

ANALISIS PRODUK SPION PS 135 DENGAN PENGATURAN PARAMETER *MELT TEMPERATURE* MATERIAL PLASTIK *POLYPROPYLENE* (PP) PADA PROSES *INJECTION MOLDING*

(Studi Kasus PT. Sinar Agung Selalu Sukses Karanganyar Jawa Tengah)

Rizka Zahra Wulansari, Yuyun Estriyanto, S.T.,M.T., Budi Harjanto, S.T.,M.Eng.

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS

Kampus V UNS JL. Ahmad Yani 200, Surakarta, Telp./Fax. 0271 718419

Email: rizkaza@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kualitas produk sangat menentukan tingkat keberhasilan suatu proses produksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh parameter *melt temperature* dan nilai *melt temperature* yang menghasilkan produk dengan kualitas terbaik, serta kesesuaian antara *software* simulasi dengan aplikasi produksi di industri untuk desain parameter kerja *melt temperature* pada proses *injection molding* produk plastik *Polypropylene* (PP).

Penelitian ini dilakukan dengan analisis kualitas produk *injection molding* (Spion PS 135) menggunakan *software Autodesk Inventor 2013*, dengan memvariasikan parameter *melt temperature*. Beberapa variasi parameter *melt temperature* dieksekusi menggunakan mesin *injection molding* Haitian HTF 160X. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif.

Data dan analisis hasil penelitian menunjukkan parameter *melt temperature* mempengaruhi *total part weight*, *quality prediction*, *cacat shrinkage* dan *sink mark* produk Spion PS 135. *Quality prediction* terbaik produk Spion PS 135 adalah pada parameter *melt temperature* 210^s/d280°C, dengan kualitas terbaik pada nilai *melt temperature* 210°C dan 220°C. Analisis secara visual produk, menggunakan *software Autodesk Inventor 2013*, sesuai dengan hasil eksekusi menggunakan mesin *injection molding*.

Kata kunci: *injection molding*, *polymer melt temperature*, *Autodesk Inventor*, *polypropylene*, *quality prediction*

ABSTRACT

The quality of product is most important to measuring of successfully of production procces. The objectives of this research are to investigate the effect of melt temperature parameter, the melt temperature parameter resulting in the best rearview mirror case, and the correspondence between the simulation software and the production application in industry for the work parameter design of melt temperature on the injection molding process of polypropylene (PP) plastic product.

This research was conducted by analyzing the quality product injection molding of the rearview mirror case product of PS 135, used the software of Autodesk Inventor 2013 included the variations of melt temperature. The variations of melt temperature were executed by using the injection molding machine of Haitian HTF 160X. The data of the research were analyzed by using the descriptive technique of analysis.

The result of the research shows that the melt temperature parameter influence the total part weight, quality prediction, shrinkage defect, and sink mark defect of the rearview mirror case product of PS 135. The best quality prediction of the rearview mirror case product of PS 135 result from parameter of the melt temperatures ranging 210^{os}/d280°C, with the best quality of the product at melt temperature of 210°C and 220°C. The visual analysis on the rearview mirror case product used the software of Autodesk Inventor 2013 has a correspondence with the execution of the injection molding machine.

Keywords: injection molding, polymer melt temperature, Autodesk Inventor, Polypropylene, quality prediction.

1. PENDAHULUAN

Produk plastik banyak beredar di pasaran merupakan salah satu fakta bahwa material plastik mulai dipergunakan untuk menggantikan produk-produk dari material lain, misalnya produk dari logam. Kualitas produk yang dihasilkan sangat ditentukan oleh komposisi bahan, proses pembuatan dan parameter proses produksi lainnya. Proses pemesinan yang banyak digunakan untuk memproduksi produk plastik adalah *injection molding*, karena mampu memproduksi dalam kapasitas tinggi, menghasilkan material sisa yang sedikit dan membutuhkan tenaga kerja yang sedikit. Kendala yang sering terjadi adalah produk yang dihasilkan cacat atau tidak sesuai cetakan. *Melt temperature* merupakan salah satu parameter kerja yang mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan pada proses *injection molding*. Langkah awal yang

biasanya dilakukan untuk menghasilkan suatu produk plastik yang berkualitas menggunakan adalah dengan *try and error*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui desain dan parameter produksi yang sesuai sehingga produk *molding* yang dihasilkan memiliki kualitas yang diharapkan. Simulasi menggunakan *software* dengan mengatur *melt temperature* dapat diminimalkan waktu dan biaya produksi.

2. KAJIAN PUSTAKA

Polypropylene merupakan material polimer termoplastik, yang terbentuk dari polimerisasi monomer-monomer *propylene* yang membentuk rantai monomer yang berulang. Seorang ahli material berpendapat, “*Polypropylene (PP) is synthesized by the polymerization of propylene, a monomer derived from petroleum products through the reaction*” (Harper, 2006: 2.42).

Penggunaan *polypropylene* antara lain untuk plastik kemasan, peralatan rumah tangga, bagian penyusun peralatan elektronik maupun kendaraan bermotor. Pengolahannya dapat dilakukan dengan ekstruksi atau *injection molding*.

Pada proses *injection molding*, material plastik dilelehkan kemudian dimasukkan dalam cetakan (*cavity*) dengan tekanan tinggi sampai memenuhi seluruh rongga di cetakan, yang selanjutnya didinginkan sehingga terbentuk produk plastik sesuai cetakan.

Menurut Firdaus dan Tjitro (2002), ada beberapa parameter yang harus diperhatikan untuk menghasilkan produk yang berkualitas pada proses *injection molding*, antara lain:

- 1) Temperatur leleh (*melt temperature*)
- 2) Batas tekanan (*pressure limit*)
- 3) Waktu tahan (*holding time*)
- 4) Waktu penekanan (*holding pressure*)
- 5) Temperatur cetakan (*mold temperature*)
- 6) Kecepatan injeksi (*injection rate*)
- 7) Ketebalan dinding cetakan (*wall thickness*)

Melt temperature polimer adalah temperatur dimana polimer mengalami perubahan fasa, dari fasa padat menjadi cair. Menurut Harper dan Petrie (2003), mengenai pengertian *melting temperature*: “*Melting temperature (T_m) is a true transition temperature. This means that at*

T_m, both the liquid and solid phases have the same free energy” (hlm. 342).

Tabel 1. Tabel Pedoman Parameter *Injection Molding*

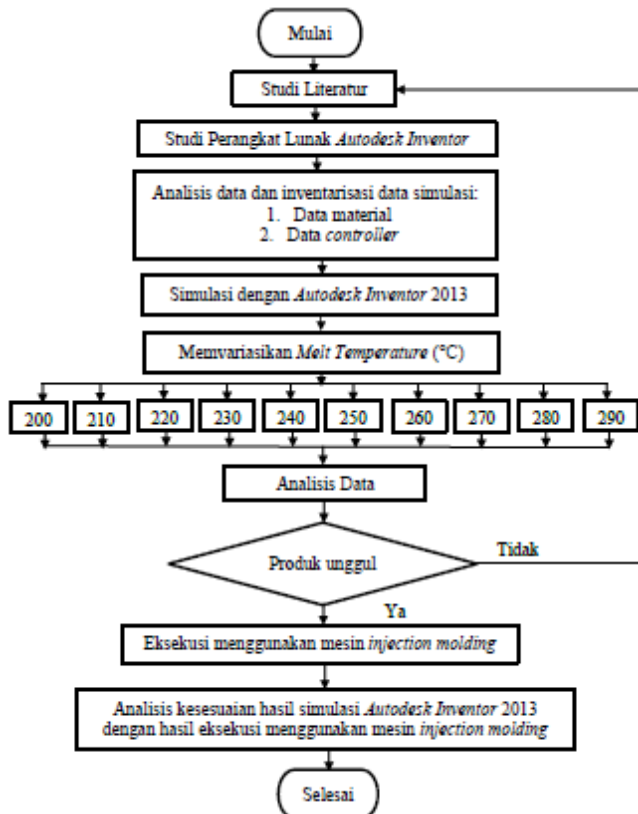
Material	Melt temp. range, °C	Mold temp. range, °C	Drying temp., °C	Drying times, hr
ABS	220 ^o / _a 260	60 ^o / _a 90	80 ^o / _a 85	2 ^o / _a 4
PC	280 ^o / _a 320	80 ^o / _a 120	120	2 ^o / _a 4
PP	220 ^o / _a 275	30 ^o / _a 80	80	2 ^o / _a 3

Sumber: Harper (2006: 1.25-1.26)

3. METODE PENELITIAN

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Material yang digunakan adalah *polypropylene* Globalene 7533.
- b. Simulasi menggunakan *software Autodesk Inventor 2013*.
- c. Mesin yang digunakan adalah mesin *injection molding* HAITIAN HTF 160X.
- d. *Mold temperature* 50°C, *injection pressure* 85 MPa, *injection time* 2 s dan *clam open time* 7 s.
- e. Part yang dianalisis adalah spion PS 135.
- f. Gate location terdapat pada X= 1,246 mm, Y= -84,097 mm dan Z= 5,500 mm.
- g. Cacat produk yang dianalisis adalah *short shot*, *sink mark*, *weld lines* dan *air traps*.
- h. Nilai *melt temperature* yang digunakan adalah 200°C, 210°C, 220°C, 230°C, 240°C, 250°C, 260°C, 270°C, 280°C dan 290°C.



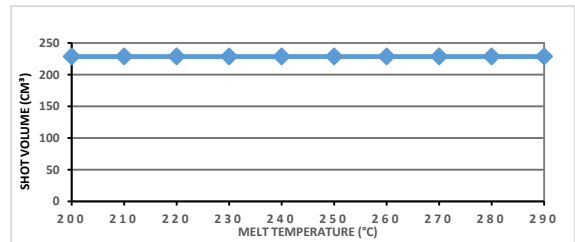
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL PENELITIAN

Hasil simulasi produk *injection molding* menunjukkan pengaruh variasi parameter *melt temperature* terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Berikut ini adalah hubungan antara variabel penentu kualitas produk dengan parameter *melt temperature* yang digunakan.

a. Shot Volume

Shot volume merupakan jumlah volume plastic leleh yang dibutuhkan untuk memenuhi *cavity* pada proses pembentukan produk *injection molding*.

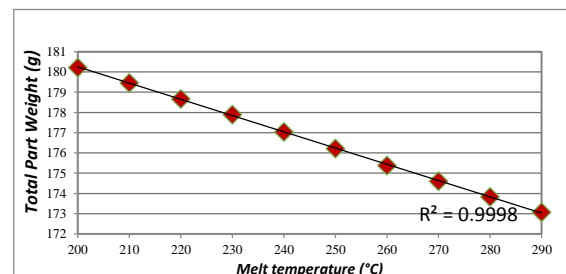


Gambar 2. Grafik Hubungan *Melt Temperature* dengan *Shot Volume* pada Simulasi Produk *Injection Molding*.

Volume yang dibutuhkan dipengaruhi oleh tekanan dan waktu pengisian *cavity*. Mesin *injection molding* akan bekerja secara otomatis menyesuaikan tekanan terhadap waktu yang ditentukan, sehingga volume yang diinjeksikan dapat memenuhi *cavity*. Parameter *melt temperature* tidak mempengaruhi volume yang diinjeksikan.

b. Total Part Weight

Total Part Weight adalah berat produk *injection molding* yang dihasilkan dengan menggunakan parameter yang telah ditentukan.

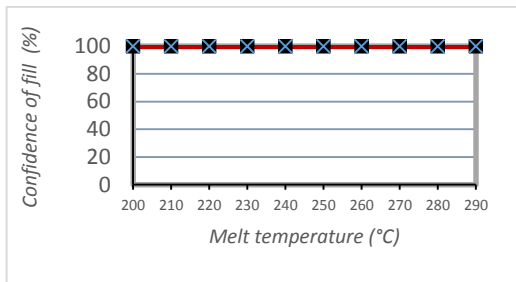


Gambar 3. Grafik Hubungan *Melt Temperature* dengan *Total Part Weight* pada Simulasi Produk *Injection Molding*

Pada proses pengisian *cavity*, plastik leleh diinjeksikan sesuai dengan jumlah volume *part* yang dibuat. Pada saat suhu lelehan plastik yang digunakan meningkat, volume lelehan plastik meningkat karena volume plastik memuai. Akan tetapi volume yang dibutuhkan untuk memenuhi *cavity* tetap, hal ini menyebabkan berat plastik yang diinjeksikan menurun.

c. *Confidence of Fill*

Confidence of fill merupakan kemampuan material *injection molding* untuk mengisi penuh *cavity*.



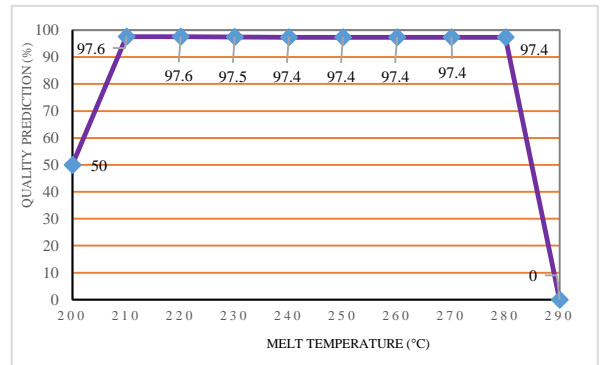
Gambar 4. Grafik Hasil Analisis *Confidence of Fill* Hasil Simulasi Produk *Injection Molding*

Pada temperature 200^s/_d290^c memiliki sifat kemampuan alir yang baik, sehingga mampu memenuhi seluruh rongga cetakan.

d. *Quality Prediction*

Quality prediction adalah prediksi kualitas produk *injection molding* yang disimulasi. Nilai *quality prediction* ditunjukkan dengan

prosentase dan warna pada hasil visual simulasi.



Gambar 5. Grafik Hasil Analisis *Quality Prediction* Hasil Simulasi Produk *Injection Molding*

Hasil analisis produk *injection molding* dengan simulasi menunjukkan produk yang nilai kualitas yang tinggi merupakan produk dengan parameter *melt temperature* pada rentang 210^s/_d280^c. Kualitas produk akan menurun pada penggunaan parameter *melt temperature* di bawahnya dan di atasnya. Pada rentang *melt temperature* 210^s/_d280 hanya ditemukan cacat sedikit yaitu kurang dari 3% dari kualitas keseluruhan.

Produk yang menggunakan parameter *melt temperature* 200^c memiliki kualitas sedang, pada penggunaan parameter ini produk akan mengalami cacat *sink mark* di beberapa bagian, yaitu cekungan-cekungan pada permukaannya karena

material plastik mengalami pendinginan yang lebih cepat, terlalu kental, alirannya lambat dibandingkan dengan penggunaan parameter *melt temperature* 210^s/d280°C.

Produk yang menggunakan parameter 290°C memiliki kualitas yang buruk. Penggunaan parameter ini akan menyebabkan produk yang dihasilkan mengalami gagal produksi. Cacat yang dominan akan timbul adalah cacat *shrinkage*, yaitu cacat akibat penyusutan material plastik. Hal ini terjadi karena pada temperatur yang tinggi di atas *melt temperature* standar, material plastik akan mengalami muai volume yang cukup tinggi. Muai volume yang tinggi menyebabkan material plastik memiliki tingkat penyusutan yang tinggi, apabila produk telah dingin dan memiliki suhu ruang, produk akan mengalami penyusutan yang tinggi ditandai dengan timbulnya cekungan dan lengkungan pada sebagian besar produk.

e. *Air Traps*

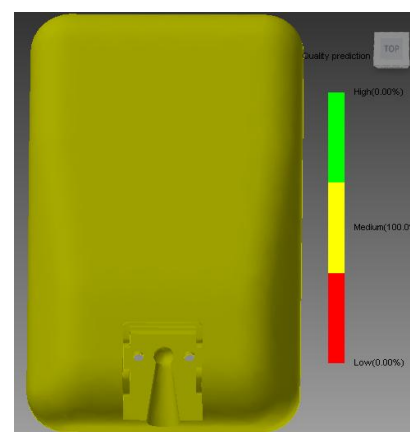
Air traps adalah cacat yang ditandai dengan adanya udara yang terjebak di dalam produk *injection molding*. Tidak terjadi perubahan yang signifikan pada jumlah *air traps* pada peningkatan penggunaan parameter *melt temperature*.

f. *Weld Lines*

Weld lines adalah cacat yang ditandai dengan adanya garis pada produk *injection molding*. Cacat *weld lines* terjadi karena pertemuan aliran lelehan plastik yang berbeda. Keseluruhan mengalami cacat *weld lines* yang terjadi pada daerah sekitar *injection point*, hal ini menunjukkan pada daerah sekitar *injection point* terdapat banyak pertemuan aliran plastik sehingga timbul cacat *weld lines*.

Pembandingan hasil simulasi dengan hasil eksekusi dengan mesin *injection molding* di PT.Sinar Agung Selalu Sukses, sebagai berikut:

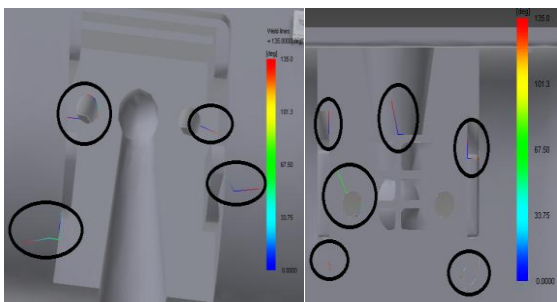
1) *Melt Temperature* 200°C



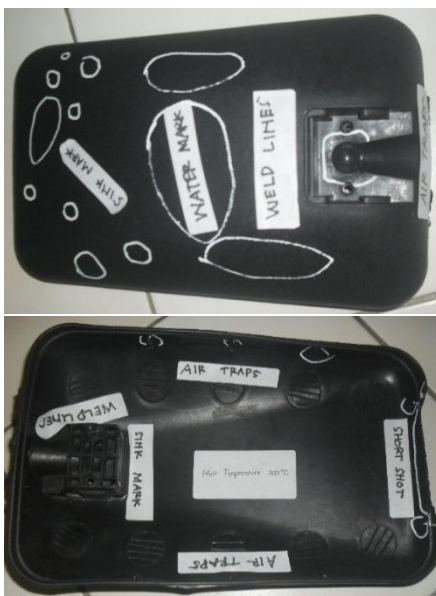
Gambar 6. Hasil Analisis Simulasi *Quality Prediction* Produk *Injection Molding* dengan *Melt Temperature* 200°C



Gambar 7. Hasil Analisis Simulasi Air Traps Produk Injection Molding dengan Melt Temperature 200°C

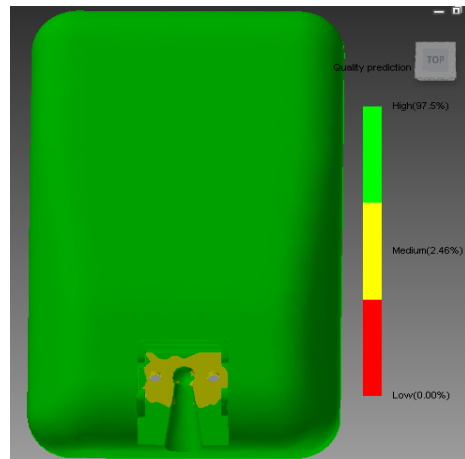


Gambar 8. Hasil Analisis Simulasi Weld Lines Produk Injection Molding dengan Melt Temperature 200°C

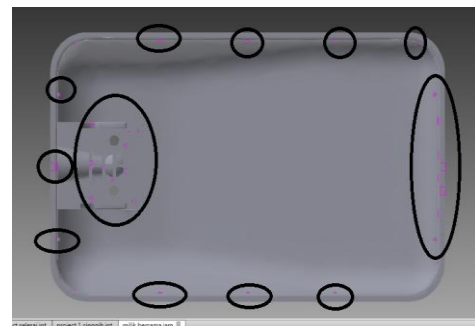


Gambar 9. Hasil Eksekusi Produk Injection Molding dengan Melt Temperature 200°C

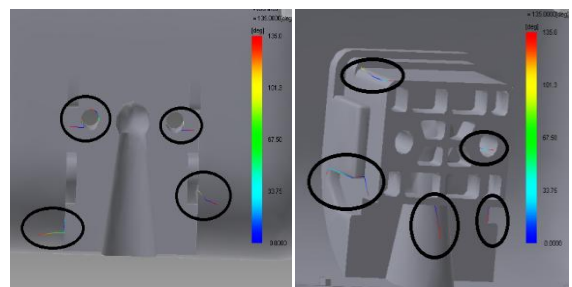
2) Melt Temperature 230°C



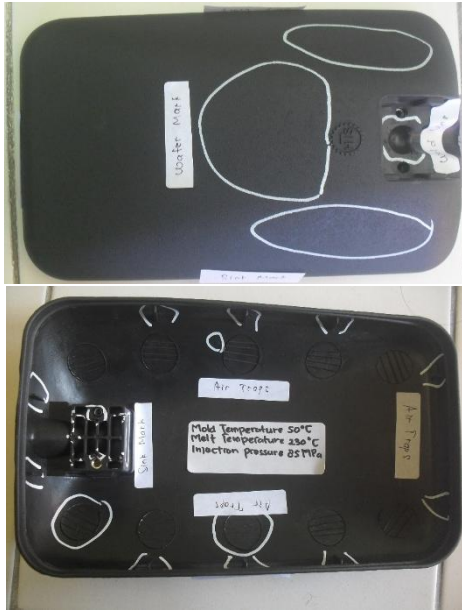
Gambar 10. Hasil Analisis Simulasi Quality Prediction Produk Injection Molding dengan Melt Temperature 230°C



Gambar 11. Hasil Analisis Simulasi Air Traps Produk Injection Molding dengan Melt Temperature 230°C

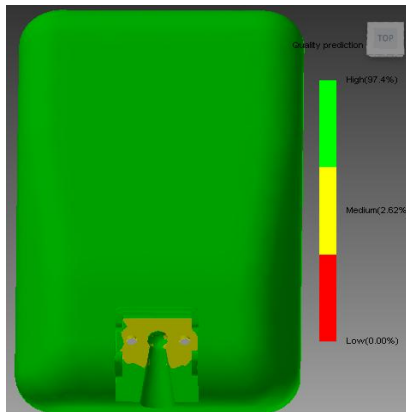


Gambar 12. Hasil Analisis Simulasi Weld Lines Produk Injection Molding dengan Melt Temperature 230°C

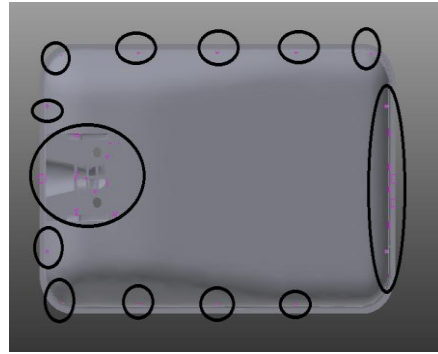


Gambar 13. Hasil Eksekusi Produk *Injection Molding* dengan *Melt Temperature 230°C*

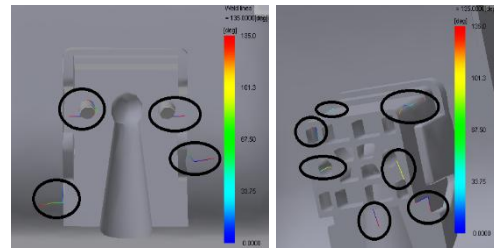
3) *Melt Temperature 250°C*



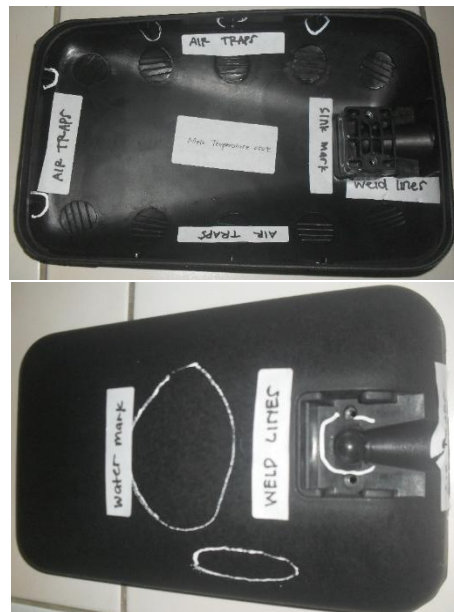
Gambar 14. Hasil Analisis Simulasi *Quality Prediction* Produk *Injection Molding* dengan *Melt Temperature 250°C*



Gambar 15. Hasil Analisis Simulasi *Air Traps* Produk *Injection Molding* dengan *Melt Temperature 250°C*



Gambar 16. Hasil Analisis Simulasi *Weld Lines* Produk *Injection Molding* dengan *Melt Temperature 250°C*



Gambar 17. Hasil Eksekusi Produk *Injection Molding* dengan *Melt Temperature 250°C*

Hasil analisis secara visual, perbandingan hasil simulasi dengan hasil eksekusi dengan mesin *injection molding* di PT.Sinar Agung Selalu Sukses menunjukkan kesesuaian hasil simulasi dengan hasil eksekusi menggunakan mesin *injection molding* di industri.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan:

- a. Parameter *melt temperature* mempengaruhi *total part weight* dan *quality prediction* produk Spion PS 135 pada proses *injection molding* dengan analisis produk menggunakan simulasi. Peningkatan *melt temperature* menyebabkan penurunan *total part weight*. Hal ini berkaitan erat dengan tingkat penyusutan material.
- b. *Quality prediction* terbaik produk Spion PS 135 pada proses *injection molding* dengan analisis produk menggunakan simulasi *software Autodesk Inventor 2013* adalah pada parameter *melt temperature* 210°/d280°C, dengan tingkat kualitas terbaik pada nilai *melt temperature* 210°C dan 220°C.
- c. Hasil dari eksekusi menggunakan mesin *injection molding* di industri menunjukkan bahwa secara visual terdapat kesesuaian antara hasil

simulasi *software Autodesk Inventor 2013* dengan produk *injection molding*.

6. SARAN

Berdasarkan hasil dan analisis data penelitian yang diperoleh, maka dapat disampaikan saran sebagai berikut:

- a. Penentuan parameter kerja harus dipertimbangkan dalam melakukan desain produk sehingga hasil *injection molding* memiliki kualitas optimum.
- b. Perlu dilakukan pengembangan penelitian tentang prosentase cacat dari penelitian ini.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Akbarzadeh, A. & Sadeghi, M. (2011). Parameter Study in Plastic Injection Molding Process using Statistical Methods and IWO Algorithm. *International Journal of Modeling and Optimization*, 1 (2), 141-145
- Alexandra, S. (2008). *Implementasi Desain Eksperimen untuk Mengurangi Kecacatan Produk pada Proses Injection Molding yang Menggunakan Bahan Daur Ulang di PT. Meta Plastik*. Skripsi dipublikasikan, Universitas Kristen Petra, Surabaya
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Ashby, M.F. & Jones, D. R. H. (2006). *Engineering Materials 2-An Introduction to Microstructures*,

- Processing and Design*. Oxford, UK: Elsevier's Science and Technology Rights
- BASF (2001). *Injection Molding Processing Solutions*. USA: BASF Corporation
- Bharti, P.K. & Khan, M. I. (2010). Recent Methods for Optimization of Plastic Injection Molding Process –A Retrospective and Literature Review. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2(9), 4540-4554
- Callister, W.D. & Rethwisch, D.G. (2008). *Fundamentals of Materials Science and Engineering*. Asia: John Wiley & Sons, Inc
- Firdaus & Tjitro, S. (2002). Studi Eksperimental Pengaruh Paramater Proses Pencetakan Bahan Plastik Terhadap Cacat Penyusutan (Shrinkage) pada Benda Cetak Pneumatics Holder. *Jurnal Teknik Mesin*, 4 (2), 75 – 80
- Harper, C.A. & Petrie, E.M. (2003). *Plastics Materials and Processes-A Concise Encyclopedia*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Harper, C.A. (Ed) (2006). *Handbook of Plastics Technologies*. United States of America: The Mc.Graw-Hill Companies, Inc.
- Hidayat, N. & Shanhaji, A. (2011). *Autodesk Inventor Mastering 3D Mechanical Design*. Bandung: Informatika
- LCY Chemical Corp. (2013). Globalene 7533 Data Sheet. Diakses tanggal 15 Juli 2013 melalui <http://www.lcygroup.com/>
- Sembiring, P. (2010). *Pengaruh Campuran 50% Polypropylene, 30% Polyethylene, 20% Polystyrene terhadap Variasi Temperature pada Proses Injection Molding Tipe Teforma RN 350*. Skripsi Dipublikasikan Universitas Sumatra Utara
- Siburian, R.A.F & Simbolon, T.R. (2008). *Polimer: Ilmu Material*. Medan: USU Press
- Singh, A.K. & Singh, D.K. (2012). Modelling and Analysis of Mold Filling Parameters for PP and ABS Materials Using Software Simulation. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 1 (7), 1-5
- Soejanto, I. (2009). *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Sugiyono (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sugondo, A., Anggono, W., & Siahaan, H.I. (2007). Minimalisasi Cacat dengan Pengaturan Tekanan terhadap Kualitas Produk pada Proses Injection Molding dengan Menggunakan Simulasi. *Jurnal TEKNO SIM 2007*
- Van Vlack, L.H. (2004). *Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material*. Terj. Sriati Djaprie. Jakarta: Erlangga. (Buku asli diterbitkan 1889)