



Analisis Kualitas Produk Botol 30ml Dengan Parameter Temperatur Pada Mesin Injection Molding Model Blow

Product Quality Analysis of 30ml Bottles with Temperature Parameters in the Blow Model Injection Molding Machine

Bima Yoel Elapri*, Dadan Ramdan & Bobby Umroh

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Injection molding merupakan salah satu metode yang banyak digunakan karena biaya yang dibutuhkan lebih murah. Produk yang dihasilkan adalah plastik tidak terlepas dari masalah cacat produk. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan pengumpulan data atau lapangan pada subjek penelitian, setelah itu menganalisis setiap parameter. Hasil dari penelitian ini terjadinya beberapa kecacatan pada produk yaitu cacat produk short molding memiliki kecacatan yang paling banyak yaitu 3, sementara cacat produk over mold, sink mark dan weldmark or flow yaitu 2 dan yang sedikit yaitu cacat produk hole yaitu 1. Pengaturan pada suhu sangat menentukan kualitas terutama dari segi tampilan, pada temperatur suhu 190 °C memberikan kualitas produk yang jauh lebih baik dibandingkan dengan suhu 180 dan 200 °C. Analisis kecepatan screw yang optimal yaitu 8 Rpm sehingga produk yang dihasilkan dapat menjadi sebuah produk botol yang di inginkan. Analisis cacat produk yang terjadi yaitu Sink Mark, Weldmark or flow mark, Shrinkage dan Over Mold yang terjadi di suhu 180 – 200 °C. Kecacatan yang paling sering muncul dikarenakan pada cetakan memiliki garis-garis yang tidak rata sehingga terjadi kecacatan pada produk botol.

Kata Kunci : Injeksi Molding; Analisis Parameter Temperatur; Analisis Cacat Produk.

Abstract

Injection molding is one method that is widely used because of the lower cost required. The resulting plastic product is inseparable from the problem of product defects. This research uses quantitative methods and data collection or field on the subject of research, after that analyzing each parameter. The results of this study the occurrence of several defects in the product, namely short molding product defects have the most defects, namely 3, while over mold, sink mark and weldmark or flow product defects are 2 and the least is the hole product defect, namely 1. The setting at temperature determines the quality, especially in terms of appearance, at a temperature of 190 °C gives a much better product quality compared to temperatures of 180 and 200 °C. Analyze the optimal screw speed of 8 Rpm so that the resulting product can become a desired bottle product. Analysis of product defects that occur are Sink Mark, Weldmark or flow mark, Shrinkage and Over Mold which occurs at temperatures of 180 - 200 °C. The defects that most often arise because the mold has uneven lines so that defects occur in bottle products.

Keywords : Injection Molding; Temperature Parameter Analysis; Product Defect Analysis.

How to Cite: Bima Yoel Elapri, Dadan Ramdan & Bobby Umroh. (2023). Analisis Kualitas Produk Botol 30ml Dengan Parameter Temperatur Pada Mesin Injection Molding Model Blow. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin dan Industri (JITMI), 2(2) 2023: 105-114,

PENDAHULUAN

Plastik, suatu material yang hampir dapat ditemukan di setiap sudut kehidupan manusia, muncul dalam berbagai bentuk seperti kemasan pembungkus bahan makanan, perangkat elektronik, kendaraan, hingga peralatan rumah tangga. Keberadaannya yang semakin merajalela menjadikan plastik sebagai pengganti utama bagi bahan-bahan konvensional seperti kaca dan logam (Diningsih & Rangkuti, 2020; Alamsyah & Zulfikar, 2022). Dalam sektor industri, plastik tidak hanya dihargai karena fleksibilitas dan kemudahan pengolahannya, tetapi juga karena sifatnya yang bisa diubah dan disesuaikan sesuai kebutuhan. Material ini memiliki kemampuan untuk mengalami perubahan bentuk melalui proses yang terkontrol, serta dapat dijaga dan diperkeras secara terpadu. Integrasi plastik dengan berbagai material lain sebagai bahan tambahan memperluas aplikasinya dalam industri (Suraji & Istianingsih, 2022; Hidayat, Zulfikar, & Iswandi, 2022). Plastik juga menawarkan keuntungan dari segi ekonomi dan efisiensi produksi, tetapi membawa tantangan besar dalam pengelolaan lingkungan, mengingat sifatnya yang sulit terurai dan dampaknya terhadap ekosistem.

Meskipun secara umum sifat plastik seringkali dianggap lebih rendah dalam hal kekuatan jika dibandingkan dengan logam berkualitas tinggi, namun rasio kekuatan terhadap bobot pada plastik justru menunjukkan keunggulan yang lebih tinggi dibandingkan dengan logam. Keunggulan ini terlihat dalam aspek kekakuan per unit berat, di mana plastik secara global unggul atas material logam (Novia, 2021; Siregar & Zulfikar, 2022). Keunikan plastik terletak pada kemampuannya untuk ditempa, bersifat ringan, tidak korosif, dan dapat digunakan kembali, membuatnya menjadi pilihan yang efisien dan fleksibel dalam berbagai aplikasi industri. Karakteristik ini menjadikan plastik sebagai material yang mudah dicetak dan tahan terhadap kerusakan, serta memiliki kelenturan yang istimewa (Afriyanto, Indriyati, & Hardini, 2019; Yuhazri, Zulfikar, & Ginting, 2020).

Ditambah lagi, plastik memiliki kapasitas untuk meleleh pada suhu yang relatif rendah, yang menjadikannya mudah untuk diproses dan diubah bentuknya sesuai kebutuhan. Dalam konteks lingkungan, keberlanjutan penggunaan plastik menjadi pertimbangan penting, mengingat sifatnya yang sulit terurai dan potensi dampak negatif terhadap ekosistem (Safrudin, Junaidi, & Yunus, 2021; Zulfikar, Ritonga, & Pranoto, 2023). Meski demikian, inovasi dalam daur ulang dan pengembangan plastik biodegradable menawarkan jalan keluar terhadap tantangan tersebut. Dalam industri, plastik telah menjadi andalan dalam pembuatan komponen yang ringan, efisien, dan biaya produksinya terjangkau, seraya terus mengeksplorasi potensi untuk aplikasi yang lebih ramah lingkungan (Harahap, Siregar, Zulkarnain, & Affandi, 2022).

Plastik, dalam klasifikasinya, secara umum dibagi menjadi tiga jenis utama: termoplastik, termoset, dan elastomer. Termoplastik, dikenal juga sebagai *thermoplastics*, mencakup berbagai bahan seperti polietilena, polipropilena, dan PVC (polivinil klorida) (Hartono & Rachmat, 2022). Keunikan dari termoplastik terletak pada kemampuannya untuk meleleh ketika dipanaskan dan mengeras kembali saat didinginkan, proses ini dapat diulang tanpa mengubah struktur kimia bahan secara signifikan. Sementara itu, termoset merupakan jenis plastik yang, setelah melalui proses pengerasan atau 'curing', tidak dapat meleleh atau dibentuk kembali. Contoh dari material termoset meliputi bakelit, silikon, dan epoksi. Material ini memiliki karakteristik yang kokoh dan tahan terhadap suhu tinggi, menjadikannya ideal untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap panas dan tekanan (Singh, Bedi, & Kaith, 2020; Zulfikar, Yaakob, Umarfaruq, & Syah, 2023). Jenis plastik ketiga, elastomer, adalah gabungan dari kata 'elastis' dan 'mer', mengacu pada karakteristiknya yang serupa dengan karet. Elastomer menampilkan tingkat kelenturan dan elastisitas yang sangat tinggi, sehingga sering digunakan dalam pembuatan produk yang memerlukan sifat peregangan dan fleksibilitas, mirip dengan karet alam atau sintesis (Tekay, 2021). Dalam konteks industri, elastomer kerap diaplikasikan dalam pembuatan ban, selang, dan segel, di mana sifat elastisitasnya memberikan manfaat praktis yang signifikan. Ketiga jenis plastik ini, dengan karakteristik dan aplikasi yang beragam, menjadi komponen penting dalam berbagai sektor industri, dari elektronik hingga otomotif, menunjukkan fleksibilitas dan keberagaman penggunaan plastik dalam kehidupan modern.

Proses pembuatan produk plastik menuntut penyesuaian beberapa parameter pada proses injeksi, antara lain meliputi variasi dalam pemanasan, perubahan waktu pendinginan, serta tingkat putaran. Parameter-parameter tersebut memiliki peranan penting dalam menentukan nilai kualitas akhir produk (Pratami, Hertati, Puspitawati, Gantino, & Ilyas, 2021). Oleh karena itu,

penting untuk mengetahui kombinasi variasi yang tepat agar dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan standar yang diharapkan.

Injection Molding adalah teknik pembuatan barang atau komponen yang berbahan dasar plastik, di mana proses ini melibatkan pengukuran dan pembentukan material plastik menjadi ukuran dan bentuk tertentu sesuai dengan kebutuhan. Proses ini dilakukan melalui pencetakan menggunakan peralatan khusus yang dikenal sebagai cetakan atau molding. Dalam proses ini, plastik dipanaskan hingga meleleh, kemudian disuntikkan ke dalam cetakan dengan tekanan tinggi. Setelah itu, plastik didinginkan dan diberi pengepresan agar mengeras dan membentuk komponen sesuai dengan desain cetakan (Fu, et al., 2020).

Metode injeksi ini sangat populer dalam industri pembuatan komponen karena beberapa keunggulan utama. Pertama, biaya produksinya relatif terjangkau, membuat teknik ini efektif untuk produksi massal. Kedua, metode ini memungkinkan pembuatan komponen-komponen dengan ukuran kecil dan detail yang kompleks, yang sulit dicapai melalui teknik pembuatan lainnya. Ketiga, variasi dalam desain produk dapat diakomodasi dengan mudah melalui perubahan cetakan, sehingga memberikan fleksibilitas dalam produksi berbagai jenis barang. Keempat, proses ini dapat diotomatisasi sepenuhnya, yang meningkatkan efisiensi dan konsistensi kualitas produk. Terakhir, teknik ini mendukung penggunaan berbagai jenis plastik, termasuk plastik daur ulang, yang menawarkan solusi yang lebih ramah lingkungan. Dengan demikian, Injection Molding menjadi pilihan utama dalam industri pembuatan barang dari plastik, mulai dari komponen elektronik hingga barang-barang konsumsi sehari-hari (Jung, Jeon, Choi, & Park, 2021).

Secara garis besar, proses pembuatan produk plastik diarahkan untuk memperoleh hasil yang tepat sesuai dengan harapan, terutama dalam hal bentuk, luas permukaan, dimensi, rancangan, dan ukuran panjang produk, serta mempertimbangkan beberapa toleransi tertentu yang esensial. Setiap aspek ini memiliki peran penting dalam menentukan keberhasilan produk akhir. Misalnya, luas permukaan dan dimensi yang tepat menjamin kesesuaian produk dengan kebutuhan penggunaan, sementara rancangan yang baik memastikan fungsionalitas dan estetika produk (Wardhana, Hanafi, Finali, & Umar, 2022).

Jenis plastik yang digunakan dalam pembuatan produk ini menjadi unsur utama yang mempengaruhi proses pengerjaan dan kualitas hasil akhir. Plastik dengan karakteristik berbeda, seperti polietilena, polipropilena, atau PVC, masing-masing memiliki sifat khusus yang menentukan aplikasi mereka. Misalnya, kekuatan, kelenturan, ketahanan terhadap suhu, dan reaksi terhadap proses kimia tertentu menjadi pertimbangan utama dalam pemilihan jenis plastik. Selain itu, aspek lingkungan juga menjadi pertimbangan, seperti kemudahan daur ulang dan dampak lingkungan dari pembuangan produk plastik.

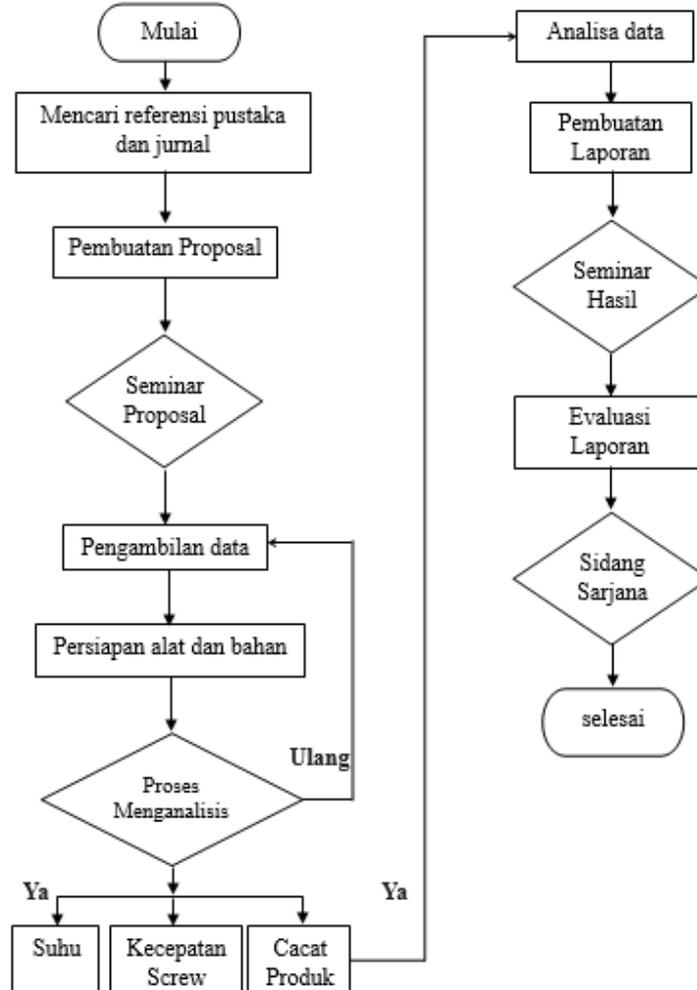
Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai berbagai jenis plastik dan sifat-sifatnya sangat penting untuk menjamin keberhasilan dalam menghasilkan berbagai macam produk. Proses ini tidak hanya mencakup produk berukuran kecil, tetapi juga meluas hingga ke pembuatan produk yang lebih besar, dengan memastikan bahwa setiap produk memenuhi spesifikasi teknis yang diinginkan. Dalam hal ini, pengendalian kualitas menjadi kunci utama, karena seringkali dalam proses produksi timbul permasalahan seperti wujud produk yang tidak sesuai, pengerutan, ukuran produk yang tidak konsisten, dan keretakan. Mengatasi tantangan ini membutuhkan keahlian dalam pengaturan parameter proses, pemilihan material yang tepat, serta pemahaman tentang bagaimana sifat bahan plastik berinteraksi dengan proses pembuatan. Hal ini tidak hanya menjamin bahwa produk yang dihasilkan aman dan fungsional, tetapi juga memastikan kesesuaian dengan standar kualitas dan keberlanjutan lingkungan. Keberhasilan dalam proses pembuatan produk plastik juga bergantung pada kemampuan untuk berinovasi dan menyesuaikan dengan permintaan pasar yang terus berubah, serta mengatasi batasan-batasan teknis yang ada. Dengan demikian, proses pembuatan produk plastik merupakan kegiatan yang kompleks, yang memerlukan perencanaan yang matang, pemilihan bahan yang tepat, serta pengelolaan proses produksi yang efisien untuk mencapai hasil yang optimal. Industri ini tidak hanya berfokus pada aspek produksi semata, tetapi juga pada pengembangan produk yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya pelestarian lingkungan.

Tujuan penelitian ini ialah untuk menemukan suhu yang paling efektif dalam proses produksi botol 30 ml menggunakan mesin injeksi molding model blow, menganalisis kecepatan screw yang optimal dalam proses produksi untuk menghasilkan produk botol yang memenuhi

standar kualitas dan spesifikasi yang diinginkan, mengidentifikasi dan menganalisis berbagai jenis kecacatan yang terjadi pada produk, seperti Sink Mark, Weldmark atau flow mark, Shrinkage, dan Over Mold, dan meneliti bagaimana ketidakrataan pada garis cetakan dapat mempengaruhi kualitas akhir produk botol dan mengembangkan strategi untuk mengatasi masalah tersebut agar dapat meningkatkan standar estetika dan fungsionalitas produk.

METODE PENELITIAN

Tempat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu CV. Star Umroh Engineering Jl. Menteng VII Gg. Wakaf Ujung, Kec. Medan Denai, Kota Medan, Sumatera Utara. Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah: Mesin Injeksi Molding, Thermocouple, Stopwatch dan bahan yang digunakan yaitu Limbah Plastik jenis HDPE. Tahapan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Pada penelitian ini obyek yang menjadi penelitian adalah produk botol 30 ml. Produk botol 30 ml terbuat dari bahan material thermoplastik yaitu *High Density Polyethylene* (HDPE). Proses pembuatan botol 30 ml dilakukan dengan menggunakan mesin injection molding yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mesin Injection Molding

Adapun Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

- Siapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk melakukan proses pembuatan botol 30 ml.
- Hidupkan Mesin injection molding lalu tentukan suhu yang optimal agar bahan dapat meleleh dengan baik.
- Masukkan Bahan yang telah di persiapkan kedalam hooper agar bahan dapat meleleh.
- Hidupkan Screw agar bahan dapat berjalan menuju cetakan setelah itu persiapkan udara yang akan di tiupkan kedalam cetakan agar produk dapat mengembang.
- Setelah itu, buka cetakan dari nozel, lalu masukkan cetakan kedalam air yang telah dipersiapkan sebagai wadah untuk proses pendinginan pada cetakan.
- Lalu buka cetakan dan keluarkan produk botol yang dihasilkan.

Pada penelitian ini saya melakukan pengumpulan data agar saya dapat menganalisis dan melakukan perhitungan dengan menggunakan 3 variasi suhu yang berbeda beda, setiap variasi melakukan 3 kali percobaan agar dapat membandingkan nya Parameter seperti tekanan udara, kecepatan injeksi, waktu peniupan, waktu injeksi dibuat konstan, sedangkan parameter temperatur divariasikan pada suhu 180, 190, dan 200 °C. Tahap akhir dari penelitian adalah pemeriksaan kualitas produk. Pemeriksaan kualitas produk yaitu melihat cacat produk yang terjadi yang terjadi pada produk botol 30 ml secara visual.

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

Analisis Kecepatan Screw Mesin Injection Molding

Agar dapat menghitung kecepatan Mesin Injection Molding yang optimal menggunakan persamaan atau menggunakan rumus sebagai berikut :

$$n_2 = \frac{n_1}{GB} \quad (1)$$

Sedangkan untuk mencari nilai kecepatan screw ialah.

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{n_3}{n_2} \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan pada Mesin Injection Molding model Blow dengan mencatat variabel penelitian pada setiap variasi suhu sebanyak 3 kali pengujian yang telah ditentukan yaitu saat 180, 190, dan 200 °C. Pencatatan dilakukan pada setiap penelitian yaitu pada waktu pendinginan yang berbeda yaitu pada 15, 25, dan 35 detik.

1. Hasil pengujian pada suhu 180 °C

Setelah dilakukan pegujian I Pada temperatur suhu 180 °C maka didapat hasil pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan kualitas produk yang dihasilkan tidak sempurna atau cetakan tidak terisi penuh dan Hasil yang diperoleh pada pengujian I disuhu 180 °C yaitu mengalami cacat

produk *Short moulding*. Gambar 4 menunjukkan hasil dari Pengujian II disuhu 180 °C kualitas produk yang dihasilkan sama seperti pengujian I yaitu mengalami cacat produk *Short moulding*. Maka hasil dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 5 menunjukkan hasil dari Pengujian III disuhu 180 °C kualitas produk yang dihasilkan sama seperti pengujian I dan II yaitu mengalami cacat produk *Short moulding*. Maka hasil dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3. Pengujian I Suhu 180 °C



Gambar 4. Pengujian II Suhu 180 °C



Gambar 5. Pengujian III Suhu 180 °C

Setelah dilakukan 3 kali pengujian pada suhu 180 °C dan hasil nya dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Suhu 180 °C

Pengujian	Tekanan Udara	Waktu Injeksi	Waktu Peniupan	Waktu Pendinginan	Hasil
I	4 bar	10 s	5 s	15 s	Short Moulding
II	4 bar	10 s	5 s	25 s	Short Moulding
III	4 bar	10 s	5 s	35 s	Short Moulding

Berdasarkan Tabel 1 yang disajikan, hasil pengujian mesin injection moulding pada suhu Die 180°C menunjukkan bahwa meskipun tekanan udara, waktu injeksi, dan waktu peniupan dijaga konstan pada 4 bar, 10 detik, dan 5 detik, terdapat perbedaan pada waktu pendinginan yaitu 15 detik, 25 detik, dan 35 detik untuk pengujian I, II, dan III. Hasil dari ketiga pengujian tersebut adalah "Short Moulding" yang berarti produk mengerut atau tidak terisi penuh dalam cetakan. "Short Moulding" bisa terjadi karena beberapa alasan, salah satunya adalah pendinginan yang tidak memadai. Dalam kasus ini, meskipun waktu pendinginan diperpanjang dari 15 detik hingga 35 detik, hasilnya tetap sama. Ini menunjukkan bahwa masalah mungkin tidak hanya terkait dengan waktu pendinginan.

2. Hasil pengujian pada suhu 190 °C

Setelah dilakukan pengujian I Pada temperatur suhu 190 °C maka didapat hasil pada Gambar 6. Gambar 6 menunjukkan kualitas produk yang dihasilkan cacat produk berupa garis yang muncul dan berupa bentuk cembung pada permukaan botol yang disebut dengan cacat produk Weldmark or flow dan sink mark. Gambar 7 menunjukkan hasil dari Pengujian II disuhu 190 °C kualitas produk yang dihasilkan sama seperti pengujian I yaitu mengalami cacat produk cacat produk berupa garis yang muncul dan berupa bentuk cembung pada permukaan botol yang disebut dengan cacat produk Weldmark or flow dan sink mark. Akan tetapi permukaannya lebih halus dari pengujian I Maka hasil dapat dilihat pada Gambar 7. Pada pengujian III disuhu 190 °C, tekanan udara, dan kecepatan screw yang sama hanya perbedaan di waktu pendinginan yang berbeda yaitu selama 35 detik produk yang dihasilkan terlihat sempurna tetapi memiliki cacat produk berupa Weldmark or flow dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. Pengujian I Suhu 190 °C



Gambar 7. Pengujian II Suhu 190 °C



Gambar 8. Pengujian III Suhu 190 °C

Setelah dilakukan 3 kali pengujian pada suhu 190 °C dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Suhu 190 °C

Pengujian	Tekanan Udara	Waktu Injeksi	Waktu Peniupan	Waktu Pendinginan	Hasil
I	4 bar	10 s	5 s	15 s	Weldmark or flow mark & Sink Mark
II	4 bar	10 s	5 s	25 s	Weldmark or flow mark & Sink Mark
III	4 bar	10 s	5 s	35 s	Weldmark or flow mark

Dari Tabel 2 yang disajikan, hasil pengujian mesin injection moulding pada suhu Die 190°C menunjukkan adanya masalah cacat pada produk yang dihasilkan. Meskipun tekanan udara, waktu injeksi, dan waktu peniupan dijaga konstan, yaitu 4 bar, 10 detik, dan 5 detik, terdapat variasi pada waktu pendinginan antara 15 detik hingga 35 detik untuk pengujian I, II, dan III. Hasilnya, semua produk mengalami cacat sambungan (weldmark), cacat aliran (flow mark), dan cacat tenggelam (sink mark). Ini terjadi ketika dua aliran plastik cair bertemu tetapi tidak bergabung sempurna dalam cetakan. Ini bisa karena tekanan injeksi yang tidak cukup atau karena suhu material yang tidak cukup tinggi, menyebabkan material mendingin terlalu cepat sebelum bisa menyatu sempurna. Cacat ini muncul sebagai garis atau pola pada permukaan produk yang menunjukkan aliran material dalam cetakan. Hal ini dapat terjadi jika material tidak mengalir dengan lancar, mungkin karena suhu cetakan atau material yang terlalu rendah, atau kecepatan injeksi yang tidak tepat. Cacat ini terjadi ketika bagian dari permukaan produk tenggelam atau cekung, biasanya di atas area yang tebal atau di tempat di mana material mengalami pengerutan saat mendingin. Sink marks sering disebabkan oleh pendinginan yang tidak merata atau tidak cukup waktu pendinginan untuk bagian yang lebih tebal.

3. Hasil pengujian pada suhu 200 °C

Setelah dilakukan pengujian I Pada temperatur suhu 200 °C terjadi kegagalan yaitu bahan yang digunakan terlalu meleleh sehingga mengakibatkan over mold pada cetakan. Over mold dapat dilihat pada Gambar 9. Pada pengujian II disuhu 200 °C, tekanan udara, dan kecepatan screw yang sama hanya perbedaan di waktu pendinginan yang berbeda yaitu selama 25 detik terjadi juga sama seperti percobaan I mengalami cacat produk Over Mold dapat dilihat pada Gambar 10. Pada pengujian ketiga disuhu, tekanan udara, dan kecepatan screw yang sama hanya perbedaan di waktu pendinginan yang berbeda yaitu selama 35 detik dan hasilnya cetakan yang terisi tidak terlalu penuh sehingga produk yang dihasilkan memiliki permukaan yang tidak rata seperti berlubang lubang. Cacat produk Hole dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 9. Penguji I Suhu 200 °C



Gambar 10. Penguji II Suhu 200 °C



Gambar 11. Penguji III Suhu 200 °C

Setelah dilakukan nya 3 kali pengujian pada suhu 180 °C dan hasil nya dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Suhu 200 °C

Pengujian	Tekanan Udara	Waktu Injeksi	Waktu Peniupan	Waktu Pendinginan	Hasil
I	4 bar	10 s	5 s	15 s	Over Mold
II	4 bar	10 s	5 s	25 s	Over Mold
III	4 bar	10 s	5 s	35 s	Hole

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian mesin injection moulding pada suhu Die 200 derajat Celsius dengan tekanan udara, waktu injeksi, dan waktu peniupan yang konstan. Variasi terjadi pada waktu pendinginan, dengan 15 detik, 25 detik, dan 35 detik untuk pengujian I, II, dan III. Hasilnya adalah over mold untuk pengujian I dan II dan cacat berupa lubang pada pengujian III. Over molding terjadi ketika material injeksi melebihi kapasitas cetakan, menyebabkan material tersebut mengalir keluar dari rongga cetakan yang seharusnya. Hal ini biasanya disebabkan oleh terlalu banyak material yang dimasukkan ke dalam cetakan atau tekanan injeksi yang terlalu tinggi, tetapi dalam kasus ini, karena tekanan dan waktu injeksi dijaga konstan, suhu yang lebih tinggi (200 derajat Celsius) mungkin membuat material lebih cair dan mengalir dengan lebih mudah, mengakibatkan over mold. Meski waktu pendinginan ditingkatkan, tampaknya masih tidak cukup untuk mencegah masalah ini pada dua pengujian pertama. Lubang atau cacat berupa hole pada produk injeksi biasanya disebabkan oleh terjadinya vakum di dalam cetakan atau karena tidak cukup material yang mengisi rongga cetakan. Dalam konteks pengujian III, peningkatan waktu pendinginan menjadi 35 detik mungkin telah menyebabkan material di beberapa bagian produk mendingin dan mengeras terlalu cepat sebelum rongga cetakan terisi sepenuhnya, mengakibatkan lubang. Alternatif lain, mungkin ada masalah dengan distribusi tekanan udara atau kestabilan material pada suhu yang lebih tinggi ini.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dalam penelitian ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Produk Botol 30 ml yang diproduksi pada suhu 190 °C menggunakan mesin injeksi molding model blow menunjukkan kualitas produk yang lebih unggul dibandingkan dengan produksi pada suhu 180 °C dan 200 °C. Proses analisis menemukan bahwa kecepatan screw yang optimal adalah 8 Rpm, di mana kecepatan ini memungkinkan produksi botol sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Selain itu, analisis kecacatan produk yang dilakukan dalam penelitian ini mengidentifikasi beberapa masalah, seperti Sink Mark, Weldmark atau flow mark, Shrinkage, dan Over Mold, yang terjadi pada kisaran suhu 180 hingga 200 °C. Kecacatan yang sering muncul berkaitan dengan ketidakrataan pada garis cetakan, yang berdampak pada kualitas akhir produk botol. Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pengaturan suhu sangat berpengaruh terhadap kualitas produk plastik, khususnya dari aspek tampilan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanto, B., Indriyati, E. W., & Hardini, P. (2019). PENGARUH LIMBAH PLASTIK LOW DENSITY POLYETHYLENE TERHADAP KARAKTERISTIK DASAR ASPAL. *Jurnal Transportasi*, 59-66.
- Alamsyah, D., & Zulfikar, A. J. (2022). Optimasi kekuatan tekan beton kolom silinder diperkuat selubung komposit laminat jute dengan metode anova. *JCEBT (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation)*, 30-36.
- Diningsih, A., & Rangkuti, N. A. (2020). PENYULUHAN PEMAKAIAN PLASTIK SEBAGAI KEMASAN MAKANAN DAN MINUMAN YANG AMAN DIGUNAKAN UNTUK KESEHATAN DI DESA LABUHAN RASOKI. *JURNAL EDUCATION AND DEVELOPMENT*, 1-7.
- Fu, H., Xu, H., Yang, Z., Kormakov, S., Wu, D., & Sun, J. (2020). Overview of Injection Molding Technology for Processing Polymers and Their Composites. *ES Materials & Manufacturing*, 3-23.
- Harahap, R. E., Siregar, A. M., Zulkarnain, F., & Affandi, A. (2022). Mamfaatkan Limbah Plastik Jenis Styrofoam Untuk Pembuatan Paving Block. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 121-127.

- Hartono, E. F., & Rachmat, N. (2022). Klasifikasi Jenis Plastik HDPE, LDPE, dan PS Berdasarkan Tekstur Menggunakan Metode Support Vector Machine. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, 1403-1412.
- Hidayat, N., Zulfikar, A. J., & Iswandi, I. (2022). Analisis Metode Split Tensile Test Komposit Laminat Jute Terhadap Kekuatan Tarik Belah Beton Kolom Silinder. *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, 18-26.
- Jung, H., Jeon, J., Choi, D., & Park, J.-Y. (2021). Application of Machine Learning Techniques in Injection Molding Quality Prediction: Implications on Sustainable Manufacturing Industry. *Sustainability*, 21-33.
- Novia, T. (2021). Pengolahan Limbah Sampah Plastik Polythylene Terephthlate (PET) Menjadi Bahan Bakar Minyak dengan Proses Pirolisis. *GRAVITASI: JURNAL PENDIDIKAN FISIKA DAN SAINS*, 33-41.
- Pratami, S., Hertati, L., Puspitawati, L., Gantino, R., & Ilyas, M. (2021). Teknologi Inovasi Pengolahan Limbah Plastik Menjadi Produk UMKM Guna Menopang Ekonomi Keluarga Dalam Mencerdaskan Keterampilan Masyarakat. *GLOBAL ABDIMAS*, 1-11.
- Safrudin, A. L., Junaidi, A., & Yunus, M. (2021). STUDY FISIS DAN MEKANIS SERTA PENYUSUTAN PLASTIC POLYPROPYLENE DIPADUKAN DENGAN PLASTIC POLYETHYLENE. *MACHINERY: Jurnal Teknologi Terapan*, 58-65.
- Singh, A. K., Bedi, R., & Kaith, B. S. (2020). Mechanical properties of composite materials based on waste plastic - A review. 10th International Conference of Materials Processing and Characterization (pp. 1293-1301). New Delhi: Elsevier Ltd.
- Siregar, D. A., & Zulfikar, A. J. (2022). Analisis Kekuatan Tekan Selubung Komposit Laminat E-glass pada Beton Kolom Silinder dengan Metode Vacuum Bagging. *urnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 20-25.
- Suraji, R., & Istianingsih, I. (2022). EDUKASI PEMAKAIAN PLASTIK SEBAGAI KEMASAN MAKANAN DAN MINUMAN SERTA RISIKONYA TERHADAP KESEHATAN PADA MASYARAKAT. *JAMEB (Jurnal Abdimas Ekonomi dan Bisnis)*, 1-9.
- Tekay, E. (2021). Preparation of thermo-responsive shape memory copolyester thermoplastic elastomer (COPE) and poly(ethylene-co-vinyl acetate) polymer blends. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 241-254.
- Wardhana, P. B., Hanafi, A. F., Finali, A., & Umar, M. L. (2022). Potensi Limbah Plastik sebagai Sumber Energi Terbarukan Menggunakan Proses Degradasi Termal dan Katalitik. *Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesi*, 14-20.
- Yuhazri, M. Y., Zulfikar, A. J., & Ginting, A. (2020). Fiber Reinforced Polymer Composite as a Strengthening of Concrete Structures: A Review. *Materials Science and Engineering. Medan: IOP Conference Series*.
- Zulfikar, A. J., Ritonga, D. A., & Pranoto, S. (2023). Analisis Kekuatan Mekanik Komposit Polimer Diperkuat Serbuk Kulit Kerang. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 30-40.
- Zulfikar, A. J., Yaakob, M. Y., Umarfaruq, H. M., & Syah, R. (2023). Natural Jute Laminate for the Improvement of Strength Properties of Concrete Specimen. *Engineering Transactions*, 30-42.