

# ANALISA VARIASI UKURAN *RUNNER SYSTEM* DAN *MELT TEMPERATURE* TERHADAP *FILL TIME*, *CONFIDENCE OF FILL* DAN *QUALITY PREDICTION*

Mario Sariski Dwi Ellianto<sup>1</sup>, Midarto Dwi Wibowo<sup>2</sup>, Kadex Widhy Wirakusuma<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>(Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik, Politeknik ATK Yogyakarta)

[mario.sarisky@atk.ac.id](mailto:mario.sarisky@atk.ac.id)

[midarto@atk.ac.id](mailto:midarto@atk.ac.id)

<sup>3</sup>(Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Politeknik Industri Logam Morowali)

[kadex@piim.ac.id](mailto:kadex@piim.ac.id)

**Abstrak**— Teknologi yang digunakan dalam pembuatan produk plastik adalah dengan *injection molding*. Secara umum produk yang didapatkan belum memperoleh kualitas yang baik, sehingga perlu dilakukan simulasi untuk mengetahui parameter proses produksi yang tepat. Penelitian ini berfokus untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran *runner system* dan variasi *melt temperature* terhadap *fill time*, *confidence of fill*, dan *quality prediction* yang optimal pada produk spesimen uji tarik. Penelitian ini menggunakan pendekatan simulasi dengan bantuan *software*. Metode simulasi digunakan untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing variasi ukuran *runner* dan *melt temperature*. Jenis *layout runner* yang digunakan adalah jenis *layout grid*, jenis *runner system* adalah *H balance*, dan jenis penampang adalah berbentuk *circle*. Variasi ukuran *runner* menggunakan diameter 2 mm, 3 mm, dan 4 mm sedangkan variasi *melt temperature* 190°C, 200°C, dan 210°C. Simulasi yang dilakukan meliputi analisis *fill time*, *confidence of fill*, dan *quality prediction*. Hasil simulasi *fill time*, *confidence of fill* dan *quality prediction* pada diameter *runner* 2 mm dan *melt temperature* 210°C menghasilkan produk dengan nilai optimal yaitu 0,7524 s, 100% dan 95,1%. Variasi yang optimal memastikan aliran *material* plastik cair tetap leleh hingga memenuhi rongga cetakan, mencegah terjadinya *defect* dan mengoptimalkan *cycle time* produk. Semakin besar ukuran *runner* maka semakin kecil hambatan aliran *material* cair dan nilai *melt temperature* berada pada kondisi proses yang direkomendasikan produsen *material*.

**Kata Kunci**— *Injection molding*; Sistem *runner*; Temperatur leleh; Waktu Pengisian

**Abstract**— The technology used in making plastic products is *injection molding technology*. In general, the products obtained are not of good quality, so simulations need to be carried out to determine the correct production process parameters. This research focuses on determining the effect of variations in *runner system size* and variations in *melt temperature* on the optimal *fill time*, *confidence of fill*, and *quality prediction* for tensile test specimen products. This research uses a simulation approach with the help of *software*. The simulation method is used to determine the characteristics of each variation in *runner size* and *melt temperature*. The type of *runner layout* used is a *grid layout type*, the *runner system type* is *H balance*, and the *cross-section type* is *circle-shaped*. Variations in *runner size* use *runner diameters* of 2 mm, 3 mm, and 4 mm. Variations in *melt temperature* use values of 190°C, 200°C, and 210°C. The simulations carried out include *fill time analysis*, *confidence of fill analysis*, and *quality prediction analysis*. Simulation results of *fill time*, *confidence of fill* and *quality prediction* at a *runner diameter* of 2 mm and *melt temperature* of 210°C yielded optimal values of 0.7524 s, 100% and 95.1%, respectively. These conditions ensured that the molten polymer remained in a fully flowable state until complete cavity filling was achieved, thereby minimizing the risk of defects and enhancing cycle time efficiency. An increase in *runner size* results in reduced flow resistance of the molten material, while the *melt temperature* remains within the process conditions recommended by the material manufacturer.

**Keywords**— *Fill time*; *Injection molding*; *Melt temperature*; *Runner system*

## PENDAHULUAN

Teknologi yang paling umum digunakan dalam mengolah produk dengan material plastik adalah *extrusion*, *blow molding*, dan *injection molding*. Penggunaan material plastik yang semakin tinggi, sangat berdampak pada perkembangan penggunaan teknologi *injection molding* dimana terdapat tuntutan untuk mengurangi cacat produk dan mengoptimalkan waktu produksi [1]. Pembuatan produk plastik dengan

menggunakan teknologi *injection molding* seringkali mengalami cacat produk, seperti *short shot*, *streaks*, *warpage*, *flashing*, dimensi produk diluar batas toleransi yang ditentukan [2]. Keunggulan menggunakan mesin *injection molding* yaitu dapat melakukan produksi dengan skala besar dan dapat mencetak produk dengan presisi dan cepat [3].

Pada proses *injection molding* terdapat sejumlah faktor yang berpengaruh terhadap hasil dari sebuah produk yaitu desain produk, desain  *mold*, dan parameter proses produksi.

Dengan adanya simulasi, *product designer*, *mold designer* maupun operator dapat menentukan parameter produksi yang tepat untuk mendapatkan kualitas produk plastik yang diinginkan [4]. Dalam pembuatan desain *mold* untuk mendapatkan produk yang memiliki kualitas baik, beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu konstruksi *mold base*, konstruksi *core* dan *cavity*, *runner system*, *ejecting system*, *cooling system*. Keseluruhan sistem menjadi sangat penting untuk memperoleh produk plastik yang berkualitas baik dan menghindari cacat pada produk [5]. Produk plastik yang dapat dicetak dengan mesin *injection molding* adalah produk spesimen uji tarik. Produk spesimen uji tarik biasanya mempunyai standard dalam bentuk dumbell [6]. Fungsi produk spesimen uji tarik umumnya digunakan untuk mengetahui kualitas dari penggunaan material plastik [7].

Langkah awal untuk membuat produk plastik yang mempunyai kualitas baik adalah sebelum dilakukan proses produksi menggunakan *injection molding* adalah dengan melakukan simulasi. Tujuan dari simulasi adalah untuk mengetahui parameter proses produksi yang tepat sehingga produk memiliki tingkat cacat yang rendah. Berbagai variasi parameter lebih mudah ditentukan dengan menggunakan bantuan simulasi sehingga cacat produk dapat diminimalkan [8]. *Software* analisis aliran plastik dibutuhkan untuk memprediksi waktu pengisian dan cacat pada proses *injection molding*. Simulasi analisis aliran plastik membantu dalam pembuatan desain produk yang memungkinkan kesalahan produk atau cacat produk dihilangkan sedari awal [9].

Penelitian terkait yang pernah dilakukan oleh Wicaksono adalah melakukan analisis variasi *layout runner* dan *melt temperature* untuk mengetahui variasi yang tepat dan optimal pada proses produksi sikat gigi dengan menggunakan mesin *injection molding*, metode simulasi digunakan untuk mendapatkan karakteristik dari masing-masing *layout runner* dan *melt temperature* sehingga memperoleh nilai *fill time* yang paling optimal [10]. Penelitian yang dilakukan oleh Rachman adalah melakukan perancangan produk *bracket* cetakan dan melakukan analisis variasi *fill time*, *volumetric shrinkage* dan *cooling* untuk mendapatkan parameter mesin *injection molding* yang paling optimal [11].

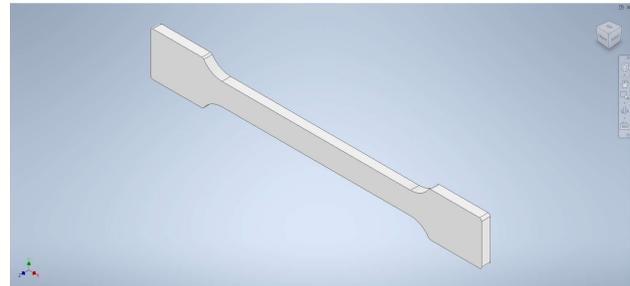
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui *fill time*, *confidence of fill* dan *quality prediction* yang optimal dan memperoleh hasil produk yang berkualitas dengan menggunakan variasi ukuran *runner system* dan *melt temperature* sebelum pembuatan produk spesimen uji tarik. Variasi parameter proses produksi dimasukkan untuk menjalankan simulasi guna mendapatkan kondisi proses yang optimal. Dalam penelitian ini, simulasi *autodesk moldflow adviser* digunakan untuk menganalisis desain dan parameter proses produksi yang digunakan dalam proses *injection molding* serta untuk memberikan situasi suatu proses yang nyata [12]. Simulasi meliputi analisis *fill time* untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan material plastik pada saat proses pengisian ke seluruh bagian *cavity*, analisis *confidence of fill* untuk mengetahui presentase kemampuan mengisi bagian

cetakan dan analisis *quality prediction* untuk menunjukkan persentase terhadap kualitas produk [13].

## METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah menggunakan pendekatan simulasi dengan bantuan *software Autodesk Moldflow Adviser 2019* untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing variasi ukuran *runner system* dan *melt temperature*. Simulasi yang dilakukan meliputi analisis *fill time*, analisis *confidence of fill* dan analisis *quality prediction*.

Penelitian simulasi ini menggunakan model berupa produk spesimen uji tarik seperti pada gambar 1.



Gbr. 1 Produk Spesimen Uji Tarik

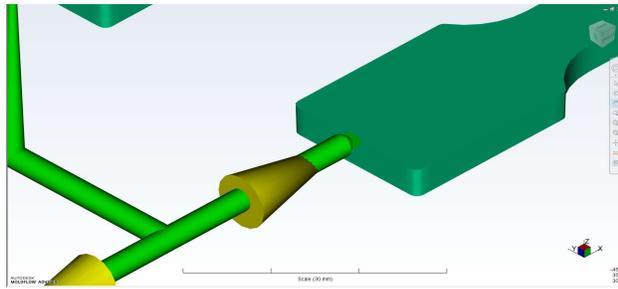
Dalam melakukan analisis, terlebih dahulu menentukan posisi *gate* yang optimal yaitu posisi *gate* yang terletak di ujung produk spesimen uji tarik. Jenis *layout runner* yang digunakan adalah jenis *layout grid*. Jenis *runner system* yang digunakan adalah jenis *runner system H balance*. Jenis penampang *runner* yang digunakan adalah penampang berbentuk *circle*. Jenis *gate* yang digunakan adalah *gate* berbentuk *edge*. Jumlah *cavity* pada penelitian ini berjumlah 4. Jenis material plastik yang digunakan adalah *High Density Polyethylene (HDPE)*.

Variasi ukuran *runner* menggunakan diameter *runner* 2 mm, 3 mm, dan 4 mm. Variasi *melt temperature* menggunakan nilai 190°C, 200°C, dan 210°C dan *mold temperature* menggunakan nilai 20°C.

Penentuan ukuran *runner* dan *melt temperature* yang berbeda bertujuan untuk mengetahui waktu pengisian aliran lelehan plastik untuk mengisi rongga *cavity*, presentase kemampuan mengisi bagian cetakan dan persentase terhadap kualitas produk untuk memperoleh pengaturan parameter proses produksi yang paling optimal.

## HASIL DAN DISKUSI

Penentuan lokasi *gate* pada desain *mold* merupakan langkah awal yang penting dalam proses *injection molding*. *Gate* merupakan pintu utama dalam proses injeksi material plastik ke dalam rongga *cavity*. Kesalahan dalam penempatan lokasi *gate* dapat menyebabkan pengisian produk tidak optimal dampaknya dapat mengakibatkan cacat produk [14]. Berikut merupakan penempatan *gate* pada produk spesimen uji tarik seperti terlihat pada gambar 2.

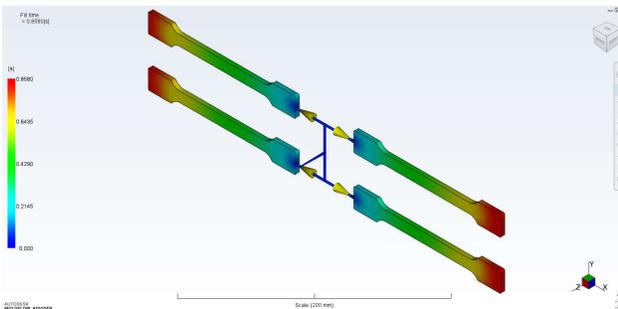


Gbr. 2 Lokasi Gate Pada Desain Mold Produk Spesimen Uji Tarik

**Fill Time**

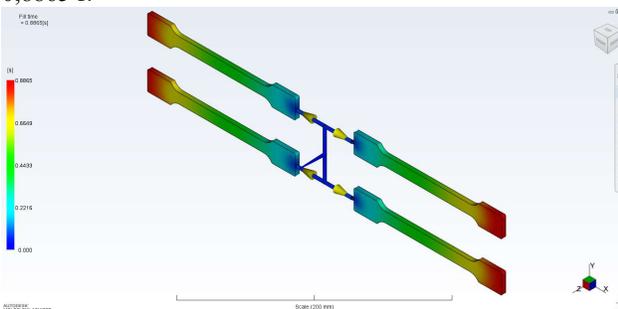
Simulasi pada analisis *fill time* merupakan waktu yang dibutuhkan lelehan cairan plastik untuk mengisi keseluruhan rongga cetakan, proses pengisian dimulai dari *sprue*, *runner*, *gate* hingga mengisi keseluruhan produk spesimen uji tarik. Pada proses simulasi terjadi proses pengisian lelehan plastik secara bertahap, proses pengisian ditunjukkan dengan perbedaan warna, paling awal dimulai dari proses berwarna biru, dan pada tahap akhir dari proses pengisian ditandai dengan warna merah [15].

Dari gambar 3 menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk proses pengisian produk spesimen uji tarik dengan diameter *runner* 2 mm dan *melt temperature* 190°C adalah 0,8580 s.



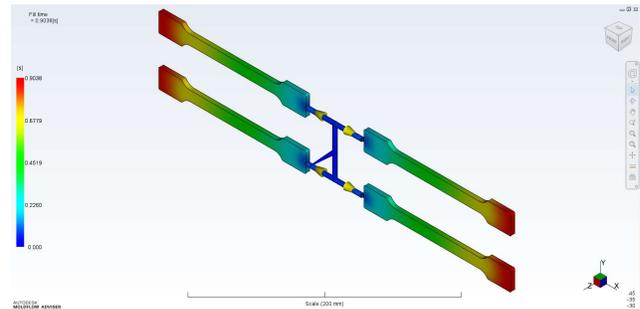
Gbr. 3 Hasil Simulasi *Fill Time* Diameter *Runner* 2 mm dan *Melt Temperature* 190°C

Dari gambar 4 menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk proses pengisian produk spesimen uji tarik dengan diameter *runner* 3 mm dan *melt temperature* 190°C adalah 0,8865 s.



Gbr. 4 Hasil Simulasi *Fill Time* Diameter *Runner* 3 mm dan *Melt Temperature* 190°C

Dari gambar 5 menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk proses pengisian produk spesimen uji tarik dengan diameter *runner* 4 mm dan *melt temperature* 190°C adalah 0,9038 s.



Gbr. 5 Hasil Simulasi *Fill Time* Diameter *Runner* 4 mm dan *Melt Temperature* 190°C

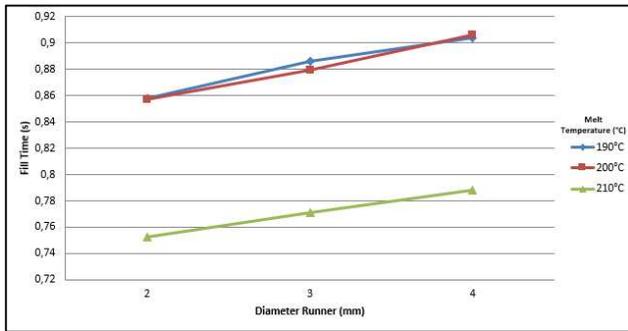
Diketahui dari beberapa simulasi di atas menunjukkan bahwa dengan bertambahnya diameter *runner* dapat mempengaruhi waktu pengisian. Simulasi analisis *fill time* juga dilakukan pada variasi *melt temperature* 200°C dan 210°C dengan hasil seperti ditunjukkan pada tabel I.

Tabel I

Data Pengaruh Diameter *Runner* dan *Melt Temperature* Terhadap *Fill Time*

No	Diameter <i>Runner</i>	<i>Melt Temperature</i>	<i>Fill Time</i>
1	2 mm	190°C	0,8580 s
2	3 mm	190°C	0,8865 s
3	4 mm	190°C	0,9038 s
4	2 mm	200°C	0,8572 s
5	3 mm	200°C	0,8797 s
6	4 mm	200°C	0,9064 s
7	2 mm	210°C	0,7524 s
8	3 mm	210°C	0,7712 s
9	4 mm	210°C	0,7883 s

Simulasi yang dilakukan pada variasi diameter *runner* dan *melt temperatur* juga ditunjukkan dalam bentuk grafik di bawah ini, data menunjukkan bahwa semakin besar variasi *melt temperature* maka nilai waktu pengisian semakin cepat. Hasil perbandingan keseluruhan diketahui bahwa variasi pada masing-masing diameter *runner* dan *melt temperature* dapat mempengaruhi nilai waktu pengisian, pengaruh variasi diameter *runner* tidak cukup signifikan karena hasil yang didapatkan pada nilai waktu pengisian tidak jauh berbeda. Hal ini berbeda jika ada pengaruh variasi tekanan pada simulasi, semakin besar variasi tekanan, diameter *runner* dan *melt temperature* maka semakin cepat nilai waktu pengisian yang didapatkan [16].



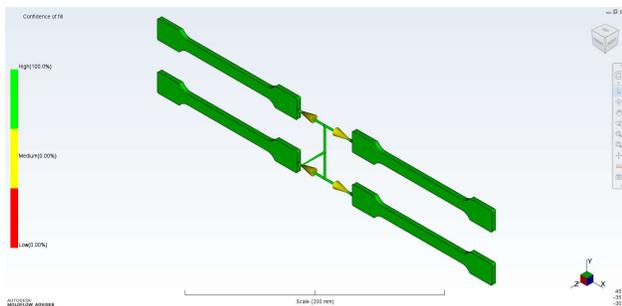
Gbr. 6 Grafik Pengaruh Diameter Runner dan Melt Temperature Terhadap Fill Time

Dari hasil simulasi diketahui bahwa dari keseluruhan variasi, variasi dengan diameter runner 2 mm dan melt temperature 210°C menghasilkan produk dengan fill time yang cepat atau optimal yaitu 0,7524 s. Sedangkan variasi dengan diameter runner 4 mm dan melt temperature 200°C menghasilkan produk dengan fill time yang lebih lambat yaitu 0,9064 s.

Simulasi fill time pada variasi diameter runner 2 mm dan melt temperature 210°C merupakan variasi yang optimal karena semakin singkat waktu yang dibutuhkan material plastik cair untuk mengisi seluruh rongga cetakan dalam proses injeksi, maka dapat membantu memastikan aliran material plastik cair tetap leleh hingga memenuhi seluruh rongga cetakan, mencegah terjadinya defect seperti jetting atau flow lines dan mengoptimalkan cycle time produk.

**Confidence of Fill**

Simulasi confidence of fill menunjukkan bahwa persentase kemampuan material mengisi bagian cetakan dengan keseluruhan hasil dari seluruh variasi adalah 100%. Hasil simulasi confidence of fill pada diameter runner 2 mm dan melt temperature 190°C ditunjukkan pada gambar 7.

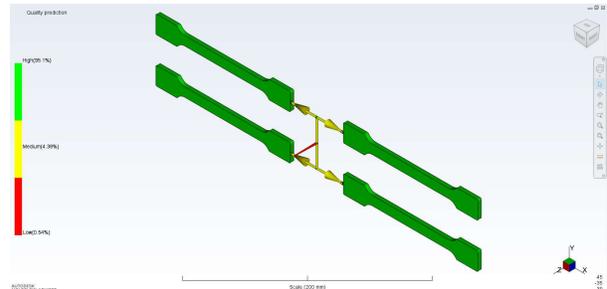


Gbr. 7 Hasil Simulasi Confidence of Fill Diameter Runner 2 mm dan Melt Temperature 190°C

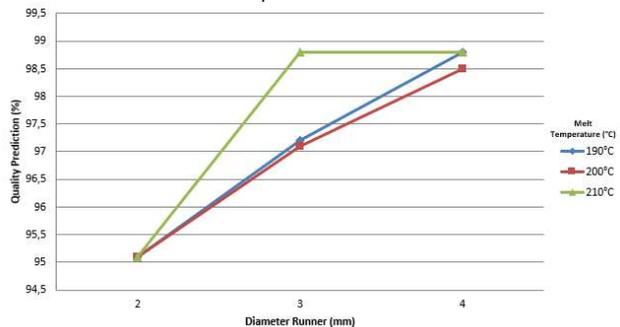
Dari hasil simulasi pada variasi diameter runner 2 mm, 3 mm, 4 mm dan variasi melt temperature 190°C, 200°C, 210°C, diketahui bahwa keseluruhan simulasi confidence of fill bernilai 100%, yang berarti lelehan plastik mampu mengisi rongga cetakan dengan sempurna, ditandai dengan proses simulasi berwarna hijau.

**Quality Prediction**

Simulasi quality prediction menunjukkan persentase terhadap kualitas produk. Hasil simulasi quality prediction pada diameter runner 2 mm dan melt temperature 190°C ditunjukkan pada gambar 8 dan hasil keseluruhan pengaruh diameter runner dan melt temperature terhadap quality prediction ditunjukkan pada gambar 9.



Gbr. 8 Hasil Simulasi Quality Prediction Diameter Runner 2 mm dan Melt Temperature 190°C



Gbr. 9 Grafik Pengaruh Diameter Runner dan Melt Temperature Terhadap Quality Prediction

Dari hasil simulasi quality prediction diketahui bahwa dari beberapa variasi diameter runner 4 mm dengan melt temperature 190°C, diameter runner 4 mm dengan melt temperature 200°C, diameter runner 3 mm dengan melt temperature 210°C, dan diameter runner 4 mm dengan melt temperature 210°C, masing-masing menghasilkan nilai quality prediction paling tinggi yaitu 98,8%, yang berarti jika produk diproduksi menggunakan mesin injection molding dengan variasi tersebut akan menghasilkan produk dengan kualitas terbaik. Warna merah menunjukkan kualitas rendah, warna kuning menunjukkan kualitas sedang, dan warna hijau menunjukkan kualitas tinggi. Keseluruhan variasi berada pada kualitas tinggi karena berada pada kategori nilai high.

Hasil simulasi pada variasi diameter runner 2 mm dengan melt temperature 210°C diketahui memiliki nilai quality prediction optimal dengan nilai yaitu 95,1% dikarenakan semakin besar ukuran runner maka semakin kecil hambatan aliran material cair pada runner system serta nilai melt temperature masih berada pada kondisi proses yang direkomendasikan produsen material. Kondisi terbaik pada saat proses produksi berdasarkan simulasi akan menghasilkan

produk dengan waktu pengisian cetakan yang optimal, kualitas produk baik dan potensi terjadinya cacat semakin rendah.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis simulasi dengan menggunakan *software Autodesk Moldflow Adviser 2019* pada produk spesimen uji tarik maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil simulasi *fill time* pada variasi diameter *runner* 2 mm dan *melt temperature* 210°C menghasilkan produk dengan nilai *fill time* paling optimal yaitu 0,7524 s.
2. Hasil simulasi *confidence of fill* pada variasi diameter *runner* 2 mm dan variasi *melt temperature* 210°C menghasilkan produk dengan nilai *confidence of fill* optimal yaitu 100%.
3. Hasil simulasi *quality prediction* pada variasi diameter *runner* 2 mm dan *melt temperature* 210°C menghasilkan nilai *quality prediction* optimal yaitu 95,1%.

### REFERENSI

- [1] E. A. Wardhani, H. Arbiantara, and D. Dwilaksana, "Optimasi Desain Mold Untuk Mereduksi Cacat Flash dan Shrinkage Pada Produk Paku Kotak Dengan Menggunakan Software Simulasi Moldflow," *Rotor*, vol. 8, no. April, 2015.
- [2] A. Widodo, "Perbaikan Desain Frame Pick Up Right Untuk Mereduksi Cacat Pada Proses Injection Molding," *J. InkoFar*, vol. 1, no. 2, pp. 58–66, 2020.
- [3] Midarto Dwi Wibowo and Kusumawati Wahyuningsih, "Analisis Pengaruh Temperatur Mold Dan Temperatur Melt Terhadap Fill Time Dan Quality Prediction Produk Plastik Dalam Proses Injection Molding Menggunakan Software Autodesk Moldflow Adviser," *Berk. Penelit. Teknol. Kulit, Sepatu, dan Prod. Kulit*, vol. 21, no. 2, pp. 220–228, 2022, doi: 10.58533/bptkspk.v21i2.175.
- [4] S. Virdhian, S. Jamilah, S. Supriadi, and B. Suharno, "Metal Injection Moulding Process Simulation for Orthodontic Bracket Application," *J. Teknol. Bahan dan Barang Tek.*, vol. 7, no. 2, p. 51, 2017, doi: 10.37209/jtbbt.v7i2.94.
- [5] A. Budi Wicaksono and Muchlis, "Analysis of the Effect of Runner System Layout and Melt Temperature Variations on Fill Time and Defects on Fork Spoon Combined Products with Molding Injection Process," *Pros. SNTTM 2019*, pp. 1–8, 2019.
- [6] C. Budiyanoro, *Teknologi Plastik*, 1st ed. Yogyakarta: K-Media, 2019.
- [7] M. Sariski *et al.*, "Perancangan Mold Base Dengan Sistem Two Plate Mold Untuk Produk Spesimen Uji Tarik," *Mot. Bakar J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 7–14, 2023.
- [8] S. Fitriyanto, Y. Estriyanto, and D. S. Wijayanto, "Analisis Produk Spion PS 135 Dengan Pengaturan Parameter Injection Time Material Plastik Polypropylene (PP) pada Proses Injection Molding," *Nosel J. Ilm. Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 2, 2013.
- [9] M. A. Md Ali *et al.*, "Fill Time Optimization Analysis In Flow Simulation Of Injection Molding Using Response Surface Method," *Malaysian J. Compos. Sci. Manuf.*, vol. 4, no. 1, pp. 28–39, 2021, doi: 10.37934/mjcs.4.1.2839.
- [10] A. B. Wicaksono and A. Surachman, "Pengaruh variasi layout runner dan melt temperature terhadap fill time dan defect pada proses injection molding sikat gigi," *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 18, no. 1, pp. 38–45, 2023, doi: 10.36289/jtmi.v18i1.425.
- [11] M. K. Rachman, A. E. Latief, N. Raihan M, and S. B. Dharna, "Perancangan Bracket Cetakan dan Simulasi Injection Molding untuk Komponen Slide Piece CVT," *J. Rekayasa Energi dan Mek.*, vol. 2, no. 1, p. 74, 2022, doi: 10.26760/jrem.v2i1.74.
- [12] F. D. B. Irawan, C. Budiyanoro, and Thoharudin, "Simulasi Desain Cooling System Dan Runner System Untuk Optimasi Kualitas Produk Top Case," *J. Mater. dan Proses Manufaktur*, vol. 1, no. 2, pp. 63–71, 2017, [Online]. Available: <http://journal.umy.ac.id/index.php/jmpm>.
- [13] A. Fahmi, T. Rusianto, and H. Saputra, "Perancangan Helm Proyek Dengan Metode Injection Molding Plastik Menggunakan Cad," *Pros. Snast*, no. November, pp. C25-34, 2022, doi: 10.34151/prosidingsnast.v8i1.4131.
- [14] A. B. Wicaksono, R. A. Zuliansyah, S. A. Dhewanto, and M. I. N. Fauzan, "Simulasi dan Analisis Injeksi Plastik Beserta Optimasi Berbasis Software CAE Untuk Produk Komponen Kelistrikan," *J. Teknol. Terap.*, vol. 10, no. 1, pp. 37–44, 2024.
- [15] M. F. Hidayat, C. Budiyanoro, and M. B. N. Rahman, "Desain dan Optimasi Injection Mold dengan Sistem Slider pada Produk Hardcase Handphone," *Rotasi*, vol. 19, no. 4, p. 217, 2017, doi: 10.14710/rotasi.19.4.217-225.
- [16] E. K. Laksanawati, S. Lestari, and S. Pramono, "Analisa Variasi Tekanan, Temperature, Ukuran Runner Terhadap Filling Time Optimal Pada Injeksi Molding," *Pros. Simp. Nas. Multidisiplin Univ. Muhammadiyah Tangerang*, vol. 3, pp. 1–7, 2021.