

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang rekayasa material menuntut terobosan baru dalam menciptakan material-material yang berkualitas tinggi dan ramah lingkungan. Dalam dunia industri mulai memperhitungkan material non logam sebagai hasil produksi. (Ibad, 2020) Pengembangan teknologi untuk membuat komponen dengan material pengganti memiliki kelebihan dibandingkan logam dan memperbaiki kekurangan dalam segi kualitas. Material plastik menjadi salah satu material yang berpeluang menggeser penggunaan material logam dalam dunia teknik karena termasuk material ramah lingkungan. Salah satu industri yang mulai menggunakan teknologi material plastik yaitu industri rumah sakit. Ringan, kuat, mudah dibentuk dan tahan terhadap korosi merupakan keunggulan dari penggunaan material plastik (Taqwa, 2017). Plastik adalah suatu polimer yang mempunyai sifat-sifat unik dan luar biasa. Polimer adalah suatu bahan yang terdiri dari unit molekul yang disebut monomer (Widi dan Ekasari, 2017).

Dalam industri rumah sakit cukup banyak komponen yang mulai menggunakan material plastik, karena dinilai cukup ekonomis dibandingkan material lain dalam hal pengolahannya. Salah satu aplikasi komponen menggunakan material plastik di industri rumah sakit adalah *syringe* atau jarum suntik. *Syringe* adalah suatu peralatan yang secara umum digunakan untuk menyuntikkan suatu zat ke dalam tubuh (Craig, 2018). Alat ini juga dapat digunakan untuk mengambil sampel zat cair . Ada banyak ukuran jarum suntik yang tersedia. Namun, semuanya memiliki fitur umum yang sama, termasuk laras (*barrel*), *plunger*, jarum, dan tutup. Proses fabrikasi alat suntik memiliki keberagaman dalam metodenya seiring berkembangnya teknologi.

Berbagai perangkat medis dapat diproduksi menggunakan proses pencetakan karena dengan pabrikasi jenis lain akan membuat melambungnya biaya. Kelebihan alat kesehatan yang didesain dan dimanufaktur dengan pencetakan teknologi plastik yang bertujuan untuk mengurangi biaya dengan meningkatkan volume produksi dan

disposability alat kesehatan untuk menghindari kontaminasi dalam diagnosis dan pengobatan penyakit (Agrawal dkk., 1987). Dengan hal tersebut maka berpeluang untuk menghasilkan tidak hanya alat kesehatan sederhana untuk pengobatan, tetapi juga alat kesehatan fungsional. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan yang signifikan dari penggunaan perangkat cetakan injeksi di kompleks industri medis. (Chun, 2017)

Keanekaragaman jenis plastik memberikan banyak pilihan dalam penggunaan dan cara pembuatan dalam pengolahan pada material plastik. Berbagai metode pencetakan yang prosesnya belum tentu relevan dengan jenis material plastik terutama material *polypropylene* akan membuat biaya produksi menjadi mahal dan proses pabrikasi tidak sesuai dengan produk yang akan dibuat. *Injection Molding* merupakan proses yang paling umum digunakan untuk produksi bagian plastik. Sekitar 70% -80% di seluruh dunia menggunakan injeksi dalam produksi komponen plastik (Ahmed, 2011). *Injection molding* yaitu proses penginjekan material plastik yang berupa biji plastik yang telah dilelehkan mesin dengan panas tertentu dengan melihat sifat titik lebur dari jenis material plastik yang digunakan, lalu cairan plastik tersebut diinjeksikan ke dalam cetakan yang telah dibuat (Sidiq dkk., 2020).

Proses pencetakan pada material plastik yang tidak tepat akan membuat produk akan gagal dalam proses produksi dan membuat tingkat efisien menjadi lebih rendah. *Injection molding* terdiri dari tiga langkah proses utama, termasuk pengisian, pengepakan, dan pendinginan polimer. Langkah-langkah tersebut secara langsung mempengaruhi kualitas bagian yang dicetak. Proses pengisian cetakan dengan polimer dianggap sebagai landasan untuk memastikan kualitas replikasi yang tinggi diantara langkah-langkah ini (Seow dan Lam, 1997). Pada proses pengisian, polimer mengalir di sepanjang dinding cetakan untuk mengisi cetakan rongga. Namun, pada proses ini aliran polimer dapat memiliki pola pengisian yang berbeda-beda, tergantung pada lokasi *gate*, ketebalan rongga, dan letak ventilasi udara selama pengisian cetakan (Kazmer, 2009). Keberhasilan pabrikasi suatu komponen, parameter desain cetakan harus dipilih dengan memahami perilaku aliran polimer cair (Güldaş dkk., 2009).

Pemilihan desain *cooling system* yang tidak tepat akan mempengaruhi kualitas dan *cycle time* pada produk yang dicetak sehingga terjadi kerugian manufaktur yang merugikan dari segi waktu dan biaya. Dalam proses *injection*

molding, cooling system merupakan suatu siklus produksi yang sangat penting. Hasil produksi penampilan, sifat fisik, dan akurasi dimensi produk sangat bergantung pada kontrol suhu pada cetakan. Penyesuaian dan mempertahankan suhu cetakan sesuai desain mampu mempersingkat siklus *cycle time* untuk meningkatkan produktivitas. Oleh karena itu, pilihan parameter *cooling system* yang tepat akan meminimalisir *cost manufacturing* dan meningkatkan kualitas produk (Wei, 2009).

Analisa desain pada produk yang salah akan membuat kerugian terhadap produk yang dibuat karena akan berdampak terhadap produk yang dibuat tidak sesuai dengan fungsional produk. Analisis numerik dapat membantu menyelidiki pengaruh parameter pada kualitas replikasi. Dalam hal ini telah banyak digunakan untuk memberikan pedoman dalam desain proses pencetakan injeksi guna memprediksi hal lain seperti penyusutan dan dapat mempengaruhi kualitas hasil cetakan (Kumar dkk., 2002). Menentukan posisi *gate* dalam proses analisa menggunakan komputasi sangat diperhatikan guna meminimalisir kesalahan desain agar produk yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan fungsional produk dan menghindari cacat yang kemungkinan terjadi. Analisa dengan menggunakan *Moldflow Insight* menghasilkan kesimpulan bahwa kedua varian ukuran *gate* memiliki perbedaan efek yang berbeda pada cacat produksi *air traps* (Kapila dkk., 2015).

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian yang serupa ,pada tahun 2017 Chun melakukan penelitian untuk memprediksi masalah potensial, yang sering terjadi selama proses pembuatan perangkat medis sekali pakai dengan volume besar. Analisis pengisian rongga dilakukan untuk desain baru jarum suntik 3 cc menggunakan *polypropylene* (PP1), dan bahan *polypropylene* (PP2) berinti baru untuk mencari hasil yang lebih baik. Analisis ini telah dilakukan untuk kondisi pemrosesan yang berbeda serta berbagai desain ketebalan dinding untuk kedua bahan. Dengan bahan berinti, hanya desain ketebalan dinding asli yang dipelajari pada dua kondisi pemrosesan yang berbeda untuk tujuan perbandingan. Penelitiannya dilakukan untuk menyelidiki desain bagian yang optimal dan kondisi pemrosesan untuk dua bahan yang berbeda. Desain yang paling diinginkan dipilih dengan desain 3 untuk pemanfaatan material dan mengurangi tegangan aliran dengan membandingkan hasil lapangan. *Polypropylene* berinti baru memberikan kualitas dan pemrosesan produk yang sedikit lebih baik (Chun, 2017).

Bialasz dan Klepka (2019) melakukan simulasi pencetakan injeksi produk ber dinding tipis. Simulasi dirancang untuk menganalisis dampak potensial dari kondisi pemrosesan dan kondisi pendinginan pada cacat produk ber dinding tipis dari badan jarum suntik untuk mendapatkan hasil yang benar, analisis didasarkan pada perbandingan simulasi dengan data yang diperoleh setelah cetakan injeksi diproduksi. Mempertimbangkan empat kasus parameter dengan pengurangan tekanan injeksi dan tidak adanya dorongan tekanan dengan penurunan suhu cetakan injeksi. Hasil pengujian dianalisis dalam kondisi yang sesuai dengan rekomendasi produksi dan dengan parameter yang dioptimalkan oleh algoritma komputasi program komputer. Simulasi dilakukan dengan menggunakan program Simcon CadMould 3D-F. Kesimpulan pada simulasinya bahwa melakukan simulasi hanya mendekati kondisi fisik dan merupakan bantuan dalam parameter injeksi yang disesuaikan dengan baik. Hasil yang diperoleh benar, tetapi hanya mendekati hasil yang mungkin dan tidak sepenuhnya mencerminkan masalah nyata. Dalam hal ini dapat diprediksi: jalur aliran plastis - masalah pengisian formulir - kontribusi saluran suplai - gradien penyusutan injeksi - distribusi suhu dalam *compact* - kemungkinan deformasi permukaan (runtuh) - penurunan tekanan aliran material dirongga (Bialasz dan Klepka, 2019).

Dari beberapa uraian penelitian diatas menunjukkan bahwa proses analisa dan manufaktur komponen dengan material plastik *polypropylene* khususnya *syringe* yang tidak tepat akan mempengaruhi kualitas produk dan mengurangi nilai efisiensi dari proses produksi serta kerugian yang berdampak melambungnya biaya produksi. Komponen yang akan meningkatkan keefisienan manufakturing perlu dioptimalkan seperti *cooling system* dan *baffle* dengan memakai perbandingan dua desain *cooling system* yang berbeda agar dapat mengurangi nilai dari *cycle time* dan mendapat hasil yang lebih optimal antara perbandingan dua variasi desain tersebut. Penggunaan *part* tambahan seperti *baffle* atau *bubbler* akan memiliki dampak penyerapan kalor yang lebih efektif dan mempengaruhi waktu yang lebih singkat pada pendinginan produk maupun *cold runner* daripada komponen yang tidak memakai *part* tambahan. Analisa desain yang tepat akan mengurangi kecacatan produk dan meningkatkan kualitas produk. Beberapa kecacatan produk akan mungkin terjadi dan memerlukan langkah penanggulangan yang tepat. Cacat *air traps* menjadi cacat yang sering terjadi, maka *part ventilator* adalah suatu *part*

penunjang yang akan ditambahkan ke dalam desain *molding* karena mampu meminimalisir kecacatan *air traps*.

Penelitian akan membandingkan dua jenis varian *cooling system* agar mendapat desain yang tepat menggunakan analisa *Software Autodesk Moldflow Insight*. Hasil *clamping force* perhitungan rumus memiliki kemungkinan perbedaan hasil dengan analisa *Software Autodesk Moldflow Insight* pada proses injeksi. Hal tersebut akan menjadi bahan pertimbangan hasil yang akan dipilih agar memiliki nilai yang aktual pada saat proses analisa produk. Hasil yang diperoleh dari analisa *clamping force* akan menentukan spesifikasi mesin *injection molding* yang tepat agar dapat digunakan sesuai kebutuhan. Hal ini perlu diimbangi dengan penelitian yang lebih efisien dan efektif. Oleh karena itu, perlu adanya optimasi pada penelitian mengenai pabrikan komponen plastik khususnya alat suntik dengan *injection molding* dengan metode pemodelan atau simulasi yang lebih efisien. Dengan melakukan pemodelan diharapkan hasil cetakan yang dihasilkan nantinya kualitasnya menjadi lebih baik.

1.2 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini agar tidak menimbulkan permasalahan yang kemungkinan timbul, yaitu :

1. Produk yang didesain adalah tabung *syringe*.
2. Produk sebatas desain dan analisa karena untuk sampai produk jadi akan banyak menyita waktu dan biaya.
3. Konstruksi proses cetakan menggunakan sistem *injection mold 4 cavity 2 mold plate*.
4. Parameter analisa yang digunakan adalah parameter untuk *cooling system* dengan *Software Autodesk Moldflow Insight 2015*, tidak mencantumkan detail analisa *runner* agar meminimalisirkan waktu dan biaya.
5. Pendesainan *molding* menggunakan aplikasi *Software Autodesk Inventor 2021*.
6. Analisa *cooling system* pada produk hanya menggunakan *part* tambahan *baffle* agar mempersingkat waktu dan biaya.
7. Penanggulangan cacat produk hanya untuk cacat *air traps* dengan *part* penunjang *ventilator*.

8. *Ventilator* ditambahkan secara simbolis dengan mengabaikan perhitungan detail.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi desain *cooling system* produk *barrel syringe* terhadap kualitas hasil cetakan pada metode *injection molding*?
2. Bagaimana perbandingan pengaruh varian *part* tambahan *baffle* dengan varian yang tidak menggunakan *part* tambahan *baffle*?
3. Bagaimana cara menentukan *clamping force* agar dapat hasil yang aktual?
4. Bagaimana menentukan spesifikasi mesin dari hasil analisa produk *barrel syringe*?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh variasi desain *cooling system* terhadap indikator yang dianalisa dari hasil cetakan *barrel syringe* pada metode *injection molding two mold plate*.
2. Mengetahui perbandingan efektifitas *part* tambahan *baffle* dengan varian yang tidak menggunakan *baffle* untuk proses cetakan produk *barrel syringe* pada metode *injection molding two mold plate* dalam hal penyerapan panas.
3. Membandingkan hasil analisa *clamping force* pada *Software Autodesk Moldflow Insight* dengan hasil perhitungan rumus untuk *clamping force*.
4. Menentukan spesifikasi mesin *injection molding* menggunakan analisa *clamping force*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Menjadi acuan referensi kedepan bagi yang akan membuat desain dan sistem simulasi *injection mold* sistem *2 mold plate* agar diperoleh pengembangan yang lebih optimal dalam bidang teknologi plastik.