

BAB 3

Metodologi Penelitian

Penelitian harus didukung dengan metodologi yang dilakukan secara benar dan cermat. Hasil dari penelitian diharapkan dapat mengatasi permasalahan yang dihadapi. Berikut tahapan metodologi penelitian yang dilakukan oleh penulis di PUTP Politeknik ATMI Surakarta :

3.1. Tahapan Awal Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan di awal proses penelitian untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi dengan jelas. Kejelasan permasalahan sangat penting dalam mencari solusi yang tepat terhadap pemecahan masalah dalam penelitian.

Dalam tahap ini akan dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan mengumpulkan data-data dari lokasi observasi secara langsung, yaitu di Unit Produksi *Work Injection, Design Engineering* PT. ATMI-IGI Center Surakarta dan Pusat Unggulan Teknologi Plastik (PUTP) Politeknik ATMI Surakarta. Dari lokasi ini didapatkan permasalahan yang terjadi pada produksi plastik, yaitu komplain dari *customer* yang merupakan salah satu perusahaan elektrik di Indonesia mengenai cacat produk *CT103 Casing P1-P2*. Kondisi saat ini, produk cacat itu masih bisa diterima untuk produksi masal, namun pelanggan meminta agar cacat produk tersebut harus diperbaiki untuk produksi yang akan datang karena produk ini berkelanjutan.

Terdapat tiga masalah utama pada produk *CT103 Casing P1-P2* ini, yaitu *shrinkage*, *sink marks* dan *warpage*. Pada pengiriman produk sebelumnya, banyak produk memiliki angka *shrinkage* yang terlalu besar, sehingga mengakibatkan kesulitan pada proses perakitan. Operator harus memberikan tenaga lebih pada saat pemasangan konektor kabel. Oleh karena itu, nilai *shrinkage* harus dijaga pada nilai maksimum 6% dan nilai rata-rata 0,6% sesuai material PC. Untuk meningkatkan tampilan

produk, maka produk ini tidak boleh memiliki *sink marks* yang besar. *Sink marks* yang besar menimbulkan cekungan yang akan berpengaruh pada estetika produk. Pada permasalahan *warpage*, lengkungan *casing* yang terlalu besar juga akan mengurangi tampilan produk. *Warpage* pada *casing* P1 dan P2 tidak boleh berbeda jauh untuk memudahkan proses *assembly*. *Customer* meminta agar permasalahan yang ada bisa diminimalisir.

Data penyebab cacat yang terjadi pada proses injeksi plastik dikumpulkan dan dikelompokkan, diantaranya adalah data produk, data *mold*, data material, kondisi mesin injeksi, yang semuanya akan dibandingkan dengan permintaan pelanggan. Semua data itu nantinya akan digunakan untuk membandingkan dengan hasil analisis *moldflow*.

b. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah proses pencarian referensi untuk menunjang penelitian, yaitu tentang penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yang berkaitan dan menunjang penelitian yang dilakukan saat ini. Keterbaruan yang diperoleh dalam tulisan ini, didapatkan setelah penulis mempelajari dan memahami beberapa referensi penelitian berupa jurnal internasional, tugas akhir terdahulu dan buku-buku referensi.

2. Rumusan Masalah dan Penetapan Tujuan Penelitian

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana memperoleh parameter setting yang paling optimal dalam injeksi produk *CT103 Casing* P1-P2 untuk meminimalisir *shrinkage*, *sinkmark* dan *warpage*. Cacat yang terjadi dihasilkan oleh dua kemungkinan, yaitu tidak tepatnya parameter setting pada mesin injeksi atau rancangan *mold* yang tidak tepat. Analisis CAE *moldflow* ideal dilakukan sebelum pembuatan *mold* dan proses *trial*, namun jika *mold* terlanjur dibuat, maka pencarian parameter yang optimal akan dicari terlebih dahulu.

Setiap *mold* yang diproduksi PT. ATMI-IGI Center Surakarta harus sudah diverifikasi secara bertahap dari proses perancangan, produksi dan perakitan sebelum digunakan oleh Unit Kerja *Work Injection* (WI) untuk proses *trial* maupun *mass production*, namun cacat masih bisa terjadi karena beberapa faktor. Tujuan penelitian ini adalah untuk meminimalisir faktor cacat tersebut dengan analisis CAE *Autodesk Simulation Moldflow Synergy* 2015.

3.2. Perencanaan *Eksperimen* dengan Metode Taguchi

Pada tahap ini ditentukan parameter proses yang berpengaruh dan ditetapkan *setting* parameter dalam percobaan. Hasil penelitian dibuat dalam *orthogonal array* berdasar metode Taguchi.

Tahap ini dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu:

1. Identifikasi karakteristik kualitas
Tahap pertama adalah menentukan karakteristik kualitas serta sistem pengukurannya dengan prinsip *smaller the better* untuk *shrinkage*, *sink marks* dan *warpage* pada produk CT103 Casing P1-P2 yang akan diproduksi.
2. Identifikasi jenis faktor
Faktor yang mempengaruhi dibagi menjadi faktor kontrol (terkendali), faktor *noise* (tidak terkendali), faktor signal dan faktor skala. Identifikasi jenis faktor dilakukan dengan metode wawancara dan konsultasi dengan *engineer* dan karyawan di PT. ATMI-IGI Center Surakarta maupun di PUTP. Metode yang lain adalah dengan studi literatur.
3. Memilih faktor yang berpengaruh
Tahap ketiga adalah memilih faktor-faktor yang mempengaruhi hasil injeksi. Faktor-faktor yang dipilih adalah faktor-faktor yang penting dalam proses injeksi molding, sehingga tidak semua faktor dilibatkan dalam penelitian ini.
4. Penentuan jumlah *level* dan *setting factor*
Penentuan jumlah *level* sangat penting, hal ini menentukan ketelitian hasil percobaan, namun tetap harus mempertimbangkan batasan operasional perusahaan. *Setting factor* dilakukan untuk mendapatkan hasil eksperimen yang sesuai dengan kondisi kenyataan.
5. Perhitungan derajat kebebasan
Perhitungan derajat kebebasan dibutuhkan untuk menghitung jumlah percobaan minimum yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati.
6. Pemilihan *orthogonal array*
Software CAE Autodesk Simulation Moldflow Synergy 2015 menguji semua faktor yang terpilih dan akan diaplikasikan ke dalam *orthogonal array*. Dalam proses ini semua parameter proses disimulasikan sesuai jumlah eksperimen.

3.3. Tahap Persiapan Eksperimen

Tujuan pelaksanaan eksperimen adalah untuk mengidentifikasi pengaruh faktor terhadap kualitas dan menghasilkan *setting* level yang optimal. Eksperimen dilakukan sebanyak *orthogonal array* yang telah dibuat. Pelaksanaan eksperimen menggunakan *software CAE moldflow*. Produk *GAE CT 103 Casing P1* sudah diproduksi, namun harus dilakukan perbaikan untuk proses produksi berikutnya. Apabila rekomendasi yang dihasilkan ternyata membutuhkan perubahan yang besar, termasuk biaya, waktu, tenaga dan sumber daya lain, maka yang dilakukan adalah optimalisasi *mold* yang sudah ada.

Tiga tahap penting dalam simulasi *moldflow* ini yaitu proses verifikasi, penentuan setting analisis *sequence* dan komputasi. Tahapan ini membutuhkan waktu yang lama. Segala kondisi dan parameter dibuat mendekati realita sehingga memberikan verifikasi hasil faktual.

Langkah-langkah proses persiapan pengolahan data dengan menggunakan *software moldflow dual-domain* adalah sebagai berikut:

1. Membuat *project* baru dan *import part*

Tahap ini menyiapkan model produk 3D *CT103 Casing P1-P2* dengan *software CAD* dan diimport ke *Autodesk Simulation Moldflow Synergy 2015* sebagai *study (*.sdy)*. *File project* disiapkan sebagai tempat menyimpan hasil analisis dan semua data yang dibuat, kemudian menentukan tipe *meshing* yang akan digunakan. Dalam penelitian ini digunakan *dual-domain* dengan unit satuan milimeter.

2. *Meshing* model dan pemeriksaan *error*

Meshing model akan membagi model menjadi elemen-elemen yang lebih kecil untuk mempermudah pengukuran dan simulasi. *Error* dapat terjadi karena ada *intersection detail* dan *aspect ratio* yang jelek. Perbaikan *aspect ratio* dilakukan-bagian bagian yang telah ditandai dan mempunyai potensial *error*. Ketebalan model juga perlu dicek , karena kadang tidak sesuai dengan tebal model yang sesungguhnya.

3. Pemilihan material plastik

Pemilihan material plastik diambil dari bank data dan dimasukkan ke dalam *study*. Pemilihan material yang berbeda tentu saja akan mempengaruhi perbedaan hasil. Data material akan berpengaruh pada suhu leleh, suhu *mold*, keenceran material dan spesifikasi lainnya.

4. Pemilihan lokasi *gate*

Penempatan lokasi *gate* sangat penting, karena saluran ini menghubungkan antara *cavity* dan *runner system*. Analisis *sequence moldflow* akan memberi rekomendasi yang paling efektif mengenai lokasi *gate* yang menjadi acuan *mold maker* untuk membuat *runner system*nya.

5. Analisis *fast fill* dan *molding window*

Analisis *fast fill* akan melihat proses yang telah dilakukan sudah benar atau belum. Kesalahan yang terjadi menunjukkan bahwa proses *meshing* yang belum benar atau lokasi *gate* yang kurang sesuai. Analisis ini dilakukan tanpa *runner system* dan mengabaikan beberapa parameter, hanya untuk melihat apakah proses analisis bisa dilanjutkan.

Analisis *molding window* akan memeriksa kondisi optimal *molding* yang dapat digunakan untuk analisis dan jendela area proses, yang menjadi dasar *finite element analysis* dan jendela area proses, sehingga proses analisis bisa berjalan dengan baik dan stabil.

6. Pembuatan *runner system*

Posisi dan tipe *gate* mempengaruhi efektivitas pengisian material. Pembuatan *runner system* diperlukan untuk membuat tipe *gate* dan desain *runner*.

3.4. Tahap Eksperimen dan Analisis Hasil Simulasi

1. Analisis *cooling, filling, packing, warpage*

Analisis *cooling* menganalisis desain lintasan pendingin pada *mold*, sehingga dapat dievaluasi proses pembekuan yang terjadi. Sistem pendingin yang baik dapat mengurangi waktu pendinginan, dan otomatis berpengaruh pada *cycle time* proses injeksi plastik. Analisis ini bisa digunakan untuk menganalisis *warpage*. Analisis *filling* adalah proses pertama dalam simulasi proses injeksi yang memuat parameter injeksi dan waktu proses pengisian material yang paling optimal ke dalam *mold*. Proses ini juga menganalisis dan mengevaluasi potensi terjadinya *weld-line*.

Analisis *packing* adalah analisis proses pembekuan material di dalam *mold*. Material harus membeku secara seragam, jika tidak maka akan mengakibatkan *warpage* dan *shrinkage*. Hasil *output* analisis ini adalah waktu *holding* ketika proses *packing*. Hasil yang baik ditentukan oleh tekanan injeksi yang merata. Analisis ini juga dapat digunakan untuk menganalisa terjadinya

air traps, menentukan *clamp force* dan tekanan injeksi dan penyusutan volumetrik. Analisis *warping* akan menganalisis prediksi *warpage* atau lengkungan akibat pendinginan yang tidak seragam, ditunjukkan dengan angka *deflection*.

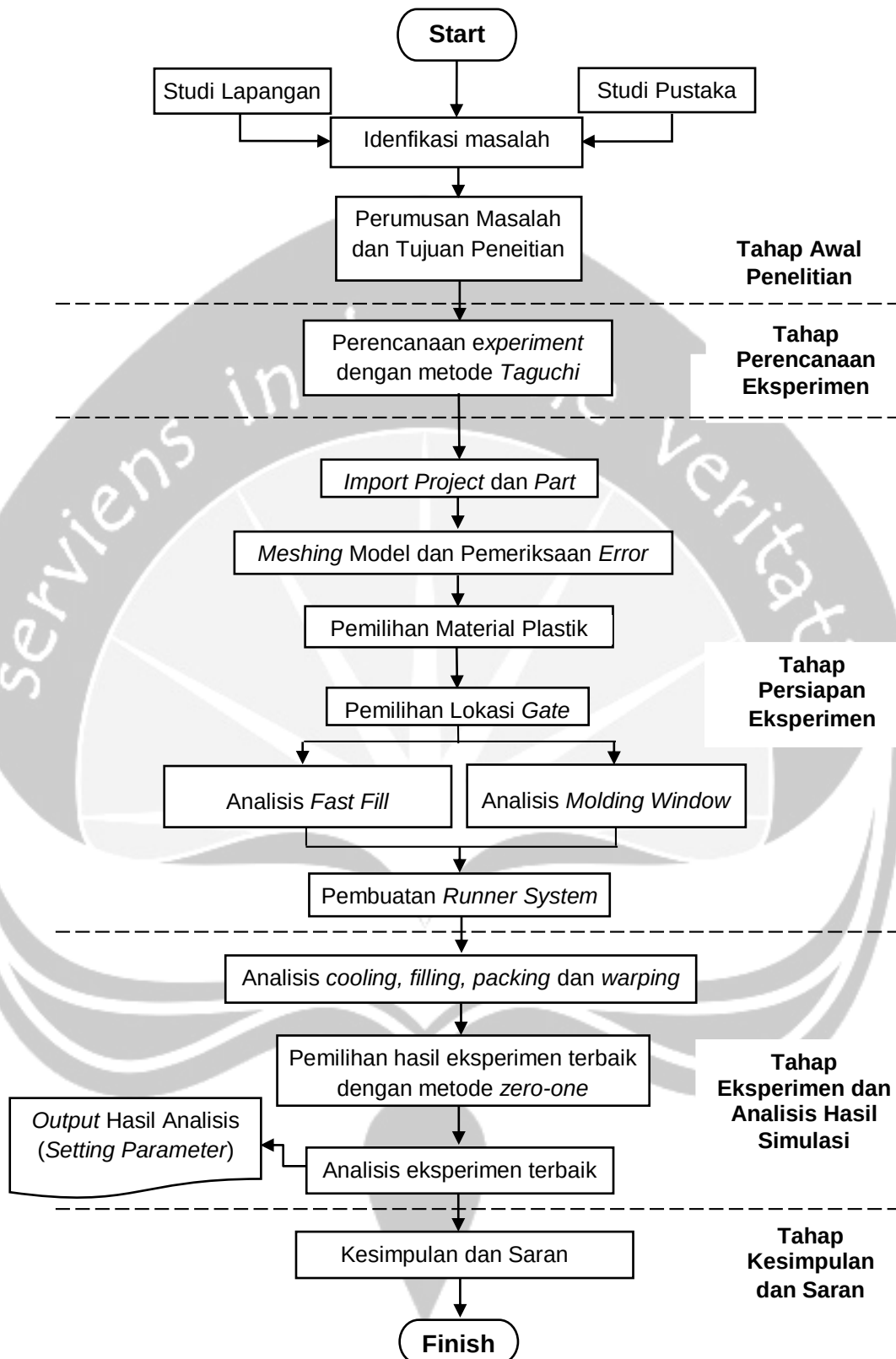
2. Pemilihan hasil terbaik

Tahap ini memilih hasil terbaik dari eksperimen-eksperimen yang dilakukan sebelumnya sesuai dengan *requierement list* dengan metode *zero-one*. Dari hasil analisis terbaik tersebut akan dihasilkan *output* berupa parameter proses injeksi yang dipakai sebagai panduan untuk proses injeksi *molding* khususnya pada produk CT103 *Casing* P1-P2. Parameter proses ini juga dipakai sebagai verifikasi *mold* yang digunakan dalam proses produksi.

Hasil analisis percobaan yang dibutuhkan akan diuraikan pada bagian ini, sehingga bisa diketahui hasil prediksi dan sekaligus permasalahan yang bisa terjadi pada proses injeksi. *Output* terakhir dari proses ini adalah *setting* parameter-parameter injeksi, yang bisa diterapkan pada mesin injeksi.

3.5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran akan menyimpulkan proses pengolahan data analisis *moldflow*. Saran diberikan kepada *design engineer* dan *injection experts* di unit produksi *Work Injection* PT. ATMI-IGI Center Surakarta untuk proses selanjutnya agar lebih efektif dan efisien.



Gambar 3.1. Flowchart Metodologi Penelitian