

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Data Penelitian

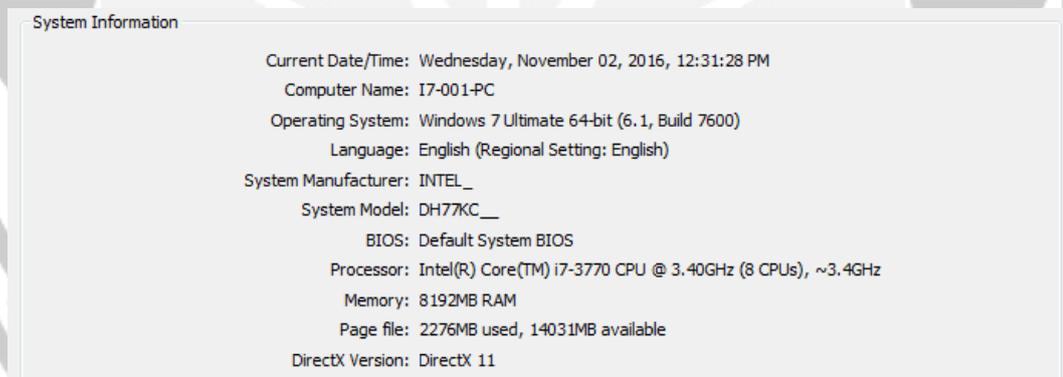
Material *elastic* dengan jenis *Ethylene-Vinyl Acetate (EVA) Rubber Foam* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki nilai massa jenis = 200 kg / m^3 , *Young's Modulus* = 0.0018 GPa dan *Poisson's Ratio* = 0.49 . Material *Plantar Fascia* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki massa jenis = 937 kg/m^3 , *Young's Modulus* = 0.35 GPa .

3.2. Alat Bantu dan Mesin Penelitian

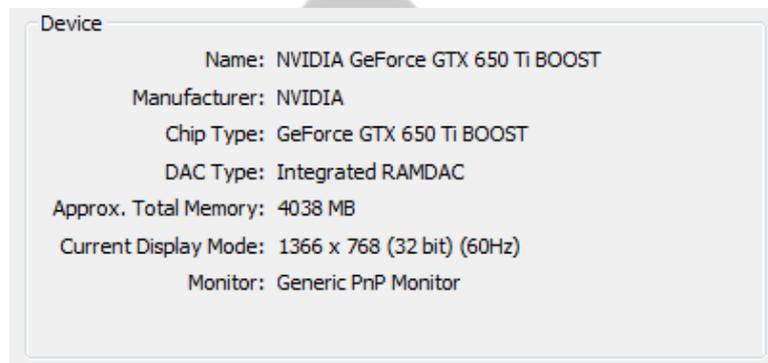
Alat bantu dan mesin penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. *Personal Computer (PC)* Laboratorium Proses Produksi Fakultas Teknologi Industri UAJY

Berikut ini adalah spesifikasi PC yang diinstalasi dengan *software* Abaqus.



Gambar 3.1. Spesifikasi PC yang Digunakan



Gambar 3.2. Spesifikasi Grafis PC yang Digunakan

- b. *Software* Abaqus seri 6.13.
- c. Microsoft Excel 2007

3.3. Identifikasi Masalah

Masalah yang muncul pada penelitian ini bermula dari pasien yang mengidap penyakit *Diabetes*. Penyakit ini mengakibatkan penderitanya mengalami perubahan struktur telapak kaki mereka (*Deformities*). *Deformities* pada telapak kaki ini mengakibatkan para pasien *Diabetes* tidak dapat menggunakan sepatu yang diproduksi oleh industri sepatu biasa. Apabila pasien yang telah mengalami *Deformities* ini memaksakan untuk terus menggunakan sepatu yang biasa mereka gunakan, maka hal tersebut justru akan semakin memperparah keadaan struktur telapak kaki mereka. Negara Indonesia memiliki grafik pertumbuhan pasien *Diabetes* yang terus meningkat dari tahun ke tahun, sedangkan industri sepatu di Indonesia belum ada yang bergerak dalam bidang industri sepatu *Orthotic*. Hal tersebut dikarenakan masyarakat Indonesia tidak mengetahui pentingnya sepatu *Orthotic* bagi kesehatan mereka. Perlu diadakannya suatu penelitian mengenai *Finite Element Analysis* untuk *Diabetes Insole Shoe Orthotic* agar menjadi suatu pemicu awal untuk munculnya industri sepatu yang bergerak dalam bidang *Shoe Orthotics*.

3.4. Studi Pustaka

Penulis melakukan studi pustaka dengan melalui beberapa tahap, yaitu pencarian pustaka, membaca, memahami pustaka, dan seleksi pustaka yang akan digunakan. Pencarian pustaka dilakukan baik secara *online* maupun *offline*. Pustaka yang digunakan penulis berupa jurnal ilmiah, buku, laporan Tugas Akhir, dan artikel yang berhubungan dengan penelitian ini. Setelah itu, penulis membaca dan memahami pustaka yang didapatkan dan melakukan seleksi pustaka. Seleksi ini dimaksudkan agar pustaka yang dipakai sesuai dengan topik yang akan dibahas di dalam penelitian ini.

3.5. Proses Pengumpulan Data

Penulis melakukan pengumpulan data dengan bantuan beberapa pihak yang terkait dengan penelitian ini. Data *scan* kaki pasien diabetes didapatkan dengan mesin *3D Scanner HandySCAN*, karena Laboratorium Proses Produksi belum memiliki alat tersebut maka peneliti meminta bantuan kepada PT. Tirtamarta

Wisesa Abadi melalui bapak P. Wisnu Anggoro, S.T., M.T. selaku pembimbing untuk meminjam alat tersebut sehingga peneliti mendapatkan hasil *scan* kaki pasien diabetes dalam bentuk file *Stereolithography* (.stl).

File Stereolithography tersebut kemudian di-*import* dalam *software* PowerShape yang kemudian menjadi bentuk *mesh* yang akan diproses CAD dengan metode *Reverse Engineering*. Metode ini mengubah bentuk *mesh* menjadi bentuk *solid* dalam PowerShape. Bentuk *solid* kaki pasien *Diabetes* ini kemudian menjadi dasar untuk membangkitkan bentuk *Insole* sehingga menyesuaikan bentuk kaki pasien. Jarak renggang (*gap*) diberikan setelah membangkitkan bentuk *Insole* yang sesuai. Bentuk kaki pasien *Diabetes* dan *Insole* tersebut kemudian di-*export* ke dalam file berekstensi (.iges) agar dapat diproses dalam *software* Abaqus, karena *software* tersebut tidak *support* dengan PowerShape dan keduanya berbeda *developer*.

3.6. Pembuatan Model Simulasi

Pemodelan menggunakan *software* Abaqus dalam penelitian ini bertujuan untuk melakukan simulasi pembebanan yang dilakukan oleh *Indenter* berupa telapak kaki pasien *Diabetes* terhadap *Insole Shoe Orthotic* sebagai medianya.

3.7. Pre-Processing

3.7.1. 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 *Diabetes* dan *Insole Shoe Orthotic* harus di-*export* ke dalam *file* berekstensi (.iges).

3.7.2. Import Model to FEA

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.

3.7.3. 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.

3.7.4. 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 *Diabetes* 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.

3.7.5. 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.

3.7.6. 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 *Diabetes* 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*.

3.7.7. 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.

3.7.8. 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, 1994). Jenis *mesh Tetrahedron* memiliki topologi seperti limas segitiga, di mana 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.

3.8. Pembahasan

Pembahasan yang dilakukan meliputi bagaimana proses pemodelan dan simulasi berjalan, kegunaan dari seluruh modul yang ada, menganalisis seluruh *output* yang keluar dari setiap proses, dan membandingkan antara hasil satu simulasi dengan simulasi yang lainnya karena dalam penelitian ini dilakukan lebih dari satu simulasi. Hasil simulasi antara *Insole Shoe Orthotic* yang telah dibuat dengan sekian banyak variasi akan menghasilkan nilai tegangan dan tekanan yang berbeda. Nilai-nilai ini akan dibandingkan untuk mencari nilai yang paling optimal dari seluruh model yang telah dibuat.

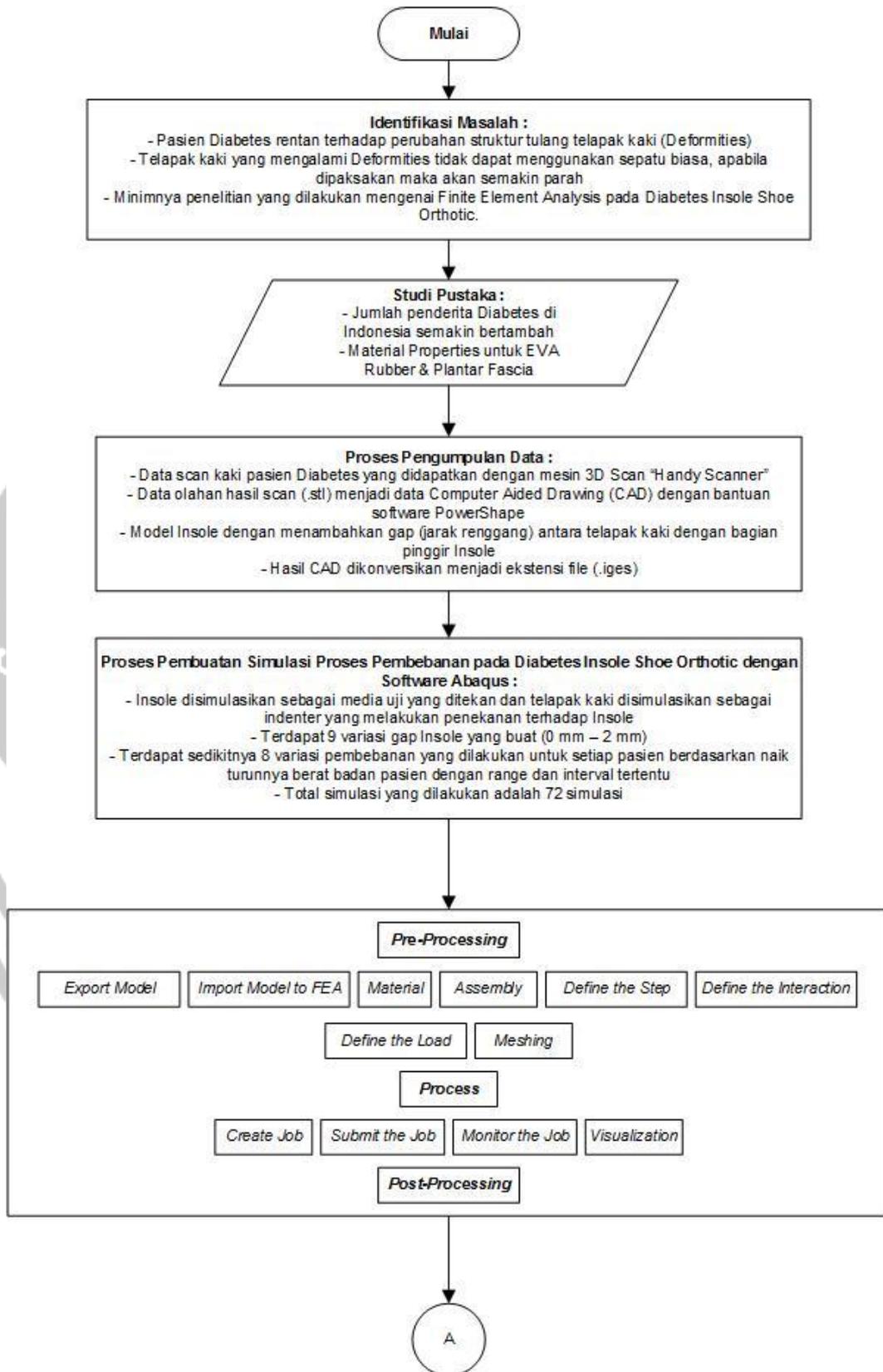
3.9. Kesimpulan

Penulis menarik kesimpulan berdasarkan pengolahan data dan hasil perbandingan yang telah dilakukan. Tahap kesimpulan ini merupakan tahap di mana diketahui korelasi antara *gap* toleransi setiap *insole* yang dibuat, besar kecilnya beban yang diberikan dengan tegangan dan tegangan yang muncul dari setiap beban yang diberikan.

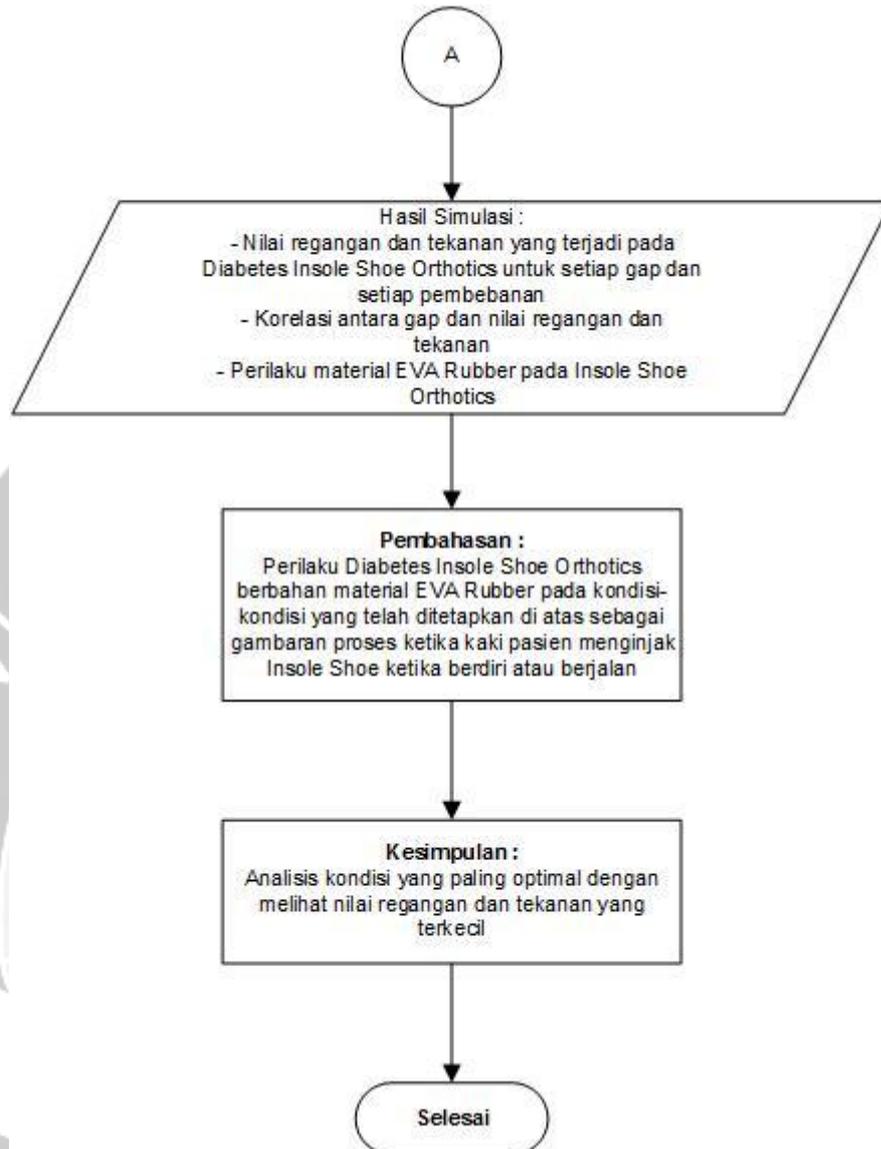
3.10. Alur Tahapan Penelitian

Tahap-tahap penelitian yang dilakukan penulis dalam rangka penyusunan laporan Tugas Akhir ini dapat dilihat pada *flowchart* metodologi penelitian pada gambar di bawah ini.





Gambar 3.3. Flowchart Tahapan Penelitian



Gambar 3.4. Flowchart Tahapan Penelitian (Lanjutan)