Mars: Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Ilmu Komputer
Volume 3 Nomor 1, Tahun 2025
e-ISSN : 3031-8742, dan p-ISSN : 3031-8750, Hal. 172-183
DOI: https://doi.org/10.61132/mars.v3i1.672
Available online at: https://journal.arteii.or.id/index.php/Mars

Analisa Dampak Variasi Parameter Temperatur Injeksi dan Waktu Pendinginan Terhadap Cacat Produk *Cap Tube Oval* Pada Proses Injection Moulding

Agus Kholistiyanto[1*], Sulistyono Sulistyono [2]
[1 2]Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Alamat: Jl. Soekarno Hatta No. 9. Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Tmur 65141
Korespondensi penulis: ajkholistiyanto@gmail.com[*]

Abstract. *Plastic products are materials that we commonly encounter in everyday life, the use of goods made from plastic raw materials is increasing. Starting from products with simple shapes such as food and beverage packaging, household appliances, kitchen utensils, cosmetic containers, to automotive component products. The plastic injection molding process requires a variety of precise setting parameters, some of which concern heating temperature, amount of material used, cooling system, mold holding time, injection speed, and other parameters. These parameters are things that affect product quality and defects. Another reason for product defects is that the process parameter settings have not been standardized and the trial and error method is still used, so the results are not optimal. One of the defects that occurs in the oval tube cap product is a loose top cap defect (cannot close). This study aims to determine the effect of injection temperature and cooling time on loose top cap defects in oval tube cap products. This study uses quantitative research by conducting repeated experiments to collect data, this method is carried out by varying the injection temperature parameters, namely 210 ° C, 220 ° C, and 230 ° C with a cooling time of 8 seconds, 10 seconds, and 12 seconds. The results obtained from this study are that if the injection temperature used is lower, the level of defects that occur will be higher, while if the selection of a higher cooling time, the level of defects that occur will be lower. From this research, the correct parameters can be obtained at an injection temperature of 220 °C and a cooling time of 12 seconds.*

Keywords*: Cooling Time, Cap Tube Oval, Defects of Loose Top Cap, Injection Temperature, Plastic Injection Moulding*

Abstrak. Produk plastik merupakan bahan yang lazim kita temui dalam kehidupan sehari-hari, pemakaian barang-barang yang terbuat dari bahan baku material plastik semakin meningkat. Mulai dari produk dengan bentuk sederhana seperti, kemasan makanan dan minuman, peralatan rumah tangga, perkakas dapur, wadah kosmetik, sampai dengan produk komponen otomotif. Proses injeksi cetak plastik membutuhkan variasi parameter pengaturan yang tepat, beberapa diantaranya menyangkut suhu pemanasan, jumlah material yang digunakan, sistem pendinginan, waktu pencekaman cetakan, kecepatan injeksi, dan parameter lainnya. Parameter tersebut merupakan hal-hal yang memengaruhi kualitas dan cacat produk. Alasan lain terjadinya cacat produk dikarenakan belum terstandarisasinya pengaturan parameter proses serta masih memakai cara *trial and error*, sehingga hasil yang dikeluarkan tidak optimal. Salah satu cacat yang terjadi pada produk *cap tube oval* adalah cacat tutup atas renggang (tidak bisa menutup). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur injeksi dan waktu pendinginan terhadap cacat tutup atas renggang pada produk *cap tube oval*. Pada penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif dengan melakukan eksperimen secara berulang kali untuk mengumpulkan data, metode ini dilakukan dengan cara memvariasikan parameter temperatur injeksi yaitu sebesar 210 °C, 220 °C, dan 230 °C dengan waktu pendinginan yaitu sebesar 8 detik, 10 detik, dan 12 detik. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah apabila temperatur injeksi yang digunakan semakin rendah maka tingkat kecacatan yang terjadi akan semakin tinggi sedangkan apabila pemilihan waktu pendinginan yang semakin tinggi maka tingkat kecacatan yang terjadi semakin rendah. Dari penelitian ini bisa didapatkan parameter yang tepat adalah pada temperatur injeksi 220 °C dan waktu pendinginan 12 detik.

Kata kunci: Cacat Tutup Atas Renggang, *Cap Tube Oval*, Injeksi Cetak Plastik, Temperatur Injeksi, Waktu Pendinginan

Received Desember 17,2024; Revised Desember 31,2024; Accepted Januari 18, 2025; Online Available Januari 20,2025

1. LATAR BELAKANG

Produk plastik sangat umum dalam kehidupan sehari-hari, dengan penggunaannya yang semakin meningkat untuk berbagai barang, mulai dari kemasan hingga komponen otomotif. Keunggulan plastik sebagai bahan baku, seperti harga yang terjangkau, sifat yang mudah dibentuk, kekuatan, ringan, dan daya tahan, menjadi alasan utama pemilihannya.

Proses injeksi cetak plastik melibatkan berbagai parameter pengaturan, seperti suhu pemanasan, jumlah material, sistem pendinginan, waktu pencekaman, dan kecepatan injeksi. Namun, banyaknya variabel ini sering kali menyebabkan cacat produk, terutama karena belum terstandarisasinya pengaturan dan penggunaan metode *trial and error*. Contoh cacat yang muncul adalah tutup atas renggang pada produk *cap tube oval.*

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh temperatur injeksi dan waktu pendinginan terhadap cacat tutup atas renggang pada produk *cap tube oval*. Melalui penelitian ini, diharapkan peneliti dapat memahami dampak masing-masing faktor dan interaksinya, sehingga dapat meningkatkan kualitas produk plastik melalui pengaturan parameter yang lebih efektif.

2. KAJIAN TEORITIS

Injeksi Cetak Plastik

Proses injeksi cetak plastik adalah metode pembentukan objek dari material *thermoplastic*, yang diawali dengan memasukkan butiran plastik ke dalam *hopper*, lalu memanaskannya dalam silinder injeksi hingga meleleh. Proses ini melibatkan beberapa tahap: pengisian cetakan *(mould filling)*, penahanan plastik leleh untuk mengatasi penyusutan *(holding)*, pendinginan *(cooling)*, dan pengeluaran produk (*ejection*). Parameter yang memengaruhi proses ini mencakup temperatur *barrel*, batas tekanan, waktu tahan, waktu penekanan, temperatur cetakan, kecepatan injeksi, waktu pendinginan, tekanan injeksi, dan *backpressure*.

Cacat Produk

Cacat produk yang umum terjadi dalam injeksi cetak plastik dapat dikelompokkan berdasarkan penyebabnya, seperti material, mesin, dan parameter pengoperasian. Beberapa cacat yang sering ditemui meliputi *short shot, flash, flow mark, warpage*, dan *sink mark*. Misalnya, *warpage* disebabkan oleh perbedaan temperatur injeksi dan waktu pendinginan yang tidak merata, sedangkan sink mark muncul karena tidak cukupnya molekul polimer untuk mengompensasi penyusutan.

Material Plastik *Polypropylene (Pp)*

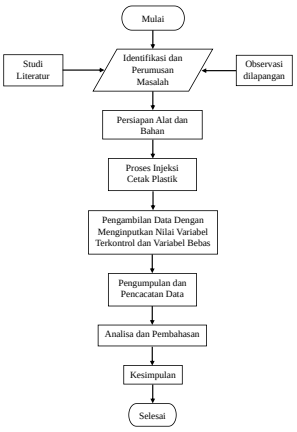
Polypropylene (PP) adalah jenis plastik yang kuat, ringan, dan tahan panas, sering digunakan dalam kemasan, ember, dan barang-barang rumah tangga. Plastik ini dianggap aman untuk digunakan kembali atau didaur ulang.

Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini menyatakan bahwa terdapat pengaruh temperatur injeksi dan waktu pendinginan terhadap proses injeksi cetak plastik, yang berdampak pada hasil cacat tutup atas renggang pada produk. Hipotesis nol (H0) mengungkapkan bahwa tidak ada pengaruh signifikan antara temperatur injeksi dan waktu pendinginan, serta interaksinya, terhadap cacat tutup atas renggang pada produk *cap tube oval* dalam proses injeksi cetak plastik. Sementara itu, hipotesis alternatif (H1) menyatakan bahwa terdapat pengaruh signifikan antara temperatur injeksi dan waktu pendinginan, serta interaksinya, terhadap cacat tutup atas renggang pada produk *cap tube oval* dalam proses injeksi cetak plastik.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang dilakukan dengan cara melaksanakan eksperimen secara berulang dengan menentukan variabel terkontrol, variabel terikat, dan menginputkan data variabel bebas. Kemudian dilakukan proses analisis data menggunakan grafik untuk mengetahui pengaruh temperatur injeksi dan waktu pendinginan terhadap cacat produk, dan menggunakan metode *anova* untuk mengetahui interaksi yang terjadi dan dapat diambil kesimpulan dari proses penelitian tersebut. Pada penelitian dibutuhkan alat dan bahan seperti mesin injeksi cetak plastik, *mould*/cetakan *cap tube oval*, dan material plastik *polypropylene (PP).*



Gambar 1. Diagram Alir

Pada penelitian ini menggunakkan variabel terkontrol yaitu kecepatan injeksi, tekanan injeksi, tekanan balik, temperatur barrel, dan waktu tahan. Berikut ini nilai variabel terkontrol pada penelitian ini:

- Kecepatan Injeksi : 50 mm/*s*
- Tekanan Injeksi : 1000 kg*f*/cm²
- Tekanan Balik : 20 kg*f*/cm²
- Temperatur *Barrel* : 185 °C
- Waktu Tahan : 1.10 detik

Variabel bebas pada penelitian yaitu temperatur injeksi dan waktu pendinginan dengan 3 level faktor. Nilai variabel bebas pada penelitian adalah sebagai berikut:

- Temperatur Injeksi : 210 °C, 220 °C, dan 230 °C
- Waktu Pendinginan : 8 detik, 10 detik, dan 10 detik

Variabel terikatnya yaitu cacat tutup atas renggang pada produk *cap tube oval*.

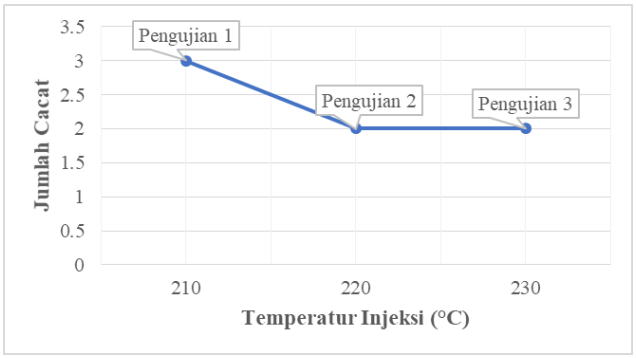
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Temperatur Injeksi

Pengaturan parameter temperatur injeksi merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam proses injeksi cetak plastik. Pada pengujian pengaruh temperatur injeksi ini terdapat beberapa cacat yang terjadi yang menyebabkan hasil produk mengalami tutup atas renggang, yaitu cacat *warpage* dan *sinkmark*. Pada pengujian ini parameter temperatur injeksi divariasikan dengan mempertahankan nilai waktu pendinginan yang konstan yaitu antara 8-12 detik. Jadi diambil titik tengah dari parameter waktu pendinginan yaitu 10 detik. Berikut tabel hasil pengujian pengaruh temperatur injeksi terhadap cacat tutup atas renggang dengan diambil 5 kali pengulangan.

Tabel 1. Pengaruh Temperatur Injeksi Terhadap Cacat

Pengujian	Temperatur Injeksi (°C)	Waktu Pendinginan (detik)	Pengulangan					Jumlah Cacat
			1	2	3	4	5	
Pengujian 1	210	10	0	1	1	1	0	3
Pengujian 2	220	10	0	1	0	0	1	2
Pengujian 3	230	10	1	1	0	0	0	2



Gambar 2. Grafik Pengaruh Temperatur Injeksi Terhadap Cacat

Berdasarkan gambar 2. dapat dilihat bahwa :

1. Pada pengujian 1 menggunakan parameter temperatur injeksi 210 °C dengan waktu pendinginan 10 detik menghasilkan jumlah cacat 3 produk dari 5 kali pengulangan pengambilan sampel produk.
2. Pada pengujian 2 menggunakan parameter temperatur injeksi 220 °C dengan waktu pendinginan 10 detik mengalami penurunan jumlah cacat yaitu 2 produk dari 5 kali pengulangan pengambilan sampel produk.
3. Pada pengujian 3 menggunakan parameter temperatur injeksi 230 °C dengan waktu pendinginan 10 detik juga menghasilkan jumlah cacat sama yaitu 2 produk dari 5 kali pengulangan pengambilan sampel produk.

Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai temperatur injeksi yang digunakkan pada proses *injection moulding*, maka semakin menurun jumlah produk cacat yang dihasilkan, kemudian apabila parameter yang digunakan semakin rendah maka jumlah cacat produk yang dihasilkan tinggi. Pada penelitian ini menggunakan mesin *JSW-350 ADS* dengan pemilihan temperatur 220 °C dan 230 °C merupakan temperatur yang tepat yang menghasilkan jumlah cacat produk yang kecil. Hasil penelitian tersebut sesuai dengan penelitian yang berjudul "Analisa Kualitas Produk dengan Pengaturan Parameter Temperatur Injeksi Material Plastik *Polypropylene (PP)* Pada Proses *Injection Molding*". Pada penelitian tersebut bertujuan untuk menganalisis pengaruh temperatur injeksi terhadap kualitas produk penyangga gantungan lemari pakaian. Produk terbuat dari jenus material yaitu *polypropylene (PP)*. Pada penelitian tersebut digunakan parameter temperatur injeksi 160 °C, 165 °C, dan 170 °C. Hasil penelitian menunjukkan pada temeparatur injeksi 160 °C dan 165 °C, kualitas produk masih belum terbentuk sempurna akibat masih banyak cacat yang terjadi. Produk didapat dengan hasil sempurna yaitu pada temperatur 170 °C. Temperatur injeksi dibawah temperatur leleh akan mengakibatkan cacat lebih dominan terjadi (Indra Mawardi, 2015).

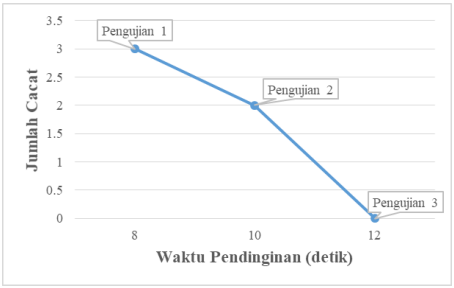
Penggunaan temperatur injeksi yang kurang dan berlebihan akan menyebabkan kecacatan lainnya seperti *unmouldid, jetting*, dan *flashing*. Jadi dapat disimpulkan bahwa temperatur injeksi yang tidak tepat menyebabkan lelehan material tidak bisa menyebar sempurna sesuai dinding cetakan dan mengakibatkan hasil produk mengalami cacat pada bagian tutup atas produk *cap tube oval* sehingga tutup tidak bisa menutup secara sempurna, maka diperlukan settingan yang tepat untuk menghasilkan produk yang sesuai kita inginkan.

Pengaruh Waktu Pendinginan

Pengaturan parameter waktu pendinginan juga merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam proses injeksi cetak plastik. Pada pengujian pengaruh waktu pandinginan ini terdapat beberapa cacat yang terjadi yang menyebabkan hasil produk mengalami tutup atas renggang, yaitu cacat *warpage* dan *sinkmark*. Pada pengujian ini parameter waktu pendinginan divariasikan dengan mempertahankan nilai temperatur injeksi yang konstan yaitu antara 210 °C – 230 °C. Jadi diambil titik tengah dari parameter waktu pendinginan yaitu 220 °C. Berikut tabel hasil pengujian pengaruh waktu pendinginan terhadap cacat tutup atas renggang dengan diambil 5 kali pengulangan.

Tabel 2. Pengaruh Waktu Pendinginan Terhadap Cacat

Pengujian	Waktu Pendinginan (detik)	Temperatur Injeksi (°C)	Pengulangan					Jumlah Cacat
			1	2	3	4	5	
Pengujian 1	8	220	1	0	1	0	1	3
Pengujian 2	10	220	0	1	0	0	1	2
Pengujian 3	12	220	0	0	0	0	0	0



Gambar 3. Grafik Pengaruh Waktu Pendinginan Terhadap Cacat

Berdasarkan gambar 3. dapat dilihat bahwa :

1. Pada pengujian 1 menggunakan parameter waktu pendinginan 8 detik dengan parameter temperatur injeksi sebesar 220 °C, menghasilkan jumlah cacat 3 produk dari 5 kali pengulangan pengambilan sampel produk.
2. Pada pengujian 2 menggunakan parameter waktu pendinginan 10 detik dengan parameter

temperatur injeksi sebesar 220 °C, menghasilkan jumlah cacat yang turun yaitu 2 produk dari 5 kali pengulangan pengambilan sampel produk.

3. Pada pengujian 3 menggunakan parameter waktu pendinginan 12 detik dengan parameter temperatur injeksi sebesar 220 °C, menghasilkan produk sempurna dengan jumlah cacat 0 dari 5 kali pengulangan pengambilan sampel produk.

Pada grafik 3. menunjukkan bahwa penggunaan parameter waktu pendinginan yang rendah menghasilkan jumlah cacat produk yang dihasilkan tinggi, sedangkan apabila penggunaan parameter waktu pendinginan yang tinggi maka jumlah cacat yang dihasilkan turun. Hal ini sesuai dengan penelitian yang berjudul "Analisa Pengaruh Parameter *Setting* Suhu *Barrel*, Tekanan Injeksi, Serta *Cooling Time* Terhadap Cacat *Short Shot* dan *Warpage* Pada Produk Tutup Atas *Olymplas Size Blok",* penelitian tersebut menjelaskan bahwa tekanan injeksi, suhu barel, dan cooling time sangat berpengaruh terjadinya cacat *short shot warpage* pada produk. Pada penelitian didapat kesimpulan bahwa dengan cara menaikan atau meningkatkan tekanan injeksi, suhu barel, dan cooling time pada proses injeksi plastik membuat peluang cacat *short shot* dan *warpage* yang terjadi semakin mengecil. Tekanan injeksi, suhu barel, dan *cooling time* terbaik pada penelitian ini yaitu sesuai pada produk ke 3 dengan suhu barel yaitu zona I 190 °C, zona II 205 °C, zona III 205 °C, zona IV 210 °C, zona V 210 °C, dan zona VI 225 °C, dan tekanan injeksi sesuai dengan produksi ke 5 yaitu zona I 35 bar, zona II 45 bar, zona III 55 bar, zona IV 60 bar, dan diambil *cooling time* tertinggi yaitu 3 detik pada zona ke 3 (Fahrizal, 2021).

Sehingga dapat disimpulkan pada penelitian ini bahwa parameter waktu pendinginan sangat mempengaruhi terjadinya cacat pada bagian tutup atas yang mengalami renggang dikarenakan peningkatan setiap level waktu pendinginan dan juga berhubungan dengan luas dan suhu yang terjadi pada waktu produksi.

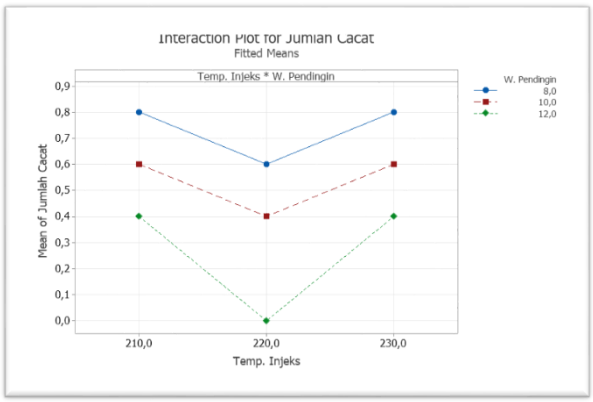
Pengaruh Interaksi Temperatur Injeksi Dan Waktu Pendinginan Terhadap Cacat

Dari hasil pengambilan data pada tabel 4.1 data diubah terlebih dahulu untuk mempermudah pada saat pengolahan data. Data tersebut dihitung nilai rata-rata peluang cacat dengan menjumlahkan hasil pengambilan data pada setiap variasinya dan kemudian dibagi dengan lima karena pengulangan pengambilan produk pada penelitian ini dilakukan lima kali. Setelah data diubah kemudian dilakukan pengolahan datta menggunakan perangkat lunak analisis statistik untuk mengetahui pengaruh interaksi antara temperatur injeksi dan waktu pendinginan terhadap cacat yang terjadi yang mengakibatkan hasil produk mengalami

renggang pada bagian tutup atas. Dibawah ini merupakan tabel data hasil penelitian dengan mengikutsertakan nilai rata-rata peluang cacat pada tabel 4.13 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengolahan Data

No.	Temperatur Injeksi (°C)	Waktu Pendinginan (detik)	Pengulangan Pengambilan Produk					Rata-rata Peluang Cacat
			1	2	3	4	5	
1	210	8	1	1	1	1	0	0,8
2		10	0	1	1	1	0	0,6
3		12	0	1	1	0	0	0,4
4	220	8	1	0	1	0	1	0,6
5		10	0	1	0	0	1	0,6
6		12	0	0	0	0	0	0
7	230	8	1	1	1	0	1	0,8
8		10	0	1	1	0	1	0,6
9		12	1	1	0	0	0	0,4



Gambar 4. Grafik *Interaction Plot*

Pada gambar 4. yaitu grafik *interaction plot* terdapat 3 garis yang menunjukkan nilai variabel bebas yaitu waktu pendinginan dengan warna yang berbeda sesuai banyaknya level yang digunakan.

Berdasarkan gambar grafik 4.3 dapat dilihat bahwa:

1. Pada parameter waktu pendinginan 8 detik dengan parameter temperatur injeksi 210 °C menghasilkan nilai peluang cacat yaitu 0,8 atau mendekati 1, kemudian mengalami penurunan nilai peluang cacat yaitu 0,6 pada parameter temperatur injeksi 220 °C yaitu sebesar 0,6 dan pada temperatur 230 °C mengalami peningkatan kembali yang menghasilkan yaitu 0,8 nilai peluang cacat.
2. Pada waktu pendinginan 10 detik mengalami hal yang sama tetapi terjadi penurunan nilai peluang cacat pada temperatur injeksi 210 °C yaitu sebesar 0,6 peluang cacat, kemudian pada temperatur injeksi 220 °C manghasilkan nilai peluang cacat sebesar 0,4, dan pada

temperatur injeksi 230 °C mengalami peningkatan yaitu 0,6 nilai peluang cacat.

3. Pada waktu pendinginan 12 detik juga mengalami hal yang sama mengalami penurunan nilai peluang cacat yaitu pada temperatur injeksi 210 °C nilai peluang cacat sebesar 0,4, kemudian pada temperatur injeksi sebesar 220 °C nilai peluang cacat mangalami penurunan menjadi 0, dan pada temperatur injeksi 230 °C nilai peluang cacat produk mengalami peningkatan kembali sebesar 0,4. Pada parameter waktu pendinginan 12 detik dengan temperatur injeksi 220 °C merupakan settingan parameter yang tepat yang menghasilkan produk yang sempurna yaitu 0 nilai peluang cacat.

Jadi dapat disimpulkan bahwa hubungan kedua parameter yaitu temperatur injeksi dan waktu berpengaruh terhadap cacat produk. Dimana bila pemilihan parameter temperatur injeksi yang tidak tepat maka tingkat kecacatan yang terjadi akan semakin tinggi sedangkan apabila pemilihan waktu pendinginan yang semakin tinggi maka tingkat kecacatan yang terjadi semakin rendah. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa interaksi atau hubungan kedua variabel berpengaruh terhadap terjadinya cacat. Jadi diperlukan pemilihan atau pengaturan parameter yang tepat pada saat produksi cetak plastik.

Sehingga dapat disimpulkan dari 3 hasil analisis diatas bahwa pada parameter temperatur injeksi dan waktu pendinginan berpengaruh terhadap variabel terikat, maka H0 diterima H1 ditolak. Kemudian pada interaksi kedua variabel bebas juga berpengaruh terhadap variabel terikat, sehingga H0 diterima.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil studi tentang dampak temperatur injeksi dan durasi pendinginan terhadap cacat pada tutup atas produk *cap tube oval*, kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Temperatur injeksi memengaruhi terjadinya cacat pada bagian tutup atas yang mengalami renggang pada produk *cap tube oval*. Hal ini terlihat pada gambar 2.2, di mana nilai cacat terkecil terjadi pada temperatur injeksi 220 °C, sedangkan nilai cacat terbesar terjadi pada temperatur 210 °C dan 230 °C. Jika temperatur yang digunakan semakin rendah, maka kemungkinan terjadinya cacat akan meningkat. Sebaliknya, jika temperatur injeksi semakin tinggi, nilai cacat juga menurun. Oleh karena itu, penting untuk menetapkan parameter temperatur injeksi yang tepat. Dalam penelitian ini, parameter temperatur injeksi yang ditetapkan adalah minimal 210 °C dan maksimal 230 °C.
2. Waktu pendinginan juga berpengaruh terhadap terjadinya cacat pada bagian tutup atas yang mengalami renggang pada produk *cap tube oval*. Dari gambar 2.2, terlihat bahwa

peluang cacat paling kecil terjadi pada durasi pendinginan 12 detik, sedangkan nilai cacat terbesar terjadi pada 8 detik dan 10 detik. Semakin rendah durasi pendinginan yang digunakan, maka terjadinya cacat akan semakin tinggi. Oleh karena itu, pemilihan durasi pendinginan yang lebih lama diperlukan. Pada penelitian ini, durasi pendinginan yang digunakan adalah 8 detik, 10 detik, dan 12 detik.

3. Hasil pengujian untuk mengetahui interaksi antara kedua variabel independen, yaitu temperatur injeksi dan waktu pendinginan terhadap cacat pada bagian tutup atas produk *cap tube oval*, menggunakan metode *Anova* dengan bantuan perangkat lunak analisis statistik. Hal ini ditunjukkan pada gambar 2.3, di mana parameter yang menghasilkan produk dengan nilai cacat paling sedikit adalah temperatur injeksi 220 °C dan waktu pendinginan 12 detik, yang diprediksi dapat menghasilkan produk yang optimal. Sedangkan parameter yang berpotensi menghasilkan produk dengan nilai cacat tinggi adalah temperatur injeksi 210 °C dan 230 °C, serta durasi pendinginan 8 detik.

Saran

Dari hasil penelitian mengenai pengaruh temperatur injeksi dan waktu pendinginan terhadap cacat pada bagian tutup atas produk *cap tube oval* yang mengalami renggang, disarankan:

1. Sebaiknya menambah variasi level data agar hasil yang diperoleh lebih akurat.
2. Disarankan untuk meningkatkan jumlah replikasi pada setiap level agar data yang didapat lebih terpercaya.
3. Saat pengambilan data, disarankan untuk merujuk pada manual mesin guna menentukan level dari setiap variabel yang digunakan, sehingga hasil produk dapat dioptimalkan.
4. Disarankan untuk memperluas rentang antar level variabel bebas yang digunakan, agar diperoleh hasil data yang lebih signifikan ketika terdapat pengaruh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak perusahaan tempat magang penulis yang telah memberikan dukungan dan sarana terhadap kegiatan penelitian ini dilakukan. Dan penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen dan pihak kampus yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan hingga penulis dapat menulis skripsi dengan baik dan tepat sesuai ketentuan pada skripsi ini.

DAFTAR REFERENSI

A. Fahri. (2021). Analisa pengaruh setting suhu barrel, tekanan injeksi, serta cooling time terhadap cacat short shot dan warpage pada produk tutup atas Olymplas size box di PT. Cahaya Bintang Plastindo, Lamongan.

Abadi. (2019). Analisa efisiensi injection time dan cooling time pada proses injection moulding. JUTIN, 2-4.

Abdurrokhman, M. (2012). Analisis konsumsi energi pada proses injection moulding untuk efisiensi energi (Skripsi Teknik Industri). Universitas Indonesia.

Amirul, G. (2024). Analisis parameter mold temperature pada tutup botol 200 ml terhadap cacat sink mark material polypropylene (PP) menggunakan SolidWorks 2022.

Cahyadi. (2010). Analisis parameter operasi pada proses plastik injection molding untuk pengendalian cacat produk. Sintek, 8(2), 9–16.

Fadhil, M. (2023). Pengaruh temperatur injeksi dan kecepatan injeksi terhadap cacat short shot produk flashdisk case bahan HDPE pada proses injection moulding. Malang: POLINEMA.

Fahrizal, A. (2021). Analisa pengaruh temperatur injeksi, waktu injeksi, dan tekanan injeksi terhadap cacat short shot pada proses cetak plastik. Malang: POLINEMA.

Gowasa, E. (2017). Pengendalian kualitas pada mesin injection moulding dengan menggunakan metode MIL STD 105D dan MIL STD 414D pada PT. Cicor Panatec Batam.

Mahajan, L. D., et al. (2018). Analysis of injection molding process to reduce defect/short shot.

Malloy, R. A. (1994). Plastic part design injection moulding. Hansher Publisher.

Mawardi, I. (2015). Analysis kualitas produk dengan pengaturan parameter temperatur injeksi material plastik polypropylene (PP) pada proses injection molding.

Muhammad, A. (2016). Pengaruh parameter waktu tahan terhadap cacat warpage dari produk injection moulding.

Norman, I. F. R. (2019). Analisa cacat short shot dalam proses injection moulding pada komponen shroud fan. SNST, 101–105.

Purwanto, E. (2016). Teknologi bahan 1. Malang: Politeknik Negeri Malang.

Rahman, F. M. (2023). Pengaruh temperatur injeksi dan kecepatan injeksi terhadap cacat short shot produk flashdisk case bahan HDPE pada proses injection moulding. Malang: POLINEMA.

Rizki, M., et al. (2023). Studi kasus short mold pada produk C4V housing menggunakan mesin injection molding di PT. XYZ.

Rofvi, O. A. (2022). Analisis pengaruh tekanan injeksi dan waktu pendinginan terhadap berat produk tempat sikat gigi pada proses cetak plastik sistem injeksi. Malang: POLINEMA.

Selvaraj, S., & Venkataramaiah, P. (2013). Measurement of warpage of injection moulded plastic components using image processing. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 2(12).

Supriyadi, S., et al. (2020). Analisa pengaruh variasi suhu terhadap hasil produk micro injection moulding pada pembuatan sauce cup berbahan polypropylene (PP).

Sutiawan. (2019). Jenis-jenis defect (cacat) pada produk injection moulding. Academia, 1–3.

Widiastuti, et al. (2019). Identifikasi cacat produk dan kerusakan mould pada proses plastic injection moulding.

Yulianto, I., et al. (2014). Rancangan desain mould produk knob regulator kompor gas pada proses injection moulding, 140–142.

Zulianto, D., et al. (2015). Analisa pengaruh variasi suhu plastik terhadap cacat warpage dari produk injection moulding berbahan polipropilene (PP).