

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berbagai produk dengan material plastik saat ini banyak digunakan oleh masyarakat. Sifat plastik yang ringan, mudah dibentuk, serta memiliki harga yang cukup terjangkau menjadikan material plastik diminati penggunaan di masyarakat. Pembuatan cetakan (*mold*) merupakan langkah awal dari proses produksi suatu produk. Diketahui bahwa terdapat beberapa proses dalam pengolahan material plastik. Salah satunya dengan cetakan injeksi (*injection molding*) (Mufid dkk., 2017). Cetakan injeksi sangat penting dan populer di teknologi pemrosesan polimer untuk produksi massal bagian plastik kompleks dengan toleransi dimensi yang sangat baik. Cetakan injeksi (*injection molding*) merupakan proses pembentukan di mana material plastik dilelehkan, kemudian biji plastik yang telah dilebur dimasukkan ke dalam rongga cetakan (*mold*) menggunakan mesin yang telah dipanaskan sampai suhu tertentu (Azuddin *et al.*, 2011; Sidiq dkk., 2020). Proses pencetakan injeksi dapat digunakan dalam proses pengemasan, pembuatan suku cadang otomotif, penerbangan, bangunan, peralatan medis jarum suntik sekali pakai, dan barang-barang rumah tangga.

Injection molding adalah metode yang paling umum digunakan dalam pembuatan bagian plastik. Sekitar 70% dan 80% dunia menggunakan cetakan injeksi untuk memproduksi komponen plastik (Ahmed, 2011). Perancangan dilakukan dengan menggunakan cetakan berjenis *two mold plate* dimana sistem cetakan *two mold plate* antara *core* dan *cavity* produk ketika cetakan terbuka, sehingga *runner system* yang sebelumnya menempel pada produk dapat terlepas tanpa menggunakan proses lain.

Proses pencetakan injeksi terdiri dari tiga langkah utama, yaitu pengisian polimer, pengemasan, dan pendinginan. Langkah-langkah tersebut secara langsung mempengaruhi kualitas bagian yang dicetak. Proses pengisian cetakan polimer

merupakan dasar untuk memastikan replikasi berkualitas tinggi (Seow dan Lam, 1997). Selama proses pengisian, polimer mengalir disepanjang dinding cetakan dan mengisi rongga cetakan. Proses ini memungkinkan adanya pola pengisian aliran polimer yang berbeda, tergantung pada lokasi *gate*, ketebalan rongga (*cavity thickness*), dan bukaan udara selama pengisian cetakan (Kazmer, 2009). Pembuatan komponen dilakukan dengan desain alat guna memahami pengisian aliran polimer cair (Güldaş dkk., 2009). Selanjutnya, dilakukan analisis numerik untuk mengetahui pengaruh parameter pada kualitas replikasi. Panduan desain dapat digunakan untuk memprediksi hal lain seperti penyusutan, dan pengaruh kualitas cetak (Kumar dkk., 2002). Penyusutan produk dapat berhubungan dengan penyusutan termal polimer. Besarnya penyusutan tergantung pada arah dan kecepatan aliran polimer, bahan, pendinginan, tekanan, dan sebagainya. Penyusutan yang berbeda antara titik atau area lain melalui bagian yang dicetak menciptakan tegangan yang berbeda pula, sehingga mendistorsi atau memengaruhi dimensi dan posisi fitur. Penyusutan yang berbeda dapat menyebabkan lengkungan (Benitez-Rangel dkk., 2007).

Studi kasus perancangan desain *mold* yang telah dilakukan, pada *system* perancangan terdahulu masih belum dilakukan penelitian pada perancangan *mold* dengan sistem *two mold plate*, dimana cetakan tersebut terdiri dari dua plat yang mempunyai garis pemisah dari plat tetap dan fleksibel. Plat tetap pada mesin injeksi berfungsi untuk mengeluarkan material plastik yang sudah terbentuk, sedangkan plat fleksibel pada plat bergerak yang terpasang pada mesin injeksi berfungsi sebagai penjepit. Bialaz dan Klepka melakukan simulasi *injection molding* produk berding tipis pada tahun 2019. Simulasi dikembangkan untuk menganalisis kemungkinan efek perlakuan dan kondisi pendinginan pada cacat produk berding tipis di badan jarum suntik. Analisis didasarkan pada simulasi dan perbandingan data yang diperoleh setelah alat cetak injeksi diproduksi. Terdapat empat kasus dimana suhu cetakan injeksi diturunkan dan dianggap sebagai parameter. Hal ini dilakukan dengan mengurangi tekanan injeksi dan tidak meningkatkan tekanan. Hasil pengujian kemudian di analisis menggunakan

parameter yang dioptimalkan oleh algoritma perhitungan melalui program komputer yang dikondisikan sesuai dengan rekomendasi manufaktur.

Simulasi dilakukan dengan menggunakan program *Moldflow Plastic Insight*. Kesimpulan dari simulasi tersebut yaitu implementasi yang dilakukan mendapatkan hasil yang mendekati keadaan fisik, namun tetap dapat membantu mengatur parameter injeksi. Hasil yang diperoleh hanya memperkirakan kemungkinan dan tidak sepenuhnya mencerminkan masalah yang ada. Dalam hal ini, dapat ditemukan adanya permasalahan pada saluran pengisian plastik, serta kontribusi penyusutan injeksi, distribusi suhu pada aliran material, perubahan rongga permukaan, serta adanya kemungkinan penurunan tekanan (Białasz dan Klepka, 2019).

Dalam metode simulasi ini, *moldflow insight* dipilih sebagai skenario untuk peningkatan kualitas produk *hub syringe*. Desain produk akan sesuai dengan perhitungan sehingga perancang tidak sembarangan menentukan diameter *runner system*, *gate*, dan *cooling system*. Proses yang perlu diperhatikan selanjutnya adalah cara menghitung *clamping force* yang aman untuk digunakan. Hasil tahap desain dan simulasi produk *hub syringe* searah dengan daftar paduan yang telah disusun. Material yang digunakan pada *hub syringe* yang telah dirancang adalah *Polypropylene (PP)*. *Polypropylene (PP)* merupakan material yang tahan terhadap reaksi kimia, temperatur suhu ruang, serta memiliki titik lebur 230°C. Perancangan desain cetakan *hub syringe* perlu meminimalisir kecacatan produk. Kemudian perlu memperhatikan *clamping force*, *ejector system*, serta tebal dari *support plate*. Dibutuhkan adanya simulasi, perhitungan, dan perancangan *two mold plate* untuk mengatasi hal tersebut (Bryce, 1996).

Syringe (alat suntik) mempunyai beberapa bagian diantaranya adalah *syringe plunger*, *barrel syringe*, *hub syringe*, *needle syringe* dan *needle cap*. Mekanisme penggunaan *syringe* (alat suntik) yaitu cairan kimia/obat diinjeksikan melalui bagian *hub syringe*, kemudian diteruskan oleh *needle syringe* untuk penyebaran cairan tersebut di dalam tubuh pasien. *Hub syringe* merupakan tempat melekatnya *needle syringe* (jarum suntik) serta menjadi penghubung antara tabung suntik dengan jarum suntik. Desain alat suntik yang dibuat harus memperhitungkan

stabilitas laju aliran dalam model *syringe* (alat suntik) yang tersedia. Selain itu, desain alat suntik harus sesuai dengan standar DIN (*German Institute for Standardization*). Chun pada tahun 2017 telah memprediksi potensi masalah yang sering terjadi selama proses pembuatan produk medis sekali pakai dalam jumlah besar. Dalam desain jarum suntik 3 cc yang baru, dilakukan perbandingan pada pengisian rongga yang dilakukan menggunakan bahan *polypropylene* (PP1) dan *polypropylene* dengan inti baru (PP2) untuk melihat hasil dan kejelasan yang lebih baik. Analisis dilakukan pada kondisi perlakuan yang berbeda dan versi ketebalan dinding yang berbeda dari kedua bahan. Pada PP2 hanya dilakukan pemeriksaan pada ketebalan dinding asli dalam dua kondisi pemrosesan yang berbeda untuk perbandingan. Penelitian dilakukan untuk menyelidiki desain komponen dan kondisi pemrosesan untuk dua bahan yang berbeda. Perbandingan hasil dilakukan untuk melihat penggunaan material dan pengurangan tegangan aliran. Didapati bahwa *Polypropylene* dengan inti baru (PP2) memberikan kualitas produk dan hasil akhir yang sedikit lebih baik (Chun, 2017).

Berdasarkan temuan permasalahan pada produk *hub syringe* antara lain *shrinkage*, *sink mark index*, *air trap*, dan *weld lines*, penulis memiliki ketertarikan untuk melakukan desain dan simulasi untuk menghasilkan rancangan desain, simulasi, dan memilih jenis mesin yang terbaik untuk produk *hub syringe*.

1.2 Batasan Masalah

Untuk menghindari permasalahan yang timbul, maka ada beberapa batasan masalah yang digunakan dalam perancangan desain *hub syringe* ini, yaitu :

1. Desain dan simulasi menggunakan *moldflow plastic insight* untuk mengamati parameter yang dirancang
2. Hanya menggunakan material *polypropylene* (PP)
3. Cetakan sistem *two mold plate* dengan 4 cavity untuk *hub syringe* tidak dibuat
4. Produk yang digunakan sebagai bahan simulasi dan desain adalah *hub syringe*
5. Tidak menjelaskan jenis pendinginan yang digunakan

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi *layout runner* pada desain cetakan produk *hub syringe* terhadap hasil dari produk?
2. Bagaimana cara menentukan *gate* dan *runner* yang optimal?
3. Bagaimana mengatasi cacat yang terjadi pada produk *hub syringe*?
4. Bagaimana cara menentukan mesin *injection molding* yang tepat untuk produk *hub syringe*?
5. Bagaimana cara menentukan kekuatan *pin ejector* pada cetakan?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan data rancangan desain *mold* dari produk *hub syringe*.
2. Mendapat hasil simulasi perancangan *runner* yang terbaik pada produk *hub syringe*
3. Mendapatkan jenis mesin yang sesuai untuk produk *hub syringe*
4. Mendapatkan hasil rekomendasi *pin ejector* yang aman digunakan

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian dan perancangan ini adalah:

1. Dapat meningkatkan efisiensi produk dari hasil simulasi dengan variasi proses sederhana.
2. Dapat menjadi referensi untuk akademis bidang manufaktur tentang proses setting parameter yang digunakan pada produk yang berasal dari plastik
3. Memberi pemahaman tentang perhitungan dan analisa produk pada proses *injection molding*.
4. Dapat menjadi referensi bagi industri supaya dapat memproduksi produk plastik dengan mengetahui proses pengerjaan yang cocok untuk produk yang diharapkan.