

Analisis Desain *Mold Plastic Injection Molding* untuk produk *Miswak Toothbrush* dengan *Software fusion 360*

Usbanu Ade Atmoko¹, Adhes Gamayel¹, Zulhamidi¹, M. Luqman SF^{1*}, M.U.Z Priyadi,
M. Zaenudin

^{1*} Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta, Jl. Boulevard Raya No. 2, Tirtajaya, Sukmajaya,
Depok 16412, Indonesia

Article Info	ABSTRAK
Article history: Received 01 April 2024 Revised 20 Mei 2024 Accepted 23 Mei 2024	Produk yang berbahan baku plastik sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Hal tersebut membuka peluang untuk para pengusaha untuk membuat produk yang dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah sikat gigi. Dalam penelitian ini melakukan inovasi mengganti sikat gigi dengan gagang berbahan plastik jenis <i>polypropylene</i> dan bulunya di ganti menggunakan siwak. Penelitian ini menggunakan <i>software Fusion 360</i> dalam proses perancangan dan untuk memprediksi/simulasi aliran material ke dalam cetakan saat proses injeksi, dari segi waktu, suhu material, dan suhu cetakan (<i>mold</i>). Dalam perancangan / desain <i>mold</i> dilakukan simulasi <i>injection</i> dengan 6 variasi dimensi <i>runner</i> untuk mencari <i>defect sink marks</i> dan <i>weldlines</i> terendah, menggunakan suhu <i>melt</i> dan pada 2500 °C menunjukkan hasil pada dimensi <i>runner</i> 2 mm dengan <i>defect</i> terendah dengan <i>filling time</i> 0,73 detik dan <i>colling time</i> 9,25 detik. Dan hasil yang kurang optimal pada dimensi <i>runner</i> 4,5 mm dengan suhu 2300 °C terdapat <i>defect</i> yang tinggi dengan <i>filling time</i> 0,84 detik dan <i>colling time</i> 84,77 detik.
Keywords: <i>Injection Molding</i> <i>Polypropylene</i> <i>Fusion 360</i> <i>Toothbrush</i> <i>Mold Flow Simulation</i>	
*Corresponding Author: M. Luqman Saiful Fikri Jurusan Teknik Mesin, Universitas Global Jakarta, Jl. Boulevard Raya No. 2, Tirtajaya, Sukmajaya, Depok 16412, Indonesia Email: luqmanfikri@jgu.ac.id DOI: https://doi.org/10.56904/imejour.v2i1.28	

1. PENDAHULUAN

Produk berbahan dasar plastik semakin banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Plastik merupakan salah satu material yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia karena mudah dibentuk, praktis, ringan, tidak berkarat, dan ekonomis. Selain itu, peningkatan penggunaan bahan baku plastik berdampak pada pertumbuhan tahunan manufaktur plastik, seperti yang di ketahui bersama bahwa plastik memiliki sifat yang sangat rapuh, membutuhkan waktu yang lama untuk terurai, dan akan membawa kesulitan di masa depan [1], [2]

Cara mengatasi permasalahan tersebut dengan membuat mesin atau alat pembentukan plastik, ada banyak metode yang dapat digunakan untuk membentuk plastik, yaitu cetakan tiup (*blow molding*), cetakan alir (*extrusion molding*), cetakan tekan (*compression molding*), dan cetakan injeksi (*injection molding*)[3]. Proses pembentukan plastik dengan cara *injection molding* yaitu hanya dengan cara melelehkan material plastik kemudian diinjeksikan ke dalam sebuah cetakan[4]. Hal tersebut membuka peluang bisnis untuk para pengusaha untuk membuat produk yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah sikat gigi. Proses pembuatan sikat gigi tersebut menggunakan teknik *injection molding*[4]. Proses *injection molding* merupakan teknik yang sering digunakan dalam pembentukan produk yang

berbahan plastik, karena dengan menggunakan metode tersebut bisa membuat bentuk fitur yang sulit untuk dibentuk dibandingkan metode yang lain [5], [6], [7]. Dalam proses produksi secara massal tentu kualitas menjadi tuntutan utama, *casing-casing* alat pengaman yang diproduksi harus dengan kualitas yang baik. Kualitas suatu produk tergantung dari kualitas cetakan (*mold*) yang dirancang [7], [8], [9]. Oleh karena itu cetakan (*mold*) harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat meminimalisir hasil cacat pada produk yang merupakan tantangan utama dalam proses *plastic injection molding* [8].

Pada penelitian menggunakan proses *refers engineering* pada *injection moulding* miswak *toothbrush*. Siwak (*Salvadora persica*) merupakan tanaman alternatif yang memiliki sifat antibakteri. Ekstrak siwak yang diperoleh melalui proses perkolasi mengandung komponen aktif antimikroba seperti saponin, terpenoid, dan fenol. Kandungan tersebut efektif dalam membunuh dan mengurangi pertumbuhan beberapa bakteri mulut aerob dan anaerob, serta anti jamur [10], [11]. Pada umumnya bulu sikat gigi terbuat dari nilon, penelitian ini melakukan inovasi untuk mengganti bulu sikat dengan menggunakan siwak. Karena bulu yang terbuat dari nilon memiliki kekurangan yaitu sifatnya yang lebih sulit untuk kering sehingga mudah ditumbuhi bakteri, sedangkan siwak dipercaya sebagai obat memiliki kemampuan antiseptik dan ampuh dalam menghilangkan plak dan mereduksi virulensi bakteri *periodontopathogenic*. Kandungan anionic alami dalam miswak dipercaya sebagai antimicrobial efektif didalam menghambat dan membunuh microbial [12], [13]. Siwak juga menjaga kebersihan mulut jauh lebih lama dibanding sikat dan pasta gigi biasa karena terdapat kandungan zat-zat yang dibutuhkan untuk menjaga kesehatan gigi dan mulut [10].

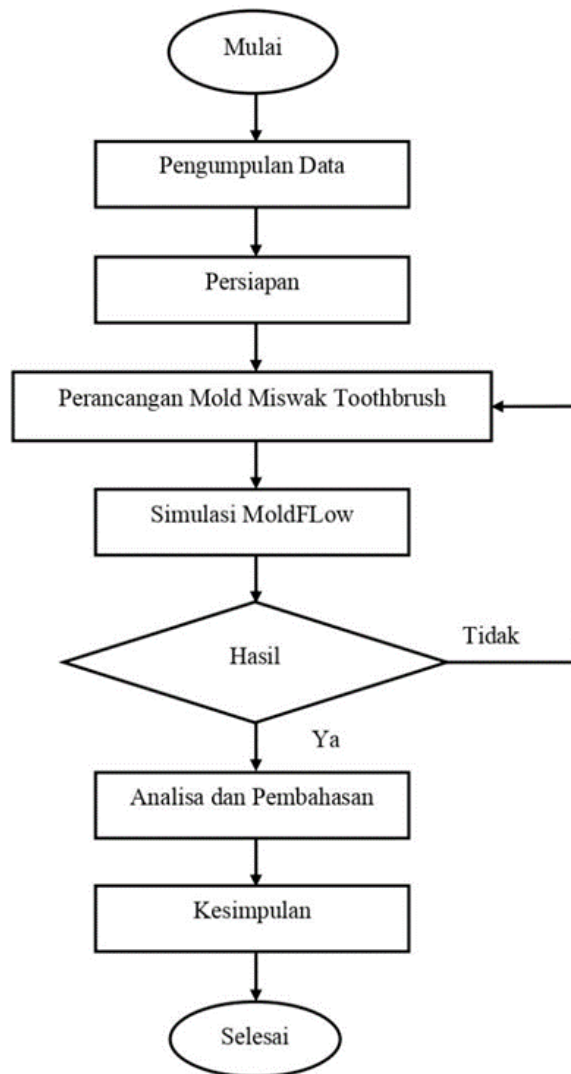
Proses perancangan ini dilakukan dengan *software Fusion 360* yang merupakan perangkat lunak terbaru *Autodesk* yang memanfaatkan manajemen data dan komputasi untuk mendukung kelengkapan proses produksi dan mengurangi biaya serta mendukung proses desain cetakan (*mold*) untuk mendapatkan hasil yang baik dan mempersingkat proses trial. Perangkat lunak ini memungkinkan desain dan simulasi yang mudah, memastikan kesalahan dapat diminimalkan, sehingga ideal untuk pekerjaan desain teknis. Maka penelitian ini membuat produk sikat gigi gagang berbahan plastik jenis *Polypropylene* (PP) dengan metode *injection moulding* dan bulunya di ganti menggunakan siwak guna mendapatkan parameter yang tepat untuk perancangan mold sikat gigi.

2. METODE

2.1 Pengumpulan Data

Teknik pemecahan masalah yang dilakukan penulis dalam menyelesaikan penelitian ini dengan membuat diagram alir yang akan dilakukan penulis untuk membantu memilih tindakan. Tujuannya agar penelitian menjadi lebih terarah dan terkendali, sehingga tidak melenceng terlalu jauh dari target yang diinginkan. Gambar di bawah ini menggambarkan tahapan penelitian yang dilakukan. Penelitian ini menggunakan berbagai metode pengumpulan data untuk membuat cetakan untuk cetakan injeksi plastik produk Sikat Gigi Siwak. Metode-metode tersebut antara lain studi literatur, studi lapangan, serta observasi dan simulasi lapangan. Penulis mengumpulkan data dari literatur yang relevan dan berpartisipasi dalam observasi lapangan untuk memahami dimensi *part*, dimensi cetakan, komponen *injection molding*, spesifikasi alat, dan ketersediaan perangkat lunak. Penelitian ini membantu dalam landasan teori tugas akhir.

Persiapan dimulai sebelum desain dengan mengumpulkan informasi dari spesifikasi data mesin dan data produk. Data Mesin mengacu pada mesin yang digunakan dalam proses desain, termasuk spesifikasinya. Data mesin meliputi bukaan mesin maksimum, kapasitas mesin, unit penjepit, gaya ejektor, dan sebagainya. Injeksi plastik melibatkan dua proses mesin: mesin injeksi vertikal dan mesin injeksi horizontal. Penelitian ini menggunakan mesin injeksi vertikal.



Gambar 1. Flowchart penelitian

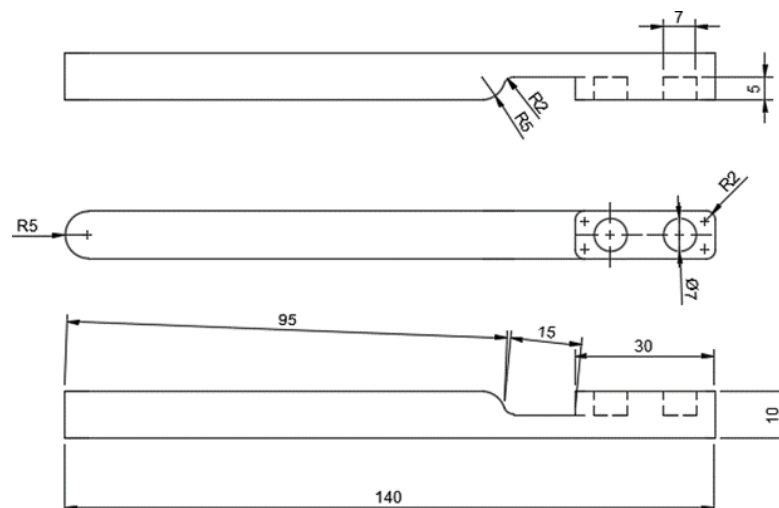
2.2 Perancangan Cetakan (*mold*) Miswak Toothbrush

Dalam perancangan produk perlu tahapan-tahapan yang teratur agar mendapatkan hasil produk yang sesuai dengan spesifikasi pada data produk yang kita pelajari. Tahapan tersebut yaitu konsep, bahan dan alat (*software*), dan merancang. Setelah tahap analisis selesai, tahap dasar kedua, desain atau pembuatan produk, dimulai. Membuat konsep desain melibatkan penamaan komponen, elemen, dan atribut. Dasar fundamental untuk membuat desain cetakan sikat gigi siwak berkembang hingga hanya ada satu gagasan. Pendekatan desain di sini bukan untuk mengubah siwak sikat gigi, tetapi untuk mendesain cetakan dengan fokus pada bahan siwak yang menggantikan *nylon*. Dengan demikian, rasio aliran injeksi dan kepadatan cetakan yang sesuai akan diperoleh. Tahapan selanjutnya yang dilakukan setelah konsep dirasa cukup memadai ialah melakukan perancangan. Pada tahapan ini penulis melakukan pengembangan terhadap konsep-konsep yang telah dibuat dan ditentukan sebelumnya sesuai dengan mekanisme kerja *two plate mold*.

Dalam penelitian ini terdapat 2 variabel yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Variabel terikat yaitu factor yang diamati untuk menentukan pengaruh dari variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikat yang dipakai yaitu berat produk, *defect warpage* dan *defect sink mark*. Variabel bebas adalah variabel menjadi penyebab atau mempengaruhi dan meliputi factor-faktor yang diukur, dimanipulatif atau dipilih oleh peneliti, bertujuan agar dapat

menemukan hasil observasi yang diamati. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah penentuan posisi *sprue* dan dimensi *runner* agar aliran injeksi lancar. Simulasi aliran (*Injection simulation*) mensimulasikan penekanan injeksi saat proses pengisian dan penahanan sehingga arah aliran dari material yang telah mencair dapat diprediksi. Dari Simulasi ini didapatkan perkiraan kualitas dari produk dan efisiensi proses pengisian pada rongga cetakan. Dilakukan pengecekan hasil analisa dan simulasi *mold flow* pada desain yang terpilih untuk dijadikan cetakan *mold* produk miswak toothbrush apakah sudah sesuai dengan rencana awal yang diinginkan seperti konsep dan satuan fungsi sudah sesuai apa belum, jika sudah sesuai maka dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu pembuatan pabrikasi cetakan injeksi.

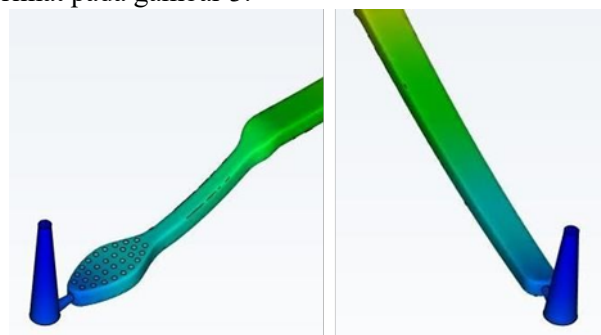
Selanjutnya proses pembuatan cetakan injeksi untuk produk *miswak toothbrush* yang sudah sesuai dengan gambar, dimensi, ukuran dan fungsi produk. Proses pencetakan dilakukan menggunakan beberapa mesin seperti Mesin gergaji, Mesin gerinda, Mesin bor, Mesin CNC dan alat Poles.



Gambar 2. Desain 2d Miswak Toothbrush

Sprue

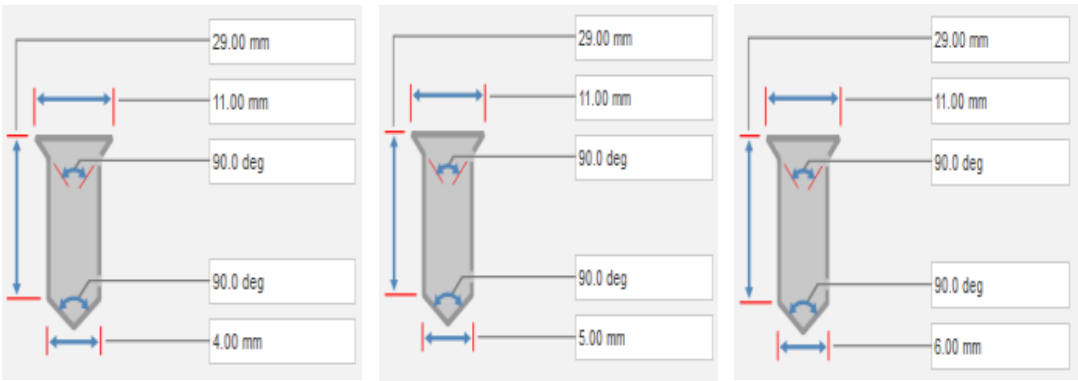
Pada perancangan *sprue* memiliki 2 variasi yaitu dibagian kepala dan gagang sikat yang ditunjukkan seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Contoh Desain Posisi *Sprue*

Pada tahap ini dimana kita melakukan pendesainan awal yang sudah kita konsep. Dengan 6 variasi dimensi *runner* yang berbeda agar bisa membuat suatu produk dengan hasil maksimal. Dengan bentuk silinder dengan panjang sama 8 mm dan 6 variasi diameter silinder

2 mm, 3 mm, 3,5 mm, 4 mm, 4,5 mm dan variasi satunya dari 3 mm mengerucut ke 2 mm . Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Contoh Desain 3 Dimensi Runner

Injection molding adalah sirkuit mekanis dengan dua bagian: bergantung pada produk dan tidak bergantung pada produk. Bentuk dan ukuran geometrisnya ditentukan oleh komponen cetakan plastik, yang memungkinkan untuk distribusi, pendinginan, pengeluaran, gerakan transfer, penjagaan, dan penyelarasan komponen fungsional. Struktur dan bentuknya tidak bergantung.

Tabel 1. Data Produk

Data Produk	
Nama produk	Sikat gigi
Material	<i>Polypropilene</i>
Dimensi Produk (p x l x t)	140 mm x 10 mm x 10 mm
Dimensi lubang siwak	7 mm x 5 mm

Tabel 2. Data Perancangan Mold

Data Perancangan Mold	
Jenis Mold	<i>Two Mold Plate</i>
Jumlah Cavity dan Mold	1
Dimensi Mold (panjang x lebar x tebal)	178 mm x 100 mm x 50 mm
Jenis Material Mold	<i>Steel S50c</i>

Perancangan desain *mold plastic injection* ini menggunakan *software fusion 360* seperti dipenelitian sebelumnya, sehingga memudahkan dalam proses perancangan. Perancangan *mold* ini menggunakan jenis *two plate mold* dengan dimensi yang minimalis mengacu pada spesifikasi mesin *injection vertical* yang sudah ada. Material bahan yang digunakan untuk pembuatan *mold* ini menggunakan *Steel S50c* yang lebih mudah didapatkan.

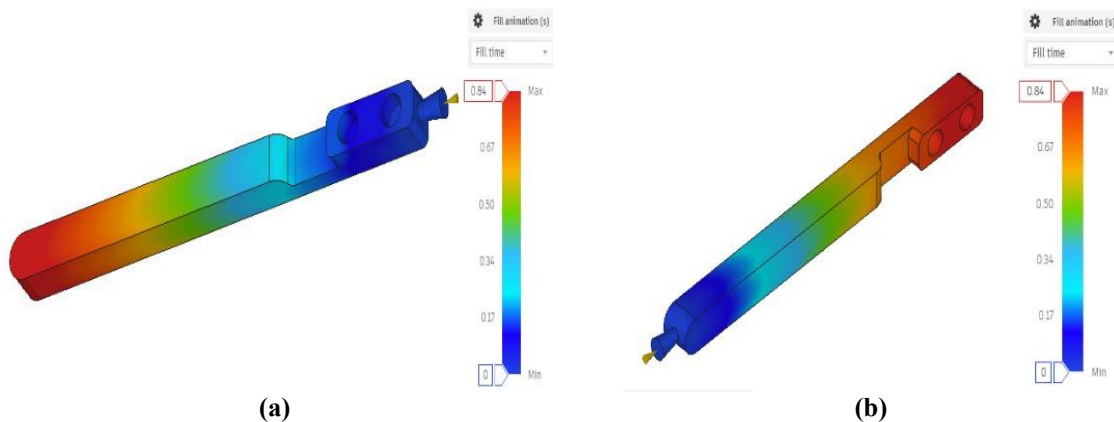
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan gambar

Dalam proses perancangan desain *mold* ini menggunakan *software Autodesk Fusion 360*. Dengan *software Fusion 360* ini akan lebih mudah dalam proses perancangan desain *mold*. Dalam perancangan *mold plastic* ini yang menjadi pokok utama yaitu spesifikasi data produk yang akan dibuat untuk mempermudah dalam proses perancangan.

3.2 Pembahasan Hasil Simulasi dan Penentuan Posisi Sprue

Proses pertama dalam perancangan ini pertama menentukan lokasi sprue untuk memudahkan dalam proses analisis. Karena lokasi *sprue* akan berpengaruh terhadap hasil cacat produk seperti *weld line*, *sink marks* dan juga dapat berpengaruh terhadap hasil akhir produk cetak dikarenakan analisis ini menggunakan metode *cold runner*. Dari dua lokasi yang berbeda ini dapat diambil lokasi *sprue* yang mempunyai *fill time* terendah dan hasil akhir produk.



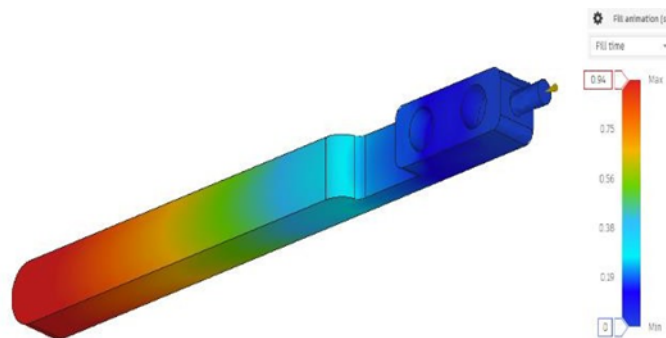
Gambar 5. Lokasi Sprue (a) 1 dan (b) 2

Hasil simulasi *injection sprue* lokasi 1 menunjukkan *filling time* 0,84 s, *colling time* 86,50 s dan hasil visual *defect* pada 3 permukaan akan terdapat *sink marks*, 1 *weld lines* (gambar 4.2). Untuk lokasi sprue 2 mempunyai *filling time* 0,84 s, *colling time* 94,14 s beda 7,64 s pada waktu *colling time* dan menunjukkan hasil visual *defect* pada 3 permukaan akan terdapat *sink marks*, 2 *weld lines*. Dari hasil simulasi tersebut peneliti dapat menyimpulkan dan menggunakan posisi/lokasi sprue pertama, karena dari segi cacat produk seperti *weld line* hanya 1 titik, *colling time* yang cepat dan melihat dari spesifikasi mesin horisontal yang digunakan untuk mengantisipasi aliran *injection* agar lebih cepat merata ke permukaan cetakan/mold cavity & core dan mendapatkan hasil produk yang maksimal.

3.3 Variasi dimensi runner

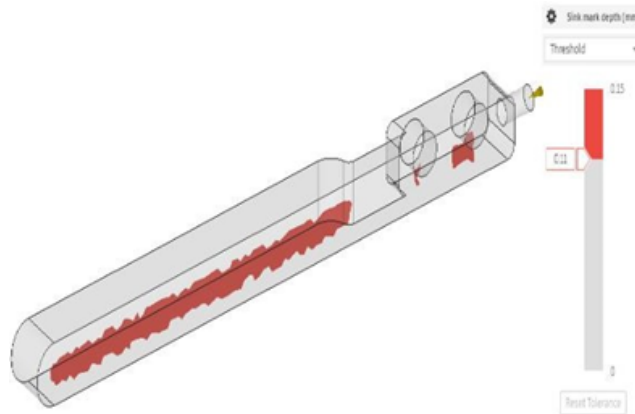
Dalam penelitian ini menggunakan 6 variasi *runner* pada temperatur *melting* yang digunakan 230°C dan 250°C. Yang bertujuan untuk mencari parameter *defect sink marks*, *weld line*, *filling time* dan *colling time* terendah.

Hasil *Runner R = 2 mm*



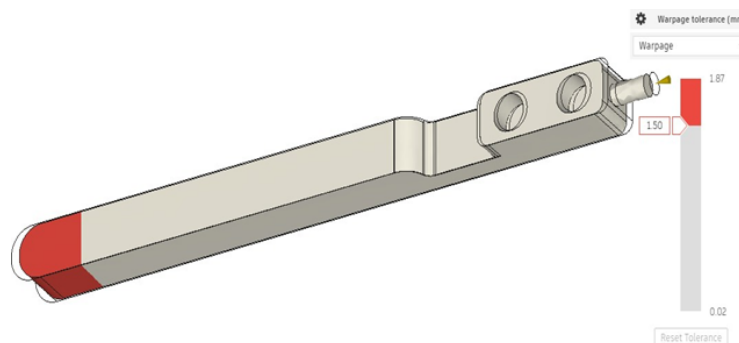
Gambar 6. Fill animation runner R = 2 mm

Fill injection menggunakan temperatur 230°C. menunjukkan *filling time* 0,94 s, terlihat bahwa area berwarna biru yang mengalami *filling time* rendah karna bersampingan dengan *gate*/ jalur masuknya plastik



Gambar 7. Defect sink marks dan weld lines

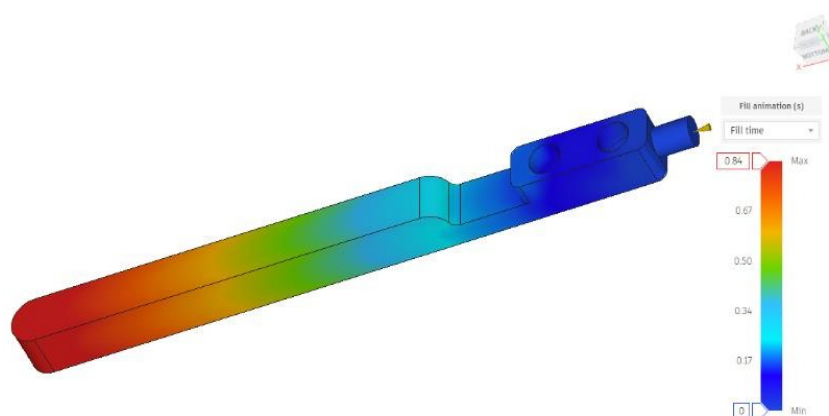
Pada gambar 8 menunjukkan cacat produk 1 face sink marks dan 2 cacat produk weld lines.



Gambar 8. Defect warpage

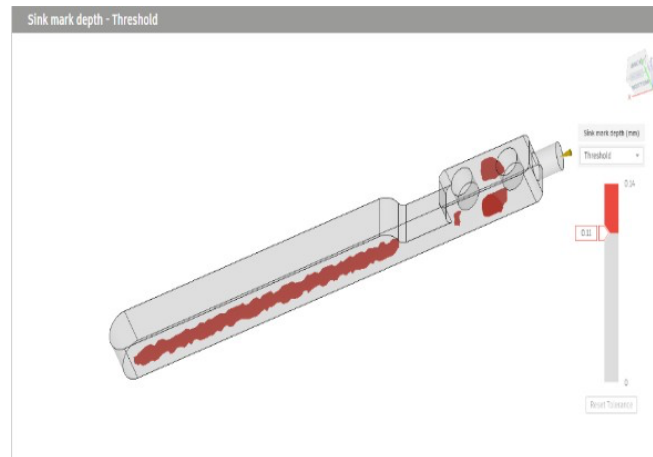
Deflection pada bagian tengah part 1,87 mm dan warpage (lengkungan) melebihi 1,50 mm dari desain yang ditetapkan.

Hasil Runner R 3 mm

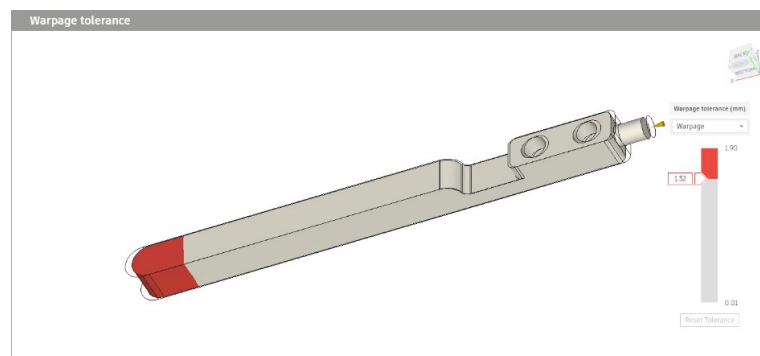


Gambar 9. Fill animation runner r 3 mm

Fill injection menggunakan temperatur 230⁰ C . menunjukan filling time 0,84 s,

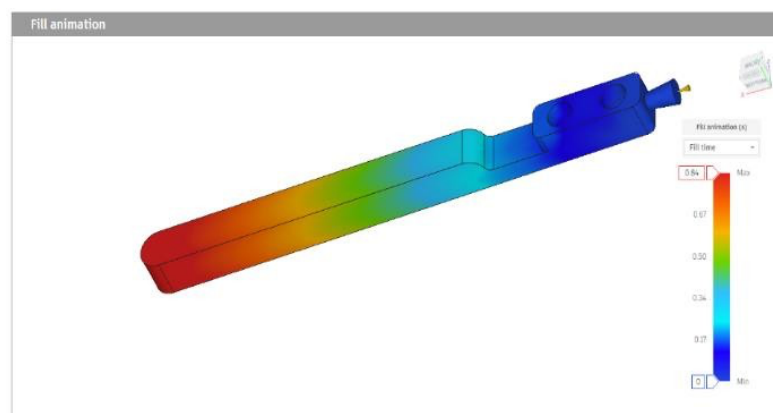


Gambar 10. Defect sink marks dan weld lines



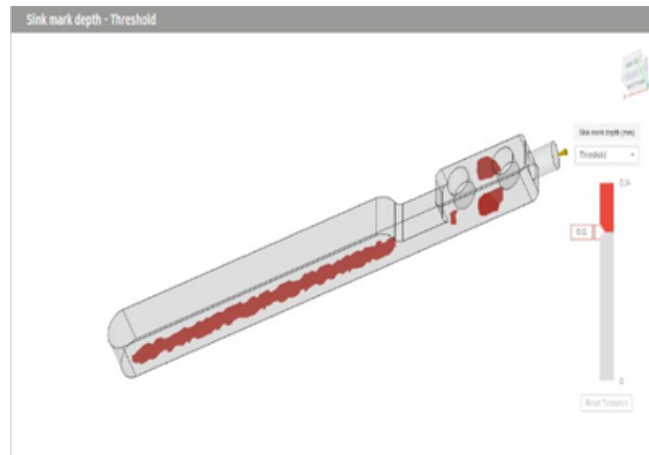
Gambar 11. Defect warpage

Mempunyai cacat produk 3 *face sink marks* dan mempunyai 1 cacat produk *Runner* dimensi mengerucut R 3 mm – 2 mm



Gambar 12. Fill animation runner r 3 - 2 mm

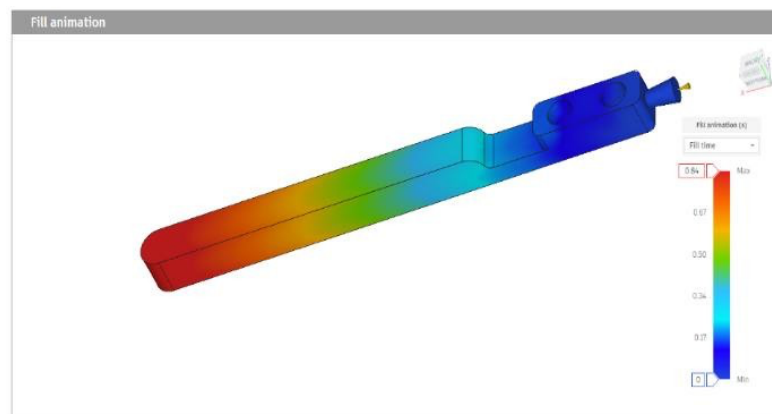
Fill injection menggunakan temperatur 2300 C . menunjukan filling time 0,84 s, *colling time* 86,50 s yang sama dengan diameter *runner* r 3 mm



Gambar 13. Defect sink marks dan weld lines

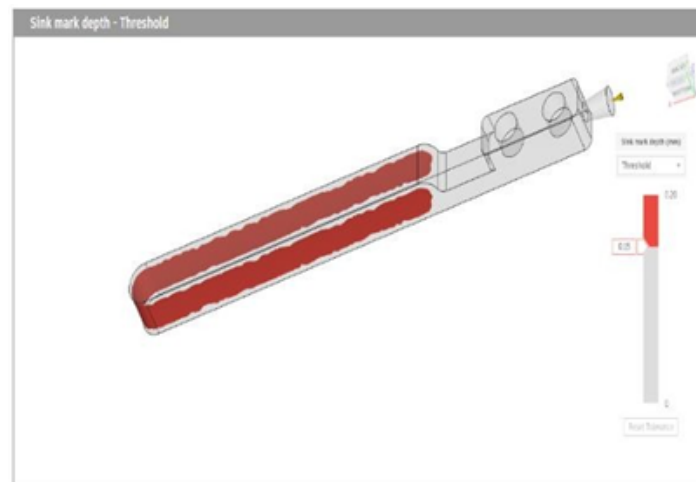
Deflection pada bagian tengah part 1,90 mm dan warpage (lengkungan) melebihi 1,52 mm dari desain yang ditetapkan.

1. *Runner* dimensi mengerucut R 3 mm – 2 mm



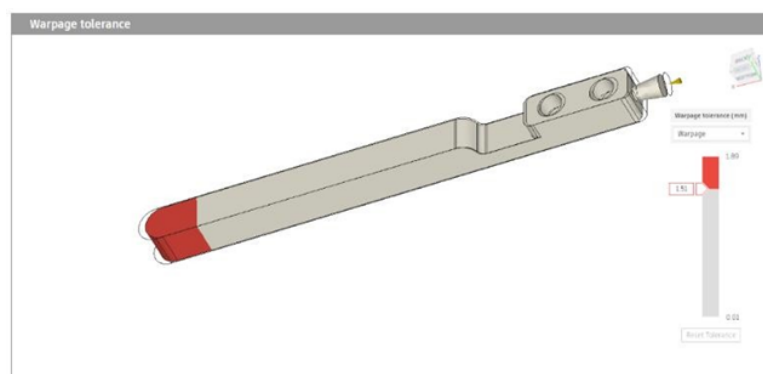
Gambar 14. Fill animation runner r 3 - 2 mm

Fill injection menggunakan temperatur 230°C. menunjukan filling time 0,84 s, *colling time* 86,50 s yang sama dengan diameter runner r 3 mm.



Gambar 15. Defect sink marks dan weld lines

Mempunyai cacat produk 3 face sink marks dan mempunyai 1 cacat produk weld lines.

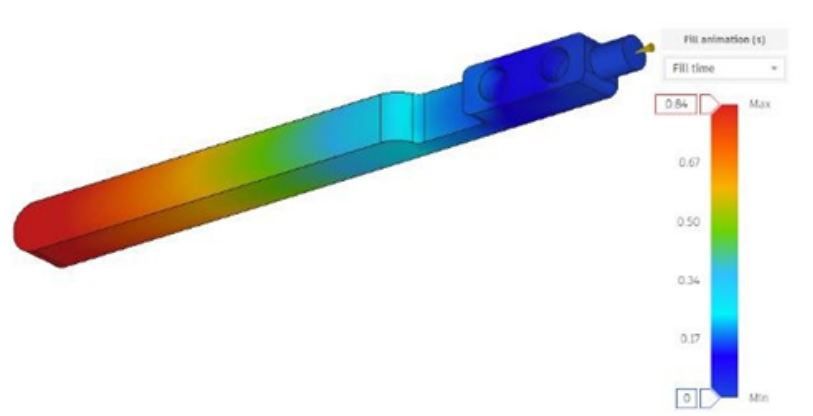


Gambar 16. Defect warpage

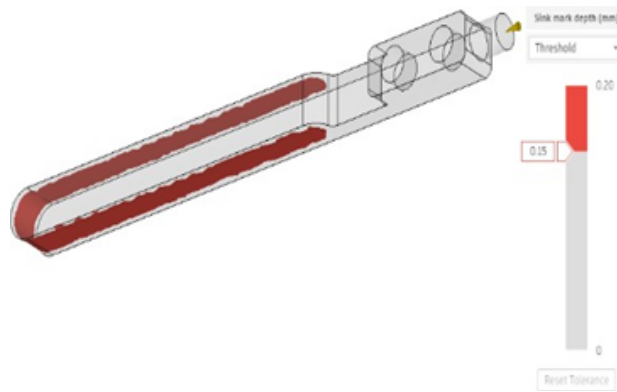
Deflection pada bagian tengah part 1,89 mm dan warpage (lengkungan) melebihi 1,51 mm dari desain yang ditetapkan.

2. Runner dimensi R 3.5 mm

Fill injection menggunakan temperatur 230°C. menunjukan filling time 0,84 s, colling time 86,30 s

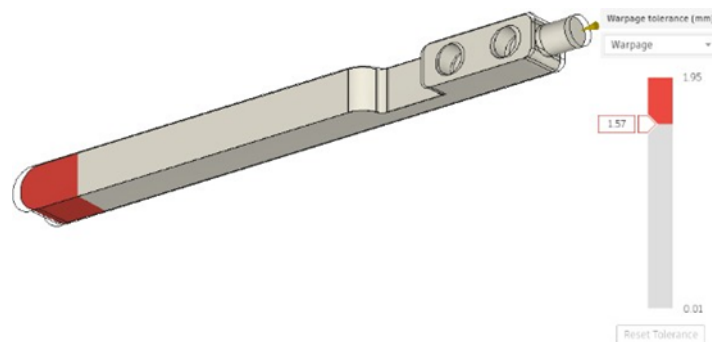


Gambar 17. Fill animation runner r 3.5 mm



Gambar 18. Defect sink marks dan weld lines

Mempunyai cacat produk 4 face sink marks mempunyai 1 cacat produk weld lines.

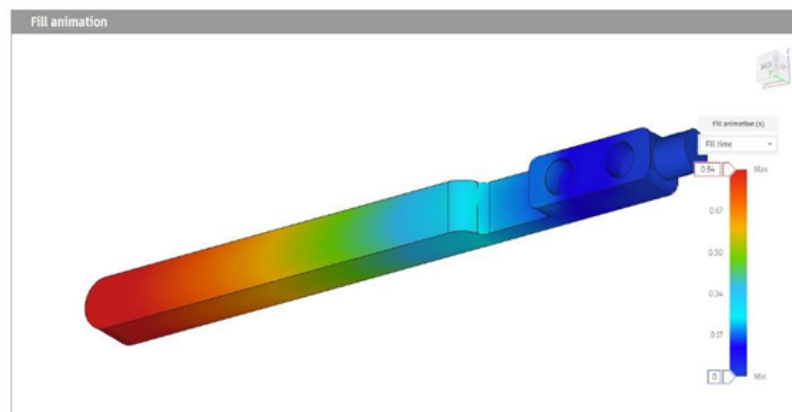


Gambar 19. Defect warpage

Deflection pada bagian tengah part 1,95 mm dan warpage (lengkungan) melebihi 1,57 mm dari desain yang ditetapkan.

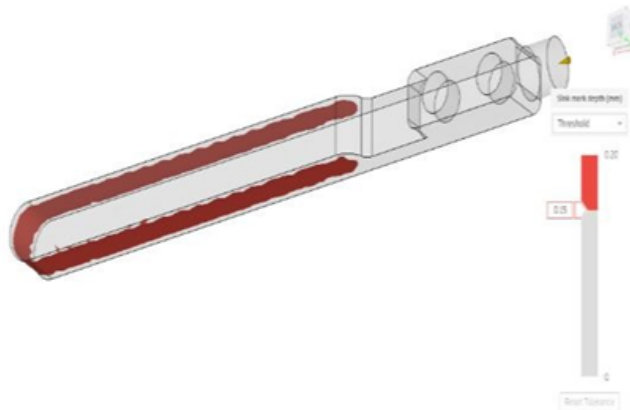
3. Runner dimensi R 4 mm

Fill injection menggunakan temperatur 230°C. menunjukan filling time 0,84 s, colling time 86,49 s.



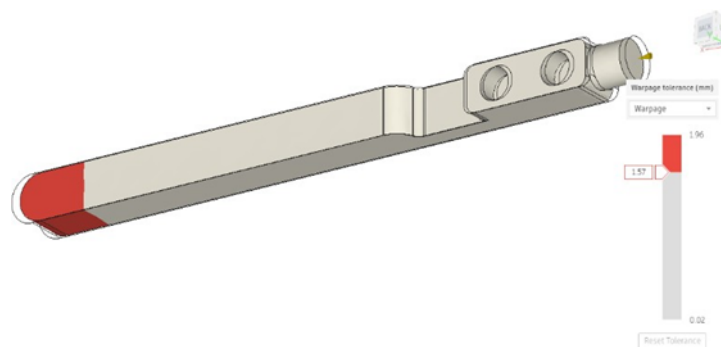
Gambar 20. Fill animation runner r 4 mm

Fill injection menggunakan temperatur 230°C. menunjukan filling time 0,84 s, colling time 86,49 s.



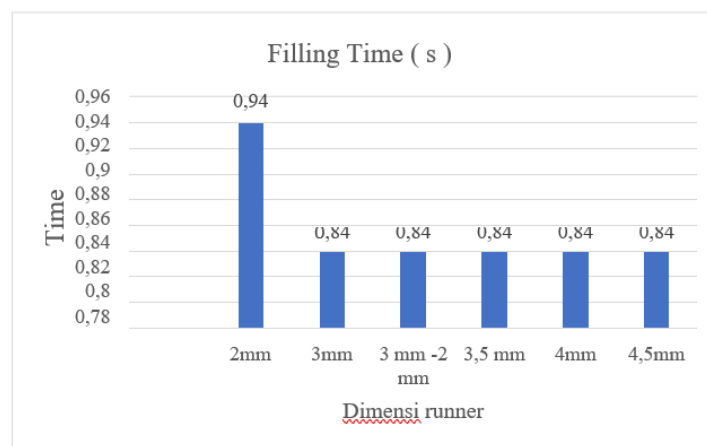
Gambar 21. Defect sink marks dan weld lines

Mempunyai cacat produk 4 face sink mark dan mempunyai 2 cacat produk weld lines.

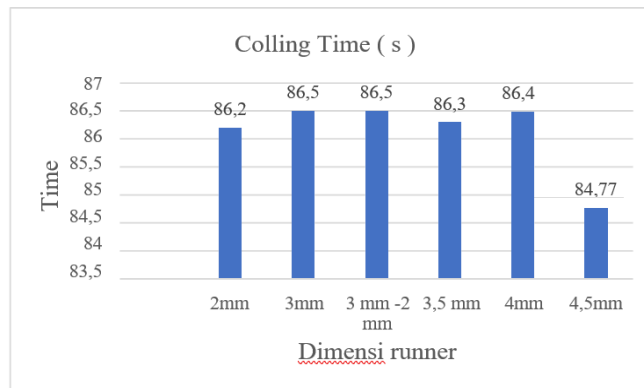


Gambar 22. Defect warpage

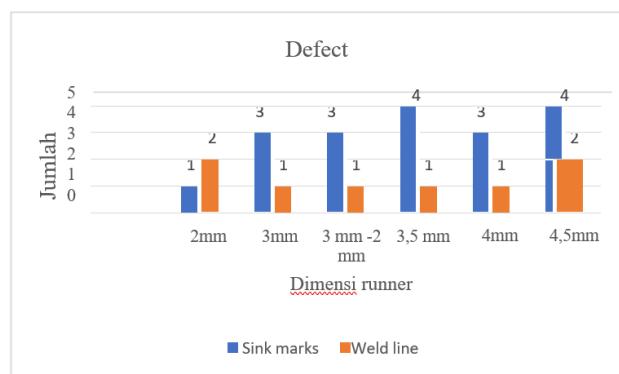
Deflection pada bagian tengah part 1,96 mm dan warpage (lengkungan) melebihi 1,57 mm dari desain yang ditetapkan.



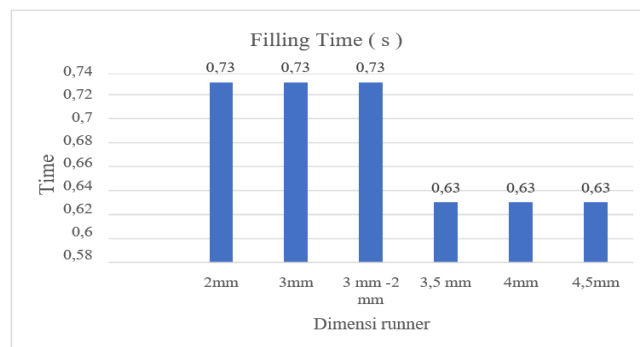
Gambar 23. Filling Time Temperature Melt Melt 230°C



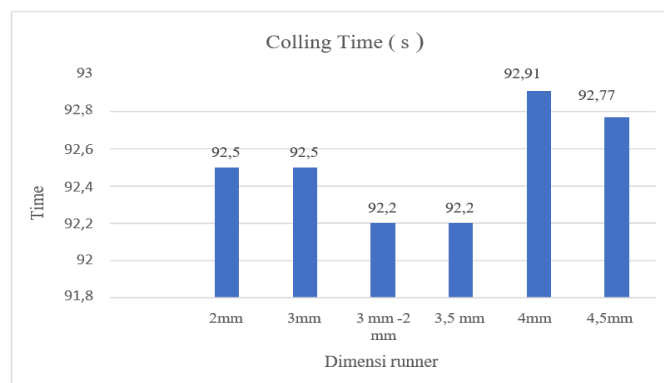
Gambar 24. Colling Time Temperature Melt Melt 230°C



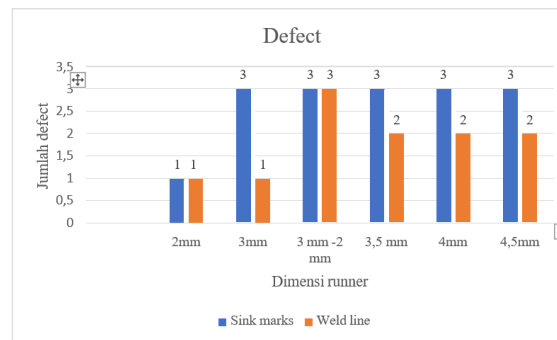
Gambar 25. Defect Sink Marks dan Weld Lines Temperature Melt Melt 230°C



Gambar 26. Filling Time Temperature Melt Melt 250°C



Gambar 27. Colling Time Temperature Melt Melt 250°C



Gambar 28. Grafik *Defect Sink Marks dan Weld Lines Temperature Melt Melt 250°C*

Hasil simulasi injection menggunakan 6 dimensi runner yang berbeda dengan suhu temperature melt 2300 C dan 2500 C. Menunjukkan dimensi runner r (jari-jari) 2 mm mempunyai cacat produk sink marks, weld lines yang sangat rendah dibanding dengan dimensi runner yang lain. Dan pada temperature 2500 C mempunyai filling time dan colling time yang lebih cepat.

Dari 6 variasi dimensi runner tersebut peneliti mengambil dimensi yang mengerucut dari r (jari-jari) 3mm mengerucut menjadi r (jari-jari) 2 mm dimensi, dikarenakan dari penelitian trial di mesin injection vertical sebelumnya aliran injection nya kurang maksimal. Dan adanya perbedaan antara simulasi molflow injection di software dengan trial dengan menggunakan mesin yang di tempat penelitian. Perbedaannya pada saat simulasi itu mesin yang digunakan type mesin injection horizontal dan mesin ditempat penelitian menggunakan mesin injection vertical

4. KESIMPULAN

Perancangan desain mold unit dengan jenis two plate. Dengan memakai hasil simulasi injection sprue lokasi 1 menunjukkan filling time 0,84 s, colling time 86,50 s dan hasil visual defect pada 3 permukaan akan terdapat sink marks, 1 weld lines. Hasil simulasi injection menggunakan 6 dimensi runner yang berbeda dengan suhu temperature melt 2300 C dan 2500 C. Menunjukkan dimensi runner r (jari- jari) 2 mm mempunyai cacat produk sink marks, weld lines yang sangat rendah dibanding dengan dimensi runner yang lain. Dan pada temperature 2500 C mempunyai filling time dan colling time yang lebih cepat. Dengan dikembangkannya alat ini dapat meningkatkan kualitas produksi dan memodifikasi suatu benda yang sudah terdapat di industri-industri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para peneliti mengucapkan terima kasih kepada Univeritas Global Jakarta atas dukungannya selama menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] G. S. A. R. R. D. E. A. B. A. A. Masdiana, *Revolusi Plastik dan Lingkungan* , 1st ed. 2023.
- [2] Y. K. P. Saleh, M. Zaenudin, M. M. Al Azzam, A. K. Bakar, and A. N. Haryudiniarti, "Filament maker design for Polyethylene Terephthalate(PET) plastic bottle recycling," 2024, p. 060009. doi: 10.1063/5.0218078.
- [3] M. Luqman Saiful Fikri *et al.*, "Pengaruh Waktu Injeksi Material pada Brush Handle menggunakan Software Autodesk Moldflow," 2024. [Online]. Available: <https://permadi.nusaputra.ac.id/index>
- [4] M. Rizki, A. Gamayel, and M. Zaenudin, "Simulation on the influence of the shape of the carabiner as a hanging accessory on stress distribution using Autodesk Fusion 360,"

- JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 33–40, Apr. 2024, doi: 10.37373/jttm.v5i1.779.
- [5] S. A. Wicaksono AB, “Pengaruh Variasi Layout Runner dan Melt Temperature terhadap fill time dan defect pada proses injection molding sikat gigi,” *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 18, 2023.
- [6] A. Syakur, A. Sunardi, M. Zaenudin, Y. Saleh, and L. Sf, “Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Propeller Udara Terhadap Kinerja Perahu Rawa (Swamp Boat),” *Integrated Mechanical Engineering Journal (IMEJOUR)*, vol. 2, no. 1, pp. 3026–7579, 2024, doi: 10.56904/imejour.v2i1.25.
- [7] I. M. Dana GA, “Analisis Parameter Mold Temperature pada tutup botol 200 ml terhadap cacat sink mark material polypropylene menggunakan solidwork 2022,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 12, 2024.
- [8] M. Luqman Saiful Fikri *et al.*, “Pengaruh Waktu Injeksi Material pada Brush Handle menggunakan Software Autodesk Moldflow,” 2024. [Online]. Available: <https://permadi.nusaputra.ac.id/index>
- [9] A. Gamayel, S. Mulyono, M. Zaenudin, and J. Teknik Mesin, “ANALYSIS OF INJECTION PLASTIC MOLDING TENSILE TEST SPECIMEN THROUGH INJECTION PLASTIC SIMULATION USING AUTODESK FUSION 360,” vol. 9, no. 1, pp. 46–54, 2024, doi: 10.20527/sjmekinematika.v9i1.278.
- [10] Medawati A. Fatkhurrohman F, “Efektif ekstrak Etanol kayu Siwak dengan metode perkolasi terhadap pertumbuhan Staphylococcus Aureus Isolat 248 yang resisten multiantibiotik,” *IDJ*, vol. 2, 2013.
- [11] Tresnasari E, “Bersiwak dalam bidang kedokteran gigi prespektif tafsir ilmi,” jakarta, 2021.
- [12] S. M. Rachmat S.S, “Studi Literatur tentang Teknik Liofilisasi untuk Preservasi Bakteri,” *Jurnal teknik ITS*, vol. 10, 2021.