

BAB 3

Metodologi Penelitian

Penelitian yang baik didukung metodologi yang baik selain latar belakang dan penjelasan mengenai pentingnya masalah yang diteliti. Penelitian dilakukan secara benar dan cermat dengan memuat variabel-variabel dan kaitan antar variabel yang menjadi perhatian peneliti. Hasil dari penelitian diharapkan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan dan dapat mengatasi permasalahan yang dihadapi baik secara konseptual maupun operasional.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan parameter proses injeksi plastik yang paling berpengaruh untuk menghasilkan produk *Base Plate* dengan *shrinkage* seminimal mungkin tetapi mendapatkan hasil yang optimal yaitu produk yang berkualitas. *Tools* yang digunakan adalah *observasi*, *brainstorming*, kuisisioner dan simulasi dengan *software* untuk mencari akar permasalahan dan sebagai sumber data serta atribut dalam penelitian ini. Urutan proses penelitian dibagi dalam tahapan metodologi penelitian sebagai berikut:

3.1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan awal dalam proses penelitian. Masalah yang teridentifikasi secara jelas akan membantu penelitian untuk mempunyai tujuan yang jelas. Walaupun penelitian tidak memberikan jawaban langsung terhadap permasalahan, akan tetapi hasilnya harus mempunyai kontribusi dalam usaha pemecahan masalah. Dalam tahap ini akan dibagi menjadi 2, yaitu:

a. Studi Lapangan

Studi lapangan adalah proses yang dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data dari lapangan untuk mendukung penelitian. Penulis melakukan studi lapangan di Pusat Unggulan Teknologi Plastik (PUTP) dan *Work Injection (WI)* ATMI Surakarta. Dari lapangan diketahui permasalahan yang terjadi ketika setting dan trial mold baru di mesin injeksi plastik. WI ATMI Surakarta sebagai jasa proses injeksi plastik menerima desain *atau mold* dari *customer* maupun dari *tool making* tanpa disertai data dan parameter proses yang jelas. *Customer* hanya memberi *requiment list* produk yang harus dihasilkan pada proses injeksi sehingga produk yang cacat ditanggung oleh ATMI Surakarta. Oleh karena itu dibutuhkan data parameter proses untuk

setting yang cepat dan akurat ketika proses *trial mold* sesuai dengan material yang dipakai.

Data yang dikumpulkan dari studi lapangan adalah data cacat yang terjadi pada proses injeksi plastik, data produk yang akan diproses injeksi plastik, data *mold baru*, dan kondisi mesin injeksi yang akan dipakai. Data penunjang lainnya seperti data material dan permintaan pelanggan menjadi tambahan untuk mendapatkan kualitas sesuai spesifikasi. Dan nantinya data hasil analisa digunakan untuk verifikasi hasil pada *moldflow*.

b. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan proses pencarian referensi terkait yang dilakukan untuk menunjang penelitian. Penulis mencari referensi terkait tentang penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan serta jurnal-jurnal yang berhubungan dengan optimasi *shrinkage* pada *mold*. Penulis juga melakukan training analisis *moldflow* dan training mesin injeksi plastik untuk mendapatkan data dengan melakukan simulasi pada produk yang akan dibuat.

3.2. Rumusan Masalah dan Penetapan Tujuan Penelitian

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana peneliti mendapatkan parameter proses yang paling optimal dalam injeksi produk *Base Plate*. Prediksi *loss* yang terjadi pada *Base plate* adalah *shrinkage* yang besar karena tidak tepatnya parameter setting pada mesin injeksi dan lamanya proses *trial mold* untuk mendapatkan parameter tersebut. Metode baru dalam pencarian parameter proses perlu dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut. Dalam hal ini, Analisis CAE *moldflow* dilakukan sebelum pembuatan *mold* dan proses *trial*. Data hasil analisis dan optimasi proses dapat menjadi acuan dalam pembuatan *mold* dan menentukan setting parameter proses untuk mengurangi cacat produksi.

Kerangka dasarnya bahwa setiap *mold* yang masuk ke WI ATMI Surakarta harus sudah terverifikasi dalam hal desain produk maupun konstruksi *mold*-nya sebelum diproduksi massal. Hasil dari verifikasi secara simulasi itu digunakan untuk mendapatkan kondisi parameter proses yang paling efisien dengan menentukan parameter-parameter proses yang sesuai. Optimasi *shrinkage* berdasar parameter proses yang sesuai untuk mengurangi cacat ketika diproduksi menjadi tujuan penelitian ini.

3.3. Perencanaan Proses Eksperimen dengan Metode Taguchi

Tahap ini dilakukan untuk menentukan parameter proses yang berpengaruh dan menetapkan level serta setting parameter dalam eksperimen. Hasil yang didapatkan disusun dalam *orthogonal array* berdasar metode taguchi.

Tahap ini dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu:

A. Identifikasi Karakteristik Kualitas

Tahap ini akan menentukan karakteristik kualitas yang akan diukur serta sistem pengukurannya. Karakteristik yang akan diteliti adalah *smaller the better* untuk *shrinkage* pada produk *Base plate* yang akan diproduksi.

B. Memilih Faktor yang Berpengaruh

Tahap ini akan menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil produksi, akan tetapi tidak semua faktor akan diselidiki dalam penelitian ini karena analisis dan hasil percobaan akan semakin kompleks. Hanya faktor-faktor yang penting yang mempengaruhi proses injeksi molding yang akan diselidiki.

C. Identifikasi Jenis Faktor

Faktor yang mempengaruhi dapat terbagi menjadi beberapa jenis yaitu: faktor kontrol (terkendali), faktor noise (tidak terkendali), faktor signal dan faktor skala. Identifikasi faktor-faktor yang berpengaruh dalam tahap ini dilakukan dengan metode kreatif (*brainstorming*) dan konsultasi dengan staf ahli di ATMI Surakarta serta studi literatur.

D. Penentuan Jumlah Level dan Setting Faktor

Penentuan jumlah level adalah penting untuk ketelitian hasil percobaan, tetapi harus mempertimbangkan batasan operasional yang dilakukan oleh perusahaan dan segala perubahan yang memungkinkan untuk dilakukan dalam setting faktor untuk mendapatkan hasil eksperimen yang sesuai dengan kondisi kenyataan.

E. Perhitungan Derajat kebebasan

Perhitungan derajat kebebasan dibutuhkan untuk menghitung jumlah minimum percobaan yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati.

F. Pemilihan *Orthogonal Array*

Semua faktor yang terpilih diaplikasikan kedalam *orthogonal array* untuk di uji eksperimen dengan simulasi CAE *Moldflow Plastic Insight*. Dalam proses ini semua parameter proses disimulasikan sesuai jumlah eksperimen.

3.4. Pelaksanaan Eksperimen

Eksperimen dilakukan sebanyak *orthogonal array* yang telah dibuat. Tujuan pelaksanaan eksperimen adalah untuk mengidentifikasi pengaruh faktor terhadap masing-masing karakteristik kualitas dan menghasilkan setting level optimal yaitu kombinasi level faktor yang memberikan kualitas terbaik berdasar tipe setiap karakteristik kualitas. Pelaksanaan eksperimen dilakukan dengan simulasi dengan menggunakan software CAE *moldflow* karena *Base Plate* belum diproduksi dan *mold* dalam proses pembuatan. Apabila eksperimen direalisasikan dengan percobaan langsung di lapangan akan membutuhkan dana yang besar dan cacat yang dihasilkan akan bertambah ketika proses *trial*. Ada 3 tahap penting dalam simulasi ini yaitu proses verifikasi, penentuan setting analisis sequence dan komputasi yang membutuhkan waktu yang cukup lama. Dengan simulasi ini, segala kondisi dan parameter dibuat untuk mendekati realitas sehingga keseluruhan simulasi sesuai dengan kenyataan dan memberikan verifikasi hasil yang mendekati kenyataan juga.

3.5. Pengolahan Data dan Optimasi dengan Metode *Moldflow Dual-domain*

Pengolahan Data adalah proses untuk mendapatkan hasil yang sesuai. Tahap ini sudah menggunakan metode *moldflow dual-domain* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

A. Membuat *Project* Baru dan Mengimport *Part*

Tahap ini mempersiapkan model produk untuk simulasi yaitu produk *base plate*. Model bisa diambil dari software CAD lainnya yang sudah dikonversi kemudian di impor ke MPI dan disimpan sebagai study (*.sdy). Sebelumnya, file *project* disiapkan terlebih dahulu sebagai tempat menyimpan hasil analisis dan semua data yang dibuat. Dalam *project* tersebut kita juga harus memilih tipe *meshing* yang akan digunakan dan dalam kasus ini menggunakan *dual-domain* dengan unit model milimeter. Kemudian, model dapat diimpor kedalam *project* dan orientasi koordinat model dapat kita sesuaikan untuk memudahkan proses simulasi.

B. Meshing Model dan Pemeriksaan Error

Meshing model digunakan untuk membagi model menjadi elemen-elemen yang lebih kecil agar mudah digunakan dalam simulasi *flow*. Ketika model di-*meshing*, hasil yang didapat kemungkinan tidak seragam dan terdapat *error* karena adanya *intersection detail* dan *aspect ratio* yang jelek.

C. Memperbaiki Aspect Ratio

Rasio geometri dari *meshing* digambarkan dengan *aspect ratio* permukaan segitiga. *Aspect ratio* sebuah model harus sesuai yang disarankan, ratio yang lebih tinggi harus dihindarkan agar aliran material dalam simulasi dapat berjalan baik. Perbaikan *aspect ratio* dilakukan-bagian bagian yang telah ditandai dan mempunyai potensial *error*.

D. Mendiagnosa Ketebalan Model

Ketebalan model dari perhitungan jarak kesesuaian permukaan perlu dicek sebelum melakukan analisis proses. Data yang tertera kadang tidak sesuai dengan tebal model yang sesungguhnya. Kita harus memasukkan parameter ketebalan yang diinginkan dan menjalankan proses analisa. Hasil jarak ketebalan yang diperoleh dari diagnosa ketebalan akan ditunjukkan dengan grafik area.

E. Pemilihan Material Plastik

Langkah ini adalah memilih material plastik dari bank data yang tersedia dan memasukkannya ke dalam *study*. Pemilihan ini merupakan langkah penting dari proses analisis, karena perbedaan material akan mempengaruhi perbedaan hasil. Data material yang dipilih akan mempengaruhi suhu *mold*, suhu leleh, viskositas, spesifikasi lainnya sesuai jenis material plastiknya.

F. Pemilihan Lokasi Gate

Gate adalah saluran yang menghubungkan antara *cavity* dan *runner system*. Dengan analisis *sequence* ini, *moldflow* memberi saran penempatan lokasi *gate* yang paling efektif. Lokasi *gate* yang disarankan ini menjadi acuan *mold maker* untuk membuat *runner systemnya*.

G. Analisis Fast Fill

Analisis fast fill dilakukan untuk melihat proses yang telah dilakukan sudah benar. Bila ada hal-hal yang tidak sesuai seperti pengisian cetakan yang

tidak penuh, proses *meshing* yang belum benar atau lokasi *gate* yang kurang sesuai. Analisis ini seperti analisis *filling* yang sederhana tanpa *runner system* dan beberapa parameter diabaikan. Fungsinya untuk cek dan verifikasi desain sebelum analisis dilanjutkan.

H. Analisis *Molding Window*

Tujuan analisis *molding window* adalah untuk menemukan kondisi optimal *molding* yang dapat digunakan untuk analisis dan jendela area proses. Kondisi *molding* yang optimal merupakan awal yang baik untuk FE analisis dan jendela area proses yang diperoleh dapat digunakan untuk menciptakan proses yang stabil.

I. Pembuatan *Runner System*

Pembuatan *runner system* diperlukan untuk membuat tipe *gate* dan *runner* desainnya. Posisi dan tipe *gate* mempengaruhi proses pengisian material. Desain *runner system* yang baik akan meningkatkan efektifitas pengisian cairan kedalam cetakan.

J. Analisis *Filling*

Analisis *filling* adalah analisis yang pertama dilakukan dalam simulasi proses injeksi plastik. Hasil yang didapatkan adalah parameter proses dan waktu yang paling optimal dalam proses pengisian material kedalam cetakan. Hasil lainnya yang dapat dilihat adalah *weld-line* yang terjadi. *Weld-line* dapat dioptimasi dan dievaluasi dalam analisis ini.

K. Analisis *Packing/Holding*

Analisis *packing* diperlukan agar menjaga material dapat membeku secara seragam. Material yang tidak membeku secara seragam akan mengakibatkan *warpage* dan *shrinkage*. Dari hasil analisis ini akan didapatkan data waktu *holding* ketika proses *packing*. Dari data tersebut dapat dioptimasi untuk mendapatkan tekanan injeksi yang merata. Penyusutan volumetrik juga dapat dilihat hasilnya. Selain itu, beberapa hasil analisis yang diperlukan seperti terjadinya *air traps* pada posisi tertentu dapat dievaluasi dengan analisis ini. Analisis ini juga dapat menentukan *clamp force* dan tekanan injeksi yang diperlukan dalam proses injeksi plastik produk *base plate*.

L. Analisis *Cooling* dan *Warpage*

Analisis *cooling* menekankan pada desain lintasan pendingin yang diperlukan dalam proses injeksi. Hasil desain lintasan pendingin dapat dievaluasi berdasar pengaruh terhadap pembekuan yang terjadi. Dengan desain pendingin yang baik dapat mengurangi waktu pendinginan dan *cycle time* proses injeksi plastik. Dalam analisis ini juga dievaluasi model yang telah didinginkan berdasar *warpage*.

3.6. Verifikasi Data Hasil Simulasi

Ada dua tahapan yang perlu dilakukan untuk verifikasi data, yaitu:

A. Eksperimen Konfirmasi Hasil Simulasi

Parameter proses yang didapatkan akan dikonfirmasi dengan proses injeksi aktual di WI ATMI Surakarta. Langkah yang diambil adalah membandingkan parameter proses *moldflow* dan parameter proses yang terjadi di WI ATMI Surakarta. Kualitas hasil proses injeksi juga diambil berdasarkan cacat produksi berupa *shrinkage* yang diperoleh selama *trial* dan produksi dari *base plate* yang diteliti, diharapkan hasil yang signifikan berdasar hasil simulasi.

B. Perhitungan Selisih Pengukuran Simulasi

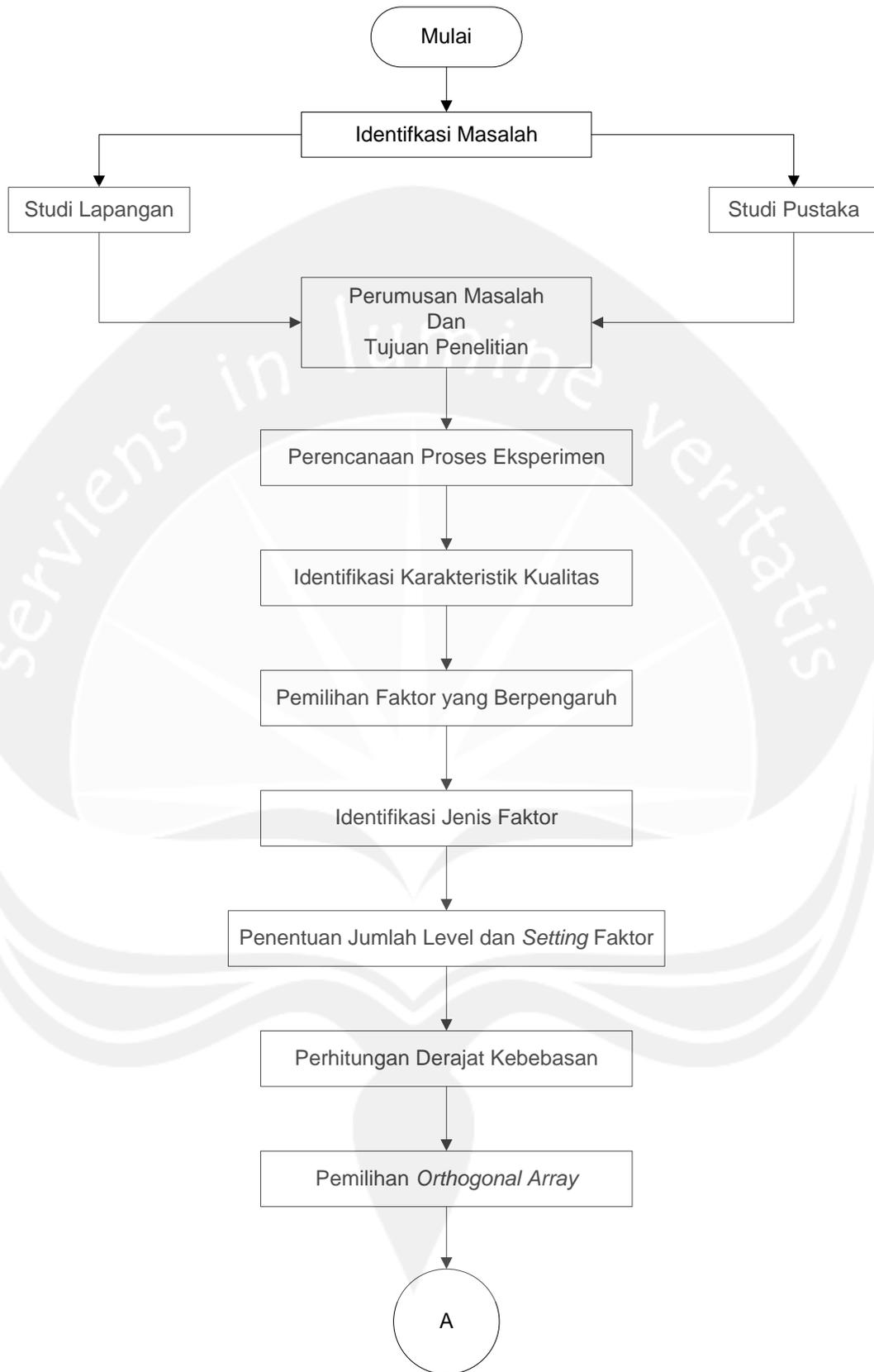
Hasil produk yang didapat, akan diukur dan dibandingkan berdasar perhitungan simulasi dan pengukuran aktual produk yang telah diproduksi. Selisih yang diperoleh sebagai verifikasi bahwa proses simulasi dapat dipercaya.

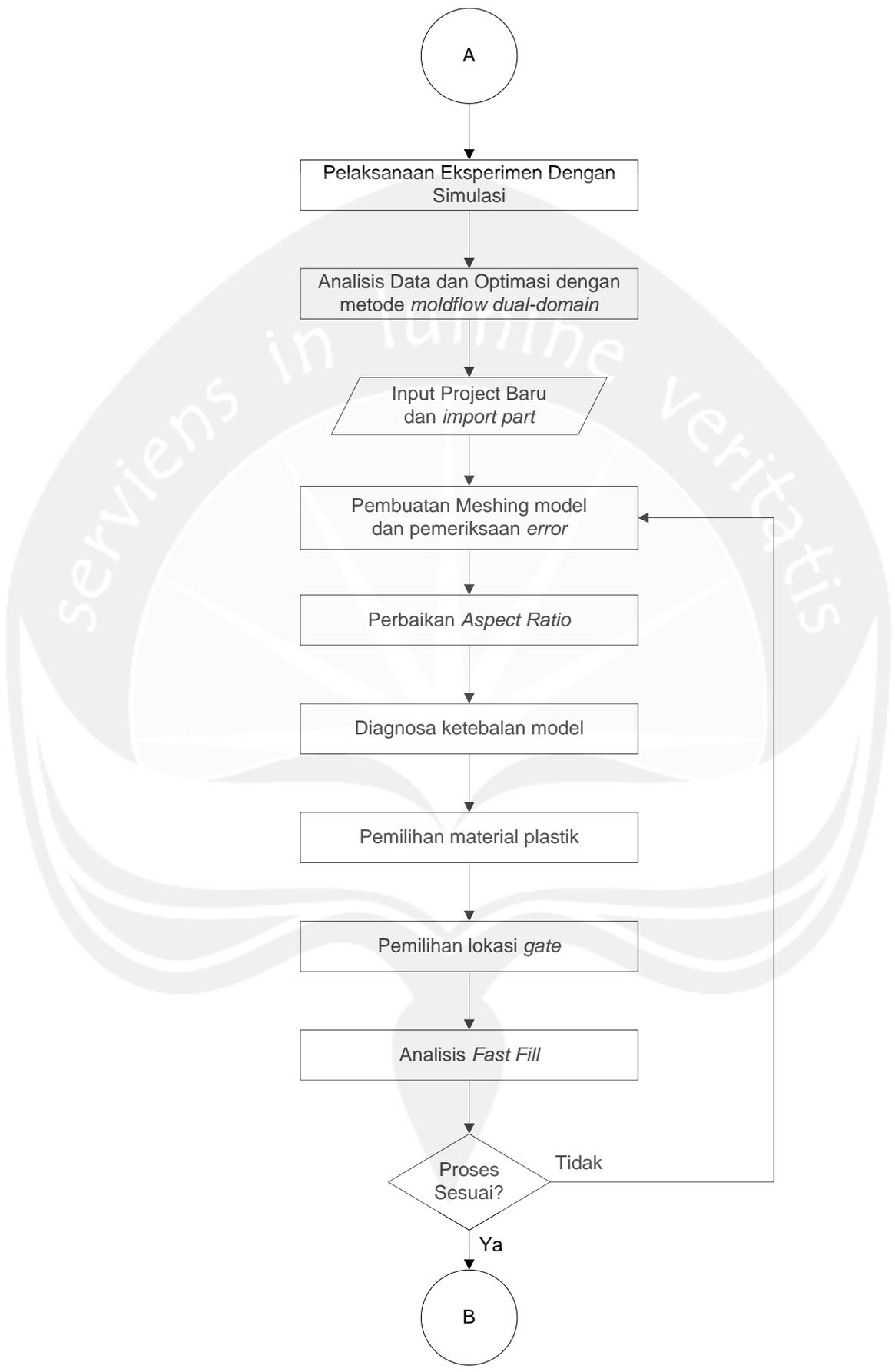
3.7. Parameter Hasil Analisis

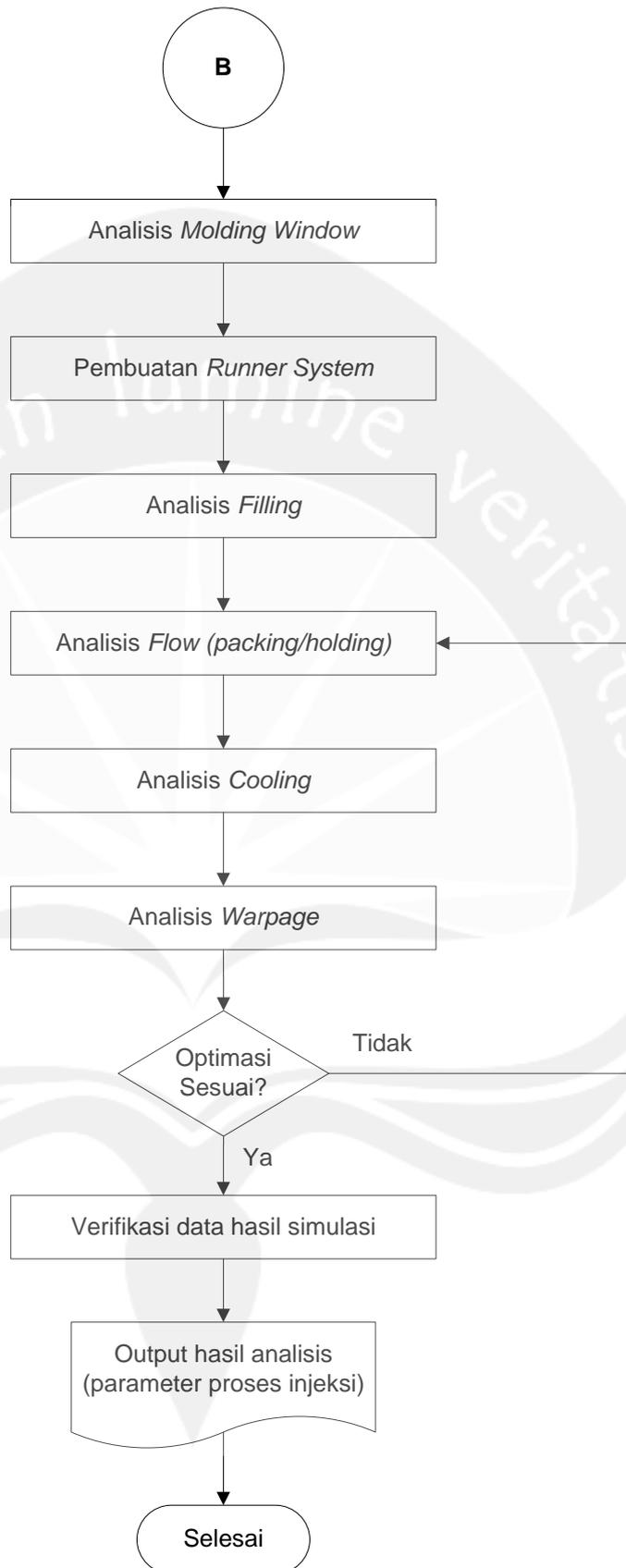
Parameter hasil analisis dan optimalisasi pada *moldflow* dirangkum dan dipakai sebagai panduan untuk proses injeksi *molding*. Parameter proses ini juga sebagai verifikasi mold yang akan digunakan dalam proses produksi.

3.8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan membahas hal-hal yang dapat disimpulkan dari proses pengolahan data analisis *moldflow*. Saran akan lebih menjelaskan mengenai hal-hal yang perlu dipertimbangkan oleh desain mold dan produksi work injection ATMI Sukarta.







Gambar 3.1. Flowchart Metodologi Penelitian