

Pengaruh Variasi Injection Speed Dan Holding Pressure Terhadap Sink Mark Pada Produk Tutup Lipstik Dengan Material Polypropylene

Grabella Tunggul Kharisma Adjie^{1)}; Muhamad Fitri¹*

1. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jl. Raya, Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta, DKI Jakarta 11650, Indonesia

**)Email: grabellakharisma@gmail.com*

Received: 18 September 2023 | Accepted: 29 Januari 2024 | Published: 29 Januari 2024

ABSTRACT

In this research, the effect of variations in injection speed and holding pressure on sink marks that occur in lipstick cap products will be investigated. Determining variations in injection speed and holding pressure is needed so that plastic production results are optimal. Variations in injection speed and holding pressure will be investigated using the full factorial design method with a combination of two independent variables consisting of three levels. Furthermore, proving the effect of these parameters will be carried out by providing several variations of injection speed and holding pressure. After that, the test results will look at the depth of the sink mark and product visuals formed using the quick vision machine. The results show that the injection speed has a significant effect on the sink marks that occur. However, holding pressure also has an effect on changes in sink marks for the better, although not too significant.

Keywords: *Injection speed, holding pressure, sink mark*

ABSTRAK

Dalam penelitian ini pengaruh variasi injection speed dan holding pressure terhadap sink mark yang terjadi pada produk tutup lipstik akan diteliti.. Penentuan variasi injection speed dan holding pressure dibutuhkan agar hasil produksi plastik menjadi optimal. Variasi injection speed dan holding pressure akan diteliti menggunakan metode full factorial design dengan kombinasi 2 variable bebas yang terdiri dari 3 level. Selanjutnya pembuktian pengaruh parameter tersebut akan dilakukan dengan memberikan beberapa variasi injection speed dan holding pressure. Setelah itu, hasil uji akan dilihat kedalaman sink mark dan visual produk yang terbentuk menggunakan alat quick vision machine. Hasil menunjukkan bahwa injection speed berpengaruh signifikan terhadap sink mark yang terjadi. Namun holding pressure juga berpengaruh terhadap perubahan sink mark menjadi lebih baik, meskipun tidak terlalu signifikan.

Kata kunci: *Injection speed, holding pressure, sink mark*

1. PENDAHULUAN

Produk berbahan plastik menjadi produk yang sangat populer dan sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Plastik sering digunakan pada berbagai barang seperti perkakas dan peralatan rumah lainnya. Hal tersebut dikarenakan bahan plastik menawarkan banyak sifat seperti ringan, ketahanan yang baik terhadap korosi, mudah diberi warna, transparansi, dan kemudahan pemrosesan, yang membuatnya lebih unggul dari bahan lain dalam banyak aplikasi [1]. Selain itu, plastik juga digunakan sebagai pengemas karena memiliki keunggulan yaitu bentuk yang fleksibel, sehingga mudah mengikuti bentuk barang yang ingin dikemas. Kecerobohan plastik, biaya yang rendah, dan kelimpahan jenis bahan plastik ini telah mendorong banyaknya aplikasi dalam berbagai produk.

Salah satu penggunaan plastik yaitu sebagai bahan dasar kemasan kosmetik. Kemasan kosmetik memiliki banyak ragam dengan berbagai bentuk yang menarik. Selain bentuk dan penampakan luarnya yang diperhatikan, kemasan kosmetik harus dapat melindungi dan menjaga sifat-sifat suatu produk kosmetik agar dapat terhindar dari kerusakan sebelum tanggal kadaluarsa, dan melindungi produk dari kontaminasi mikroorganisme. Syarat khusus tersebut dapat dipenuhi dengan sifat plastik itu sendiri, karena plastik merupakan bahan penghalang yang baik terhadap paparan air, sinar UV, oksigen, karbon dioksida, anhidrida, dan senyawa aromatik [2].

Lipstik merupakan salah satu dari banyaknya ragam bentuk kemasan kosmetik. Pada umumnya lipstik yang beredar di pasaran terdiri dari beberapa bagian yaitu penutup, mekanisme, dan badan atau alas, dimana mekanismenya termasuk A-shell, innerbody, cup dan spiral, serta mekanisme rakitan yaitu sleeve pada bagian badan yang dicocokkan dengan penutup untuk membentuk produk jadi tabung lipstik [3]. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memproduksi produk lipstik yaitu dengan metode injection molding. Metode tersebut merupakan metode produksi yang ideal untuk kemasan kosmetik, karena memiliki estetika yang sangat baik, material yang kuat dan tangguh, serta prosesnya yang sangat serbaguna [4]. Selain itu, dengan metode ini kita bisa menghindari terbentuknya garis sambungan pada permukaan produk yang tidak bagus dipandang secara visual.

Pada penelitian ini, akan diamati bagian tutup lipstik sebagai target. Pasalnya di lapangan dengan metode injection molding produk tutup lipstik sering mengalami cacat produk. Cacat produk yang sering muncul yaitu sink mark pada permukaan bagian atas produk tutup lipstik. Sink mark dapat didefinisikan sebagai lekukan yang tidak diinginkan pada permukaan akibat penyusutan yang terlokalisasi [5]. Penyusutan tersebut dikarenakan adanya variasi ketebalan pada produk tutup lipstik. Pada sisi yang lebih tebal akan mendapatkan bagian yang lebih banyak, dimana daerah tersebut membutuhkan waktu pendinginan yang lebih lama. Sedangkan, bagian luar dari permukaan plastik yang bersentuhan dengan mold akan mendingin dengan sangat cepat. Oleh karena itu, saat molekul di bagian yang lebih tebal mulai mendingin, mereka berkontraksi, mengakibatkan bagian luar tertarik ke dalam dan membentuk sinkmark [6].

Produk tutup lipstik yang sering muncul sinkmark terbuat dari material polypropylene. Pemilihan material polypropylene dikarenakan material tersebut terbilang murah, memiliki fleksibilitas yang baik untuk proses molding, ramah lingkungan, dan memiliki ketahanan yang baik terhadap panas dan bahan kimia lainnya [7]. Namun, dengan keunggulan tersebut tetap perlu diperhatikan visual dari produk yang dihasilkan, karena pasalnya kemasan kosmetik yang baik tidak hanya dinilai dari fungsionalnya saja, tetapi juga dilihat estetikanya.

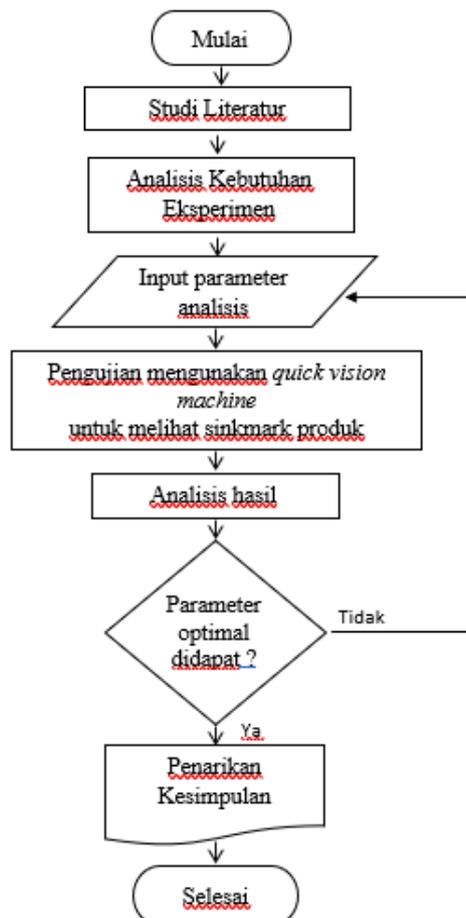
Sink mark yang terbentuk merupakan salah satu cacat produk yang harus dihindari. Untuk menghilangkan cacat produk tersebut dapat dilakukan optimasi parameter yang terdapat pada proses injection molding. Beberapa parameter yang dapat dimasukkan untuk meminimalisir cacat produk dari mesin injeksi yaitu terdiri dari injection speed, injection pressure, injection time, holding

pressure, holding time, suck back, back pressure, dan lain-lain. Sebelumnya Hartono et al[8]. melakukan penelitian sejenis dengan mengoptimasi beberapa parameter untuk material polypropylene seperti temperatur nozzle, injection pressure, injection speed, clamping force, dan holding time. Dengan memvariasikan tingkatan pada beberapa parameter menggunakan metodologi reaksi permukaan, didapatkan kombinasi parameter setting yang optimal dan dihasilkan produk yang sempurna dengan defect yang minim.

Pada penelitian ini dipilih dua parameter yang menjadi target optimasi yaitu parameter injection speed dan holding pressure. Injection speed mengacu pada kecepatan gerak dari screw atau pendorong selama injeksi. Sedangkan holding pressure merupakan tekanan yang dijaga pada lelehan plastik setelah cetakan diisi hingga gate membeku atau hingga tekanan dihilangkan sesuai dengan pengatur waktu siklus injeksi [9]. Dengan dua parameter tersebut, akan dianalisis pengaruh pemberian beberapa tingkatan terhadap sinkmark yang terbentuk ketika proses injeksi pada produk tutup lipstik menggunakan material polypropylene. Penganalisaan data akan dilakukan dengan dua cara yaitu secara kualitatif yang akan diamati menggunakan visual measuring system, dan secara kuantitatif (statistik) menggunakan model regresi linier dengan dua variabel (nilai tingkatan injection speed dan holding pressure) untuk melihat pengaruh variasi tingkatan sebagai studi pendahuluan.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

2.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2. Analisis Kebutuhan

Pada proses penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan yang akan digunakan diantaranya adalah :

1. Mesin Injeksi

Mesin Injeksi yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin Arburg dengan seri 570 S 2200 – 800. Mesin memiliki injection pressure maksimal 2000 bar, holding pressure maksimal 2000 bar, screw stroke 2000 mm dan clamping force maksimal 2200 KN[10].

2. Mold

Pada penelitian ini mold digunakan sebagai alat cetak untuk menghasilkan produk tutup lipstik.

3. Robot injeksi

Robot injeksi digunakan untuk mempermudah proses pengambilan produk dan mempercepat proses produksi agar stabil. Robot yang digunakan adalah robot witmaan dengan series W8 memiliki axis X,Y,X2 dan Y2 [11].

4. Digital Caliper

Digital caliper digunakan untuk mengukur produk hasil injeksi agar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Alat ukur yang akan digunakan menggunakan digital caliper merk Mitutoyo dengan tipen digital dan memiliki akurasi maksimal pengukuran 150 mm[12]

5. Quick Vision Machine

Quick vision machine merupakan alat yang digunakan untuk melihat dan mengukur suatu objek secara detail menggunakan bantuan kamera agar menghasilkan ukuran yang mendetail dan akurat. Alat ini memiliki travel size x, y dan z dengan rentang 200 x 100 x 200 mm serta memiliki zoom lens sebesar 17 hingga 112.5 zoom [13].

6. Material Polypropylene

Material polypropylene merupakan salah satu jenis plastik yang terbuat dari monomer propylene yang memiliki kode 5 [14]. Biasanya material polypropylene digunakan untuk kemasan berbagai makanan dan minuman. Pada penelitian kali ini material polypropylene digunakan sebagai bahan baku untuk pencetakan produk tutup lipstik

2.3. Proses Penelitian

Proses penelitian akan dilakukan dengan memasukkan parameter uji variasi injection speed dan holding pressure, selanjutnya hasil pengujian akan dilakukan pengecekan dengan menggunakan quick vision machine untuk kedalaman sink mark dan hasil visual dari pengetesan.

Hasil kedalaman sink mark digunakan untuk melakukan analisis data. Kemudian akan dibuat model regresi dampak dari injection speed dan holding pressure terhadap kedalaman sink mark. Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa batasan masalah untuk membatasi ruang lingkup penelitian. Adapun batasannya adalah :

- Variasi injection speed yang digunakan adalah 25 mm/s, 45 mm/s, 65 mm/s
- Variasi holding pressure yang digunakan adalah 45 bar, 65 bar, 85 bar
- Material menggunakan polypropylene

Penelitian kali ini dirancang menggunakan metode full factorial design, jumlah 2 variabel bebas yang masing masing terdiri dari 3 level, $3 \times 3 = 9$ kondisi kombinasi seperti yang ada pada tabel 1 [15]. masing masing – masing kombinasi disiapkan 5 sample sehingga jumlah keseluruhan sample adalah 45.

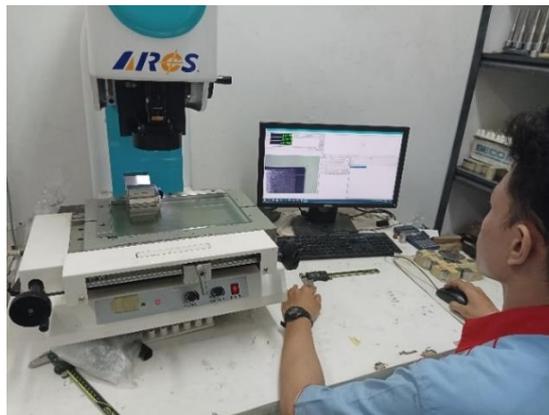
2.4. Proses Pengukuran Kedalaman Sink Mark Menggunakan Alat Quick Vision Machine

Pengujian kedalaman sink mark dan visual bagian atas tutup lipstik dilakukan dengan menggunakan alat quick vision machine. Hasil uji berupa kedalaman sink mark dan visual dari masing-masing sample. Hasil penelitian nantinya akan disajikan ke dalam tabel sehingga akan hasil pengukuran terlihat jelas. Lalu data yang didapat dari tabel akan dicari rata – ratanya dan akan di ubah menjadi grafik sehingga dapat diketahui secara jelas titik tertinggi dan titik terendah dari kedalaman sink mark pada produk.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

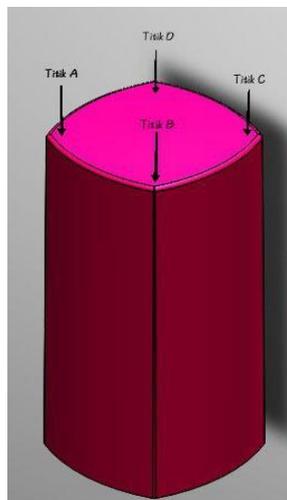
3.1. Pengukuran Kedalaman Sink Mark Produk

Setelah melakukan proses injeksi selanjutnya dilakukan pengukuran kedalaman sink mark pada permukaan atas dengan menggunakan alat quick vision machine. Pengukuran kedalaman sink mark dilakukan pada empat bagian atas permukaan produk masing - masing pada keempat bagian ribs pada produk tutup lipstik.



Gambar 2. Proses pengukuran kedalaman sink mark menggunakan alat quick vision machine

Pada gambar 3 terlihat letak pengukuran kedalaman sink mark dilakukan pada empat bagian atas permukaan produk masing - masing pada keempat bagian ribs pada produk tutup lipstik.



Gambar 3. Titik terjadinya sink mark pada produk tutup lipstik

Pengukuran hasil kedalaman sink mark akan dilakukan menggunakan metode full factorial design dengan jumlah 2 variable bebas yang masing masing terdiri dari 3 level, $3 \times 3 = 9$ kondisi kombinasi seperti yang ada pada tabel 5. masing masing – masing kombinasi disiapkan 3 sample sehingga jumlah keseluruhan sample adalah 27.

Tabel 1. Full factorial design of experiment

Injection speed (mm/s)	Holding pressure (bar)	Kedalaman sink mark (mm)			
		Titik Ukur	Sample 1	Sample 2	Sample 3
25	45	a	0.052	0.054	0.053
25	45	b	0.055	0.051	0.055
25	45	c	0.053	0.055	0.053
25	45	d	0.055	0.054	0.053
	Average		0.054	0.054	0.054
25	65	a	0.042	0.047	0.042
25	65	b	0.043	0.044	0.042
25	65	c	0.041	0.044	0.044
25	65	d	0.042	0.040	0.046
	Average		0.042	0.044	0.044
25	85	a	0.037	0.033	0.031
25	85	b	0.032	0.031	0.038
25	85	c	0.035	0.032	0.036
25	85	d	0.032	0.034	0.033
	Average		0.034	0.033	0.035
45	45	a	0.079	0.078	0.077
45	45	b	0.078	0.071	0.078
45	45	c	0.078	0.076	0.079
45	45	d	0.072	0.072	0.074
	Average		0.077	0.074	0.077
45	65	a	0.067	0.063	0.065
45	65	b	0.065	0.062	0.063
45	65	c	0.067	0.061	0.069
45	65	d	0.069	0.062	0.062
	Average		0.067	0.062	0.065
45	85	a	0.058	0.052	0.054
45	85	b	0.052	0.052	0.055
45	85	c	0.051	0.055	0.059
45	85	d	0.052	0.053	0.058
	Average		0.053	0.053	0.057
65	45	a	0.106	0.105	0.104
65	45	b	0.103	0.102	0.103
65	45	c	0.105	0.104	0.103
65	45	d	0.105	0.104	0.105
	Average		0.105	0.104	0.104
65	65	a	0.093	0.092	0.092
65	65	b	0.091	0.090	0.095

65	65	c	0.094	0.091	0.092
65	65	d	0.096	0.092	0.095
	Average		0.094	0.091	0.093
65	85	a	0.080	0.086	0.082
65	85	b	0.085	0.090	0.083
65	85	c	0.080	0.080	0.086
65	85	d	0.089	0.088	0.086
	Average		0.084	0.086	0.084

Dari tabel diatas lalu bisa didapatkan rata – rata kedalaman sink mark dari setiap variasi injection speed yang akan ditunjukkan pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 2. Rata – Rata Kedalaman Sink Mark dari Variasi Parameter Setting Injection Speed

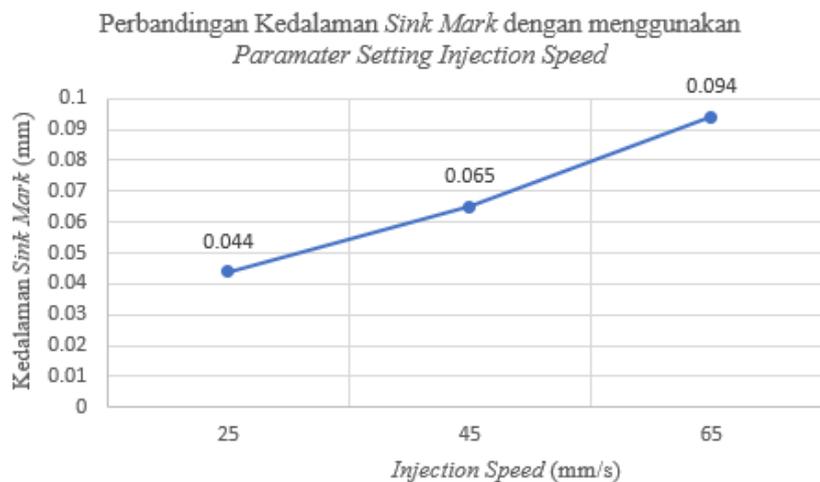
Injection speed (mm/s)	Kedalaman Sink Mark	Average
25	0.054	
25	0.044	0.044
25	0.034	
45	0.076	
45	0.064	0.065
45	0.054	
65	0.104	
65	0.092	0.094
65	0.085	

Tabel 3. Rata – Rata Kedalaman Sink Mark dari Variasi Parameter Setting Holding Pressure

Injection speed (mm/s)	Kedalaman Sink Mark	Average
45	0.054	
45	0.076	0.078
45	0.104	
65	0.044	
65	0.064	0.067
65	0.092	
85	0.034	
85	0.054	0.058
85	0.085	

3.2. Pengaruh Variasi Injection Speed Terhadap Sink Mark

Perbedaan injection speed berdasarkan data yang telah diambil, terjadi interaksi antara injection speed terhadap kedalaman sink mark yang terjadi pada produk. Pengaruh Parameter Setting Injection speed terhadap kedalaman sink mark dapat dilihat pada grafik di gambar 4.



Gambar 4. Grafik Interaksi variasi perubahan holding pressure terhadap kedalaman sink mark dengan menggunakan parameter setting Injection Speed

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat, ketika proses injeksi menggunakan parameter injection speed 25 mm/s, nilai rata-rata kedalaman sink mark yang didapatkan adalah 0.044 mm. Ketika ditingkatkan menggunakan parameter injection speed 45 mm/s, nilai rata-rata kedalaman sink mark yang didapatkan adalah 0.065 mm. Ketika parameter injection speed kembali ditingkatkan menjadi 65 mm/s nilai rata-rata kedalaman sink mark yang didapatkan adalah 0.094 mm

Terjadi perubahan signifikan pada parameter injection pressure 85 mm/s, sehingga akan dianalisis dengan melihat pembesaran permukaan produk hasil injeksi. Dari ketiga grafik tersebut, dapat diartikan bahwa laju Injection speed berpengaruh terhadap kedalaman sink mark yang terjadi. Dimana, ketika injection speed dinaikan hasil kedalaman sink mark semakin dalam. Setelah didapatkan hasil nilai kedalaman sink mark dan grafik interaksi antara injection speed terhadap kedalaman sink mark, maka selanjutnya dilakukan dianalisa besarnya korelasi bertambahnya kedalaman sink mark terhadap laju injection speed dengan menggunakan hubungan (R).

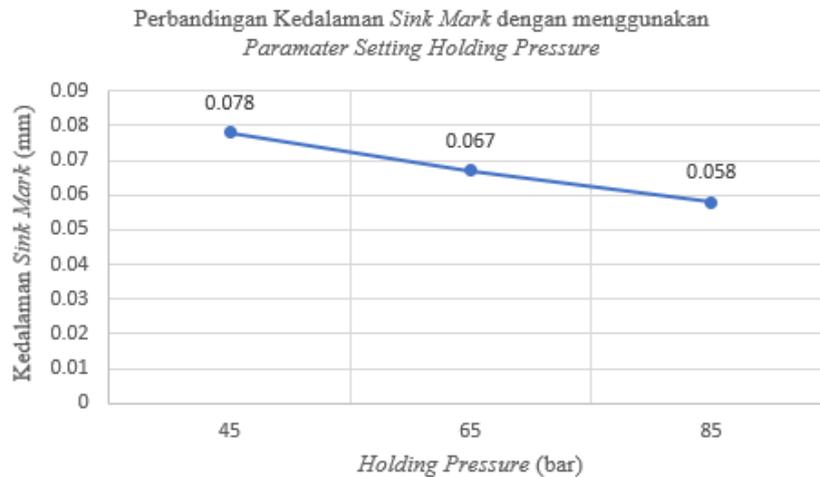
Tabel 4. Hasil Regresi Linear Sederhana (Injection Speed)

No	R square	Standar Error
1	0.99	0.405
2	0.99	0.405
3	0.99	0.405

Dari Tabel 4 menjelaskan, bahwa besarnya koefisien determinasi (R Square) sebesar 0,99, yang mengandung pengertian bahwa pengaruh variabel bebas (Injection Speed) terhadap variabel terikat (kedalaman sink mark) adalah sebesar 99%.

3.3. Pengaruh Variasi Holding Pressure Terhadap Sink Mark

Perbedaan Holding Pressure berdasarkan data yang telah diambil, terjadi interaksi antara Holding Pressure terhadap kedalaman sink mark yang terjadi pada produk. Pengaruh holding pressure 45 bar terhadap kedalaman sink mark pada sample 1 hingga 5 dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Interaksi variasi perubahan holding pressure terhadap kedalaman sink mark dengan menggunakan parameter setting holding pressure

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat, ketika proses injeksi menggunakan holding pressure 45 bar, nilai rata-rata kedalaman sink mark yang didapatkan adalah 0.078 mm. Ketika ditingkatkan menggunakan parameter holding pressure 65 bar, nilai rata-rata kedalaman sink mark yang didapatkan adalah 0.067 mm. Ketika parameter holding pressure kembali ditingkatkan menjadi 85 bar nilai rata-rata kedalaman sink mark yang didapatkan adalah 0.094 mm

Terjadi perubahan pada parameter holding 85 bar, sehingga akan dianalisis dengan melihat pembesaran permukaan produk hasil injeksi. Dari ketiga grafik tersebut, dapat diartikan bahwa laju holding pressure juga berpengaruh terhadap kedalaman sink mark yang terjadi, walaupun tidak sebesar parameter injection speed. Dimana, ketika holding pressure dinaikan hasil kedalaman sink mark semakin berkurang. Setelah didapatkan hasil nilai kedalaman sink mark dan grafik interaksi antara holding pressure terhadap kedalaman sink mark, maka selanjutnya dilakukan dianalisa besarnya korelasi bertambahnya kedalaman sink mark terhadap besarnya holding pressure dengan menggunakan hubungan (R).

Tabel 5. Hasil Regresi Linear Sederhana (Holding Pressure)

No	R square	Standar Error
1	0.99	0.405
2	0.99	0.405
3	0.99	0.405

Dari Tabel 5 menjelaskan, bahwa besarnya koefisien determinasi (R Square) sebesar 0,99, yang mengandung pengertian bahwa pengaruh variable bebas (Injection Speed) terhadap variabel terikat (kedalaman sink mark) adalah sebesar 99%.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk menguji pengaruh variasi parameter injection speed dan holding pressure pada produk tutup lipstick dengan material polypropylene, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Injection speed memiliki pengaruh besar terhadap sink mark permukaan tutup lipstick. Hal ini disebabkan karena semakin rendah injection speed, pengisian material terhadap produk akan semakin merata yang menyebabkan produk akan terisi lebih sempurna. Selain itu, semakin tinggi injection speed, akan menyebabkan produk tidak terisi dengan sempurna sehingga menyebabkan terjadinya sink mark yang lebih besar.
2. Holding pressure juga berpengaruh terhadap kedalaman sink mark yang terjadi pada produk, meskipun tidak sebesar pengaruh yang terjadi pada injection speed. Parameter setting terbaik adalah menggunakan injection speed 25 mm/s dengan holding pressure 85 bar yang didapatkan nilai kedalaman sink mark 0.033 mm.

4.2. Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan, maka penulis ingin memberikan sedikit masukan atau saran sebagai berikut:

1. Proses produksi harus lebih memperhatikan pengaruh injection speed terhadap sink mark yang terjadi pada produk, karena hal itu merupakan faktor yang sangat berpengaruh.
2. Pada penelitian berikutnya, dapat dilakukan dengan perubahan menggunakan material jenis lain seperti pahat ABS ataupun AS untuk melihat perbedaan yang terjadi apakah injection speed juga berpengaruh signifikan terhadap sink mark yang terjadi pada bahan lain.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami selaku tim pembuat paper ini berterimakasih kepada Bapak Muhamad Fitri M.Si, Ph.D yang telah membimbing penelitian saya ini. Saya juga berterimakasih kepada pihak Universitas Mercu Buana yang telah memberikan kesempatan pada saya untuk berkuliah di sana. Saya juga berterimakasih kepada pihak –pihak lain yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu di sini atas kontribusi mereka terhadap saya yang menyebabkan kami dapat membuat jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Shrivastava, "Plastic Properties and Testing," in *Introduction to Plastics Engineering*, Elsevier, 2018, pp. 49–110. doi: 10.1016/b978-0-323-39500-7.00003-4.
- [2] P. Cinelli, M. B. Coltelli, F. Signori, P. Morganti, and A. Lazzeri, "Cosmetic packaging to save the environment: Future perspectives," *Cosmetics*, vol. 6, no. 2. MDPI AG, Mar. 01, 2019. doi: 10.3390/COSMETICS6020026.
- [3] L.-C. Chan, "Mechanism of Lipstick Tube," 2005. Accessed: Mar. 08, 2023. [Online]. Available: <https://patents.google.com/>
- [4] Dank and NN, "jar, bottle and empty white plastic tubes for cosmetics on a beige background. Packaging for cream, gel, serum, advertising and product promotion, mock up, top view," 2020. [Online]. Available: <https://adrecoplastics.co.uk/injection-moulding-for-cosmetics-packaging/>
- [5] D. Mathivanan, M. Nouby, and R. Vidhya, "Minimization of sink mark defects in injection molding process-Taguchi approach," 2010. [Online]. Available: www.ijest-ng.com
- [6] Rapid Direct, "Best Ways to Prevent And Fix Sink Marks In Injection Molding," 2022. [Online]. Available: <https://www.rapiddirect.com/blog/how-to-prevent-sink-mark-in-injection-molding/>
- [7] H. A. Maddah, "Polypropylene as a Promising Plastic: A Review," *American Journal of Polymer Science*, vol. 6, no. 1, pp. 1–11, 2016, doi: 10.5923/j.ajps.20160601.01.

- [8] Moh. Hartono, Pratikto, P. B. Santoso, and Sugiono, “Optimization on the Injection Molding Propypropylene Parameters Using Central Composite Design for Minimizing Defects,” *Journal of Southwest Jiaotong University*, vol. 55, no. 2, 2020, doi: 10.35741/issn.0258-2724.55.2.42.
- [9] Toolcorp, “Calculated Injection Pressure Molding for Highest Level of Quality,” 2021. Accessed: Mar. 10, 2023. [Online]. Available: www.a1toolcorp.com
- [10] Arburg GmbH + Co KG, “Arburg 570 S 2200 – 800 Machine Spesification,” 2014, Accessed: Mar. 13, 2023. [Online]. Available: <https://www.arburg.com/en/id/>
- [11] Witmann corp, “Robots and automation systems Reliable and Fast Part Handling,” 2017. Accessed: Mar. 13, 2023. [Online]. Available: <https://www.wittmann-group.com/en>
- [12] Mitutoyo corporation, “Caliper List of products,” 2019. Accessed: May 21, 2023. [Online]. Available: www.mitutoyo.co.id
- [13] Arcs Precision Technology, “Quick Vision Machine KIM-CU Series ARCS Precision Technology,” 2018. Accessed: Apr. 06, 2023. [Online]. Available: <https://www.arcs-trade.com/arcs-product/manual-type-non-contact-video-measuring-system/kim-cu-series/>
- [14] C. Hindle, “Polypropylene (PP)_2016_Collin Hindle,” 2016, Accessed: May 21, 2023. [Online]. Available: <https://www.bpf.co.uk/>
- [15] M. Fitri and S. Mahzan, “The Regression Models of Impact Strength of Coir Coconut Fiber Reinforced Resin Matrix Composite Materials,” *International Journal of Advanced Technology in Mechanical, Mechatronics and Materials*, vol. 1, no. 1, pp. 32–38, Mar. 2020, doi: 10.37869/ijatec.v1i1.12.