul material. Modul ini digunakan ketika pengguna akan memberikan karakteristik material tertentu (*Material Properties*) pada model yang sudah dibuat. Penulis memberikan atribut pada setiap material berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan sebelumnya.

#### d. Assembly

Modul *Assembly* digunakan untuk menyusun seluruh *part* atau model yang telah dibuat menjadi satu, meletakkannya secara terstruktur sehingga dapat dilakukan proses simulasi nantinya. Terdapat dua *part* pada penelitian ini, yaitu *Indenter* kaki pasien *Flat Feet* dan *Insole Shoe Orthotic* sebagai media uji yang akan diberi tekanan. Penyusunan kedua komponen ini diidentikkan dengan posisi kaki seseorang ketika mengenakan sepatu dan menginjak alas kaki, telapak kaki berada di atas dan *Insole* berada di bawah.

#### e. Define the Step

Modul *Step* bertujuan untuk mendefinisikan tahapan - tahapan yang akan terjadi selama proses simulasi. Tahapan yang dimaksud dapat diidentikkan dengan sebuah gelombang, modul ini mengatur tinggi - rendahnya suatu gelombang dan periodenya. Tinggi - rendahnya gelombang yang dimaksud dalam modul ini adalah menentukan jenis pembebanan yang akan dilakukan, misalnya

pembebanan statis atau dinamis, atau perlakuan *heat treatment* dan lain sebagainya. Didefinisikan pula periode waktu simulasi yang akan dilakukan.

f. *Interaction*

Modul ini berfungsi untuk menentukan interaksi yang terjadi antara dua atau lebih komponen dan batasan - batasan yang diberikan. Interaksi yang terjadi pada penelitian ini adalah kontak permukaan antara telapak kaki pasien *flat feet* dengan permukaan sisi dalam *Insole Shoe Orthotic*. *Indenter* yang digunakan dibuat *Rigid Body* untuk menunjukkan bahwa *Indenter* seolah bersifat kaku sehingga tidak disertakan dalam analisis dan tidak terdeformasi karena adanya *load* yang diberikan, sehingga tidak dapat diketahui nilai tekan yang terjadi pada *Indenter*.

g. *Load*

Modul *Load* bertujuan untuk mendefinisikan jenis pembebanan yang diberikan pada suatu model atau komponen. *Insole Shoe Orthotic* diberi tekanan berupa *Body Force*, yang mana tidak memiliki titik berat yang spesifik sehingga arah pembebanan segaris dengan sumbu yang dikehendaki. Arah pembebanan yang diberikan adalah menuju ke arah sumbu Z negatif dengan variasi beban yang sudah ditentukan.

h. *Meshing*

*Meshing* merupakan proses membagi suatu komponen menjadi elemen - elemen yang lebih kecil. Pembagian ini ditentukan berdasarkan *Global Seeds*. *Seeds* memiliki peran sebagai titik - titik yang membagi keseluruhan permukaan ke dalam beberapa permukaan yang lebih kecil dengan bentuk tertentu. *Meshing* dilakukan karena merupakan salah satu sarana *numerical solutions* untuk menyelesaikan persamaan diferensial dalam *finite element methods*.

Penelitian ini menggunakan model 3 dimensi, maka *mesh* yang terbentuk juga merupakan *Three-dimensional Mesh*. Bentuk *mesh* yang difasilitasi oleh *software* Abaqus adalah bentuk *Hexahedron*, *Hexahedron-Dominated*, *Tetrahedron*, dan *Wedge*. Jenis *mesh Hexahedron* memiliki topologi berbentuk kubus atau balok. *Mesh* jenis ini sangat sulit untuk dibentuk terutama pada model - model yang memiliki kerumitan geometri yang tinggi, karena sifat *Hexahedron mesh* yang sangat kaku (R. Schneiders, 2011). Jenis *mesh Tetrahedron* memiliki topologi

seperti limas segitiga, dimana ia memiliki empat buah sisi berbentuk segitiga dengan empat buah sudut. Modul ini berperan sangat penting dalam proses analisis, sebab hasil analisis berupa spektrum warna yang merupakan area tekan akan muncul setelah semua komponen ter-*meshing* dengan baik.

### **3.11. Kesimpulan**

Pada bagian ini akan menarik kesimpulan dari keseluruhan proses yang dilakukan dan hasil yang didapat sehingga diketahui penyelesaian masalah yang telah dilakukan serta menjawab tujuan dari penelitian yang dilakukan.

