

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini pemakaian barang-barang yang terbuat dari bahan plastik semakin meningkat. Kementerian Perindustrian (Kemenperin) terus mendorong pengembangan industri plastik hilir karena memiliki potensi pasar yang bagus baik di dalam maupun luar negeri. (<http://www.kemenperin.go.id/artikel/4706/Pengembangan-Industri-Plastik>, diunduh pada tanggal 2 Oktober 2016)

Plastik mempunyai banyak kelebihan yaitu; cukup kuat, ringan, fleksibel, tahan karat, mudah diberi warna sehingga menambah daya tarik, tidak mudah pecah dan isolator panas atau listrik yang baik. Plastik sangat mudah dan ekonomis untuk dimanufaktur dengan bentuk yang detail. Material plastik tentu saja memiliki beberapa kelemahan, diantaranya yaitu; beberapa jenis plastik (*polyethylene* (PE), *polystyrol* (PS), *polymethyl methacrylate* (PMA), *styrene acrylonitrile* (SAN), *High Density Polyethylene* (HDPE)), butuh waktu lama untuk terurai secara alami (*non-biodegradable*), dan membahayakan kesehatan jika tidak digunakan sesuai fungsinya. Hal tersebut dituliskan dalam buku *Practical Guide to Injection Moulding* (Goodship, 2004). Dengan segala kekurangan tersebut, material plastik tetap diperhitungkan sebagai material yang penting, terbukti dengan banyaknya industri plastik dan penelitian mengenai material plastik yang ada saat ini (Marton H., dkk (2015), X. Wang, dkk. (2013), Yi-qi Wang dkk (2014), serta dorongan pemerintah lewat Kementerian Perindustrian dalam pengembangan industri plastik di Indonesia. (<http://www.kemenperin.go.id/artikel/4709/Industri-Plastik-Harus-Terus-Dikembangkan>, diunduh pada tanggal 2 Oktober 2016)

Charles A. Harper (2006) dalam bukunya "*Handbook of Plastic Processes*" menuliskan bahwa *plastic molding* adalah salah satu proses yang banyak digunakan untuk mencetak produk plastik. Pencetakan (*molding*) adalah proses produksi dengan membentuk bahan mentah berupa biji plastik menggunakan sebuah cetakan yang disebut sebuah *mold*, yang di dalamnya bisa diisi dengan material plastik, yang sudah dicairkan dengan temperatur tertentu dengan cara injeksi dengan tekanan tertentu. Proses *molding* cukup kompleks karena melibatkan mekanik, waktu, *thermal* dan juga tekanan. X.Wang dkk (2013)

menuliskan bahwa proses injeksi plastik bisa dibagi menjadi beberapa langkah, yaitu *clamping*, *filling*, *packing*, *cooling*, *opening* dan *ejecting*. Desain *mold* dan proses injeksi yang kurang baik akan mengakibatkan cacat atau kegagalan produk, misalnya *flow mark*, *silver mark*, cacat penyusutan (*shrinkage*), *short shots*, *jetting*, *weld mark*, *warpage*, *sink marks*, retak (*residual stress*) dan kerusakan saat produk keluar dari *mold*.

Poses produksi plastik memiliki beberapa tahapan. Tahapan pertama adalah pernyataan *customer* yang terdiri dari spesifikasi utama dan *requierement list* mengenai produk atau *mold*. Spesifikasi utama meliputi fungsi, material, bentuk, ukuran dan karakteristik utama produk. Sedangkan *requierement list* adalah daftar permintaan tambahan yang merupakan *performance* produk, misalnya warna, tampilan, kualitas, harga dan lain sebagainya. Data *customer* yang masuk akan diolah dan didesain oleh bagian *design engineering* menggunakan *software Computer Aided Design (CAD)*. Data masukan *customer* bisa berupa *sample product* atau data imajinatif karena memang produk itu belum pernah dibuat sebelumnya. Jika data *input* berupa *sample* produk, maka tergantung data awal yang dimiliki *customer*, apakah sudah tersedia *file CAD* atau belum. Jika sudah ada, maka bagian *design engineering* hanya tinggal melakukan proses modifikasi atau finalisasi. Jika belum ada, maka akan ada proses penggambaran dan pengukuran *sample* yang bisa saja menggunakan CMM atau *3D Scanner*, tergantung tingkat kesulitannya.

Tahap kedua, desain produk dan *mold* yang sudah disetujui oleh *customer* akan direalisasikan oleh bagian manufaktur menggunakan mesin konvensional maupun mesin CNC dengan *software Computer Aided Manufacturing (CAM)*. Proses ini paralel dengan pemesanan *standart part* oleh bagian logistik. *Mold* selanjutnya akan dirakit oleh *mold maker* pada saat *finishing*. *Mold* yang telah jadi harus diverifikasi terlebih dahulu dengan *requierement list* dan data utama *customer* oleh bagian QC untuk mendapatkan *mold* yang sesuai permintaan *customer*.

Tahap ketiga, *mold* akan diproses *trial* pada mesin injeksi plastik yang dihadiri oleh *designer*, *PPIC*, *QC* dan *customer*. *Setting* parameter-parameter injeksi yang ditetapkan dalam proses *trial*, meliputi : *pressure*, *temperature*, *injection pressure* sekaligus *holding time*. Cacat produk akan diketahui melalui proses ini. Apabila ditemukan adanya cacat saat proses *trial* di mesin injeksi maka akan

dilakukan proses evaluasi. Proses ini untuk melihat apakah kesalahan terdapat pada desain *mold*, pemilihan material dan *setting* parameter injeksi.

Jika kesalahan terdapat pada parameter, maka akan langsung dicoba kombinasi parameter yang baru langsung pada saat *trial*, sesuai dengan kemampuan mesin dan juga pengalaman *engineer* di mesin injeksi. Apabila kesalahan diduga pada *mold*, maka *mold* akan dibongkar, dianalisis dan diperbaiki atau dimodifikasi ulang. Kemungkinan kesalahan pada desain *mold* juga bisa terjadi, misalnya posisi *gate*, dimensi *gate* atau *runner*, *air venting*, *cooling* dan sebagainya. Bila ini terjadi, *design engineer* akan merekomendasikan beberapa solusi yang bisa diambil. Apabila kesalahan terjadi pada bagian manufaktur, maka akan dilakukan proses perbaikan secara mekanik, misalnya proses *machining* dan *assembly* ulang.

Terjadinya cacat produk tentu saja sangat merugikan bagi produsen maupun *customer*, baik dari sisi waktu, pikiran, tenaga dan biaya. Cacat produk pada injeksi plastik misalnya *flow mark*, *silver mark*, *shrinkage*, *short shots*, *jetting*, *weld mark*, *warpage*, *sink marks* dan sebagainya, namun permasalahan yang sering muncul dan jarang dilakukan adalah penelitian tentang bagaimana cara meminimalisir cacat produk di industri injeksi plastik.

Metode pengerjaan pada kebanyakan industri plastik di Indonesia adalah metode konvensional, yaitu metode yang tidak menggunakan *software* analisis/CAE dalam proses perancangan *mold* maupun penentuan parameter injeksi. Berdasarkan *survey* yang dilakukan oleh PUTP ATMI Surakarta tahun 2015 (Seto (2015)), diketahui kondisi beberapa industri plastik yang ada di pulau Jawa masih menggunakan cara konvensional, termasuk Unit Produksi *Work Injection* (WI) PT. ATMI-IGI Center Surakarta. Selama ini, *design engineer* di beberapa perusahaan tersebut merancang *mold* hanya berdasarkan pengalaman. Jika produk baru, maka akan dibandingkan rancangan dengan produk yang memiliki ukuran dan kerumitan yang mendekati. Kesulitan yang sering terjadi pada metode konvensional adalah seringnya terjadi cacat produksi dan proses yang diulang-ulang. Ini terjadi karena pada metode konvensional tidak dilakukan proses optimasi desain *mold* pada *setting* parameter injeksi dengan *software* CAE. Kombinasi *setting* parameter dilakukan hanya berdasarkan pengalaman *operator* atau pihak *engineering*. Beberapa kombinasi *setting* harus dicoba berulang ulang untuk mendapatkan hasil yang terbaik dengan *cycle time*

tercepat. *Trial and error* ini membuang banyak material, biaya waktu dan tenaga. Kendala lain bila *design engineer* tidak menggunakan *software* CAE adalah sulitnya memprediksi rancangan *mold* yang didesain apakah sudah optimal atau belum saat dilakukan optimasi proses injeksi.

Tulisan ini akan menjelaskan tentang aplikasi *software* CAE *Autodesk Simulation Moldflow Synergy 2015* pada proses manufaktur produk CT 103 *Casing* P1-P2 di unit produksi WI dan dikerjakan di PUTP Politeknik ATMI Surakarta. Divisi PUTP ini mulai tahun 2012 sudah mulai menerapkan konsep manufaktur modern dengan memanfaatkan integrasi desain *mold* berbasis CAD, CAM, CAE, CNC dan mesin injeksi plastik. Produk yang dibahas adalah CT103 *Casing* P1-P2. Produk ini dipilih karena saat proses desain *mold* tidak dilakukan optimasi dengan *software* CAE.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, perumusan masalah dalam tulisan ini adalah untuk mendapatkan *setting* parameter-parameter injeksi yang optimal dengan pemanfaatan desain produk berbasis CAD/CAM dan analisis CAE *Autodesk Simulation Moldflow Synergy 2015 dual-domain* untuk meminimasi cacat berupa *shrinkage*, *sink marks* dan *warpage* pada produk plastik CT103 *Casing* P1-P2.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, dapat dirumuskan rincian tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

- a. Mendapatkan kombinasi *setting* parameter injeksi plastik yang optimal berdasarkan analisis CAE *Autodesk Simulation Moldflow Synergy 2015* untuk meminimalkan cacat *shrinkage*, *sink marks* dan *warpage* pada mesin injeksi plastik berkapasitas 180 ton.
- b. Mendapatkan *output* analisis *Autodesk Simulation Moldflow Synergy 2015 dual-domain* lengkap pada produk CT103 *Casing* P1-P2 sebagai panduan bagi *engineer mold maker* dalam membuat konstruksi *mold*.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah atau ruang lingkup bertujuan untuk fokus pada permasalahan yang ada. Batasan masalah digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Penelitian dilakukan pada *mold injection* jenis *two-plate* karena sebelumnya *mold design engineer* dan *mold maker* sudah membuat *mold* produk tersebut.
- b. Produk yang diteliti adalah CT103 *Casing* P1-P2 dengan material *Polycarbonat (PC)*.
- c. *Software* yang digunakan adalah *software Computer Aided Design (CAD)* dari *Autodesk Autocad 2015* untuk gambar 2 dimensi dan *SolidWorks 2015 Student Version* untuk gambar 3 dimensi.
- d. Metode Taguchi diterapkan dalam tulisan ini hanya untuk mendapatkan *lay out orthogonal array* yang sesuai dengan bantuan *software* Minitab 14.
- e. *Software* CAE dari *Autodesk Simulation Moldflow Synergy 2015* digunakan untuk simulasi dan analisis produk rancangan dalam memperoleh parameter proses optimal.
- f. Hasil *output* penelitian adalah berupa laporan analisis *setting* parameter-parameter pada material dan desain *mold* yang digunakan.
- g. Kriteria optimal yang digunakan adalah hasil simulasi yang menunjukkan angka *shrinkage*, *sink marks* dan *warpage* terkecil mendekati angka nol dan memenuhi permintaan *customer*. Pemilihan hasil terbaik di antara eksperimen yang dilakukan dengan menggunakan metode *zero-one*.