

Perancangan Mold Base Dengan Sistem Two Plate Mold Untuk Produk Spesimen Uji Tarik

Mario Sariski Dwi Ellianto¹, Pongky Lubas Wahyudi²

¹Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik, Politeknik ATK Yogyakarta, Bangunharjo, Kab. Bantul, DI Yogyakarta, 55188
E-mail: ¹mario.sarisky@atk.ac.id

²Program Studi Teknik Manufaktur, Universitas 17 Agustus 1945, Jalan Semolowaru 45, Surabaya, Jawa Timur, 60118
e-mail: ²pongkywahyudi@untag-sby.ac.id

Submitted Date: April 27, 2023

Reviewed Date: Mei 15, 2023

Revised Date: Juni 20, 2023

Accepted Date: Juni 21, 2023

Abstract

A mold is a tool for printing plastic products. The way it works is by installing the mold on a plastic injection machine, and then the machine does the injection process to put molten plastic material into the mold. In the mold, there is a cavity that matches the shape of the product to be made. Before a mold can be used, it must be designed and manufactured. ATK Polytechnic of Yogyakarta has one injection molding machine with several molds available. The available molds do not yet have a design based on various information, analysis, and calculations, so this research will make a mold design that is expected to be a guideline for making plastic injection molds and is expected to be able to analyze the needs for cavities, gates, ejector systems, cooling system. In this study, the design and calculation of mold construction, including the cavity, parting line, gate, ejector, cavity plate, core plate, runner, and cooling, were discussed. The purpose of this study is to determine how to design a basic mold construction with a two-mold plate system, with the resulting product being a tensile test specimen. The result of this tensile test specimen mold design is a mold base design drawing with a mold size of 350mm x 500mm x 255mm, the number of cavities being 4 cavities per mold, and the volume of the tensile test specimen mold being 33.0122 cm³.

Keywords: Injection molding, mold, tensile test specimen.

Abstrak

Mold atau cetakan adalah perkakas yang digunakan untuk mencetak produk plastik. Cara kerjanya yaitu dengan memasang *mold* pada mesin *injection molding* lalu mesin melakukan proses injeksi untuk memasukkan material plastik cair ke dalam *mold*. Dalam *mold* tersebut terdapat rongga yang sesuai dengan bentuk produk yang akan dibuat. Sebelum menjadi *mold* yang dapat digunakan, terdapat proses perancangan dan pembuatan *mold* itu sendiri. Politeknik ATK Yogyakarta memiliki satu unit mesin *injection molding* dengan beberapa *mold* yang tersedia. *Mold* yang tersedia belum memiliki rancangan dari berbagai informasi, analisis, dan perhitungan sehingga penelitian ini akan membuat rancangan *mold* sehingga diharapkan mampu menjadi pedoman untuk membuat *mold* injeksi plastik dan diharapkan bisa menganalisis kebutuhan *cavity*, *gate*, sistem pendorong, sistem pendinginan. Pada penelitian ini dibahas rancangan dan perhitungan konstruksi *mold* meliputi *cavity*, *parting line*, *gate*, *ejector*, *cavity plate*, *core plate*, *runner*, *cooling*. Tujuan penelitian ini adalah bagaimana merancang konstruksi *mold base* dengan sistem *two mold plate* dengan produk yang dihasilkan yaitu spesimen uji tarik. Hasil perancangan *mold* spesimen uji tarik ini adalah gambar perancangan *mold base* dengan ukuran 350mm x 500mm x 255mm, jumlah *cavity* adalah 4 *cavity* per *mold* dan volume *cavity* spesimen uji tarik adalah 33.0122 cm³.

Kata kunci: Cetak injeksi, cetakan, spesimen uji tarik.

I. Pendahuluan

Material plastik yang banyak digunakan dalam pembuatan produk plastik diantaranya adalah *polypropylene*, *high density polyethylene* dan *low density polyethylene*. Produk dengan bahan baku

plastik sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, termasuk produk untuk kebutuhan industri ataupun pendidikan (Prihotomo et al., 2020). Salah satunya adalah produk spesimen uji tarik, produk spesimen uji tarik berbahan baku plastik

dihasilkan dari proses injeksi. Spesimen uji tarik umumnya distandardkan dalam bentuk dumbell specimen dengan dimensi tertentu (Budiyantoro, 2019). Fungsi spesimen uji tarik adalah untuk mengetahui kualitas bahan baku plastik yang digunakan. Untuk memenuhi ketentuan standar mutu harus dilakukan pengujian agar material plastik yang dihasilkan dapat memenuhi standar yang sudah ditentukan. (Sunarya et al., 2014).

Salah satu proses manufaktur untuk membuat produk dengan material plastik adalah melalui proses *injection molding*. Proses *injection molding* merupakan metode yang banyak digunakan dalam pembentukan produk plastik, karena bisa membuat profil produk yang sulit untuk dibentuk (Yulianto & Prassetiyo, 2014). Perancangan dan pembuatan *mold* merupakan proses awal untuk memproduksi sebuah produk sebelum dilakukan proses injeksi pada mesin *injection molding*. Kualitas suatu produk salah satunya ditentukan di langkah perancangan dan pembuatan *mold* (Mufid et al., 2017). *Mold* pada dasarnya adalah cetakan kosong yang mencakup *plates*, *locating ring*, *sprue bushing*, *pin* dan komponen lain sebagai sistem rakitan lengkap dan dapat dimodifikasi untuk aplikasi *molding* tertentu (Kazmer, 2007). *Mold* pada umumnya terbuat dari material baja tahan aus, memiliki tegangan tarik dan memiliki daya hantar panas yang baik (Arief et al., 2019).

Politeknik ATK Yogyakarta memiliki satu unit mesin cetak injeksi dengan beberapa *mold* yang tersedia. *Mold* yang tersedia belum memiliki rancangan dari berbagai informasi, analisis, dan perhitungan sehingga penelitian ini akan membuat rancangan *mold* sehingga diharapkan mampu menjadi pedoman untuk membuat *mold* injeksi plastik dan diharapkan bisa menganalisis kebutuhan *cavity*, *gate*, sistem pendorong, sistem pendinginan. Desain *mold* injeksi mempertimbangkan beberapa faktor diantaranya adalah jenis *mold* yaitu *two plate mold* atau *three plate mold*,

selanjutnya apakah menggunakan *single* atau *multi cavity* (Khairnar et al., 2018). *Two plate mold* merupakan jenis *mold base* dengan menggunakan 2 *plate* yaitu *cavity plate* sebagai ruang untuk jalur *runner* dan *core plate* sebagai wadah rongga cetak (Ali et al., 2017).

Penelitian terkait perancangan *mold* sistem *two plate* sebelumnya dengan judul *Design of Multi-Cavity Injection Mold for Tensile and Flexural Test Specimens* yaitu merancang *multi cavity mold* untuk menggandakan output dari setiap siklus cetak (Mun, 2008). Penelitian terkait berikutnya dengan judul Perancangan Cetakan *Safety Glasses Frame* Dengan Memodifikasi Cetakan Tidak Terpakai di Politeknik Manufaktur Astra yang merancang cetakan yang sudah tidak terpakai (Astra et al., 2015). Pada perancangan ini menggunakan sistem *mold* jenis *two plate mold*, yaitu sebuah sistem *mold* yang paling sederhana, desain ini memiliki 2 bagian utama yaitu *core* atau inti dan *cavity* atau rongga cetak

Tujuan penelitian ini adalah bagaimana merancang *mold base* dengan sistem *two mold plate* untuk produk spesimen uji tarik. Dengan adanya rancangan *mold* ini diharapkan mampu menjadi acuan untuk membuat *mold* injeksi plastik untuk produk spesimen uji tarik.

II. Metode Penelitian

Data produk diperlukan untuk menentukan rancangan *mold*, seperti sistem *runner* dan *system gate* yang digunakan. Berikut merupakan data produk spesimen uji tarik.

Tabel 1. Data Produk Spesimen Uji Tarik
Data Produk Spesimen Uji Tarik

<i>Material</i>	Polypropylene
<i>Shrinkage factor</i>	2%
<i>Part dimension</i>	152x20x4 mm
<i>Projection area</i>	5521,949 mm ²
<i>Part weight</i>	7 g

Tahapan yang dilakukan pada perancangan *mold base* menggunakan software adalah sebagai berikut.

1. Membuat gambar produk

Membuat gambar menggunakan software *Autodesk Inventor*. *Autodesk Inventor* merupakan program untuk pembuatan objek prototipe 3D secara visual, *drafting*, dan simulasi (Diswiratna et al., 2022). Langkah pertama adalah perlu dibuat sketsa 2D dengan *software* untuk menghasilkan gambar dengan dimensi yang lebih akurat serta kemudahan perubahan gambar jika ada perbaikan, selanjutnya sketsa 2D dijadikan acuan untuk membuat gambar 3D (Ananda et al., 2021).

Pembuatan desain spesimen uji tarik mengacu pada produk yang sudah ada dan digambar ulang dengan dimensi yang sama. Spesimen uji tarik yang digunakan adalah spesimen yang menggunakan standar ISO 527-2. Gambar produk yang dibuat menerapkan radius agar aliran material lebih optimal dan menerapkan sudut kemiringan agar produk lebih mudah dilepaskan dari *core*.

2. Menentukan jumlah *cavity*

Penentuan jumlah *cavity* berdasarkan jumlah produk yang akan dibuat dalam satu *mold* serta harus mengikuti dimensi *mold* yang sudah disesuaikan dengan dimensi penempatan *mold* di mesin. Untuk produk yang membutuhkan kepresisian tinggi dengan konstruksi *high speed mould*, pada umumnya hanya berisi 2-4 *cavity* (Theryo, 2021).

3. Menentukan pengaturan *cavity*

Pengaturan tata letak dari *cavity* diperlukan sehingga mendapatkan ukuran *mold* yang sesuai dengan dimensi penempatan di mesin dan mendapatkan pengisian material plastik yang seimbang ke dalam *cavity* dan *core*.

4. Menentukan *parting line* dan posisi *gate*

Penentuan letak *parting line* dan posisi *gate* pada produk plastik akan berdampak pada produk yang dihasilkan. Penentuan *parting line* harus diputuskan dengan hati-hati untuk menentukan zona mana yang dibentuk oleh *core* dan *cavity* (Barbosa et al., 2018).

Posisi *gate* juga harus menjamin aliran material lebih optimal dan seimbang ke *core* dan *cavity*. Pada produk plastik tanpa menggunakan *undercut* lebih mudah untuk menentukan letak *parting line* dan posisi *gate* (Theryo, 2021).

5. Menentukan sistem pendorong

Menentukan sistem pendorong pada *mold* untuk mendorong atau melepaskan produk keluar dari *cavity plate* setelah *mold* terbuka. Sistem pendorong paling efektif jika diletakkan pada *core plate* sehingga dapat langsung mendorong produk dan runner (Theryo, 2021). Pemilihan sistem pendorong tergantung dari bentuk, ketebalan, dan jenis material plastik dari produk.

6. Menentukan konstruksi *cavity plate* dan *core plate*

Cavity plate dan *core plate* merupakan bagian utama dari *mold*. (Diswiratna et al., 2022). Konstruksi dari *cavity plate* dan *core plate* tergantung dari dimensi produk, jenis material plastik yang digunakan serta volume produksi. Dimensi produk berkaitan dengan dimensi *mold base* yang digunakan. Material plastik berkaitan dengan jenis material *mold* yang digunakan sehingga harus memperhatikan sifat material. Serta volume produksi berkaitan dengan penentuan jenis *mold* yang digunakan.

7. Menentukan sistem *runner*

Posisi *runner* berada tepat pada garis pemisah antara *cavity*

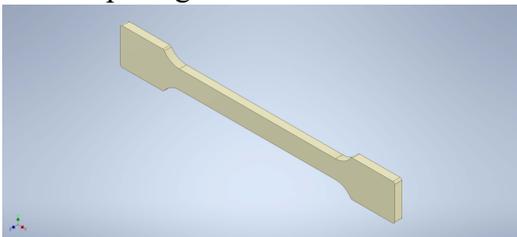
plate dan *core plate*. Sistem *runner* yang digunakan terdiri dari *sprue*, *gate* dan *cold well*. Pemilihan sistem *runner* dapat berupa sistem *cold runner* atau *hot runner* (Theryo, 2021). Perbedaannya terdapat pada *hot runner* yang memiliki komponen tambahan yang berfungsi untuk menjaga *runner* tetap pada suhu yang dibutuhkan hingga material masuk kedalam *cavity*. (Hakim et al., 2020). Pemilihan *runner* yang digunakan berdasarkan produk yang dibuat, masing-masing memiliki bentuk dan ukuran *runner* yang berbeda.

8. Menentukan sistem pendinginan
Menentukan komponen sistem pendinginan untuk mengalirkan cairan pendingin melalui saluran pendingin untuk menjaga temperatur mold pada kondisi kerja yang diinginkan. Sistem pendinginan ditempatkan mendekati permukaan produk dengan jarak yang seimbang (Budiyantoro, 2019).

III. Hasil dan Pembahasan

Tahapan yang dilakukan pada perancangan *mold base* didapatkan hasil sebagai berikut.

1. Membuat gambar produk
Produk spesimen uji tarik dibuat dengan menggunakan software seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Produk Spesimen Uji Tarik

2. Menentukan jumlah *cavity*
Dalam menentukan jumlah *cavity*, salah satunya adalah harus disesuaikan dengan dimensi maksimum tersedia yang mampu ditempatkan pada mesin.

Dalam perencanaan ini, digunakan mesin yang memiliki ukuran *base mold* yaitu 530x530mm. Selain itu jumlah *cavity* dapat dihitung berdasarkan kapasitas injeksi.

Jumlah dari *cavity* dapat ditentukan berdasarkan dua pertimbangan, yaitu kapasitas injeksi minimum dan maksimum.

- a. Kapasitas injeksi minimum
Kapasitas injeksi teoritis dari mesin (V_s) sebesar 136 cm³ dan volume produk 7,692 cm³. Maka jumlah *cavity* yang diperoleh berdasarkan kapasitas injeksi minimum adalah:

$$n_{t2} = 0,2 \frac{V_s}{V_p} \quad (1)$$

$$= 0,2 \frac{136}{7,692} = 4 \text{ cavity}$$

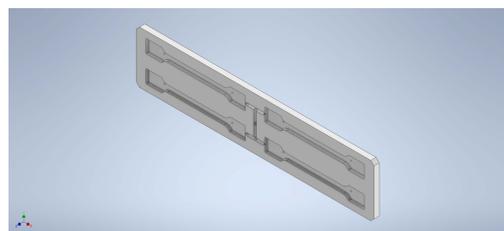
- b. Kapasitas injeksi maksimum
Berdasarkan kapasitas injeksi maksimum, maka jumlah *cavity* adalah:

$$n_{t3} = 0,8 \frac{V_s}{V_p} \quad (2)$$

$$= 0,8 \frac{136}{7,692} = 14 \text{ cavity}$$

Jadi berdasarkan hitungan diatas, jumlah *cavity* minimum yang bisa digunakan untuk produk spesimen uji tarik adalah 4 buah.

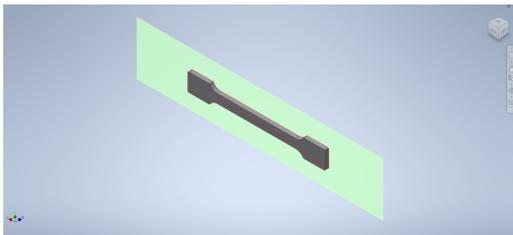
3. Menentukan pengaturan *cavity*
Pengaturan tata letak *cavity* sangat berpengaruh terhadap kesetimbangan pengisian aliran material. Tata letak *cavity* pada *mold* cetak injeksi dengan bentuk produk yaitu spesimen uji tarik menggunakan jenis *balanced layout multi cavity* seperti yang terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tata Letak *Cavity*

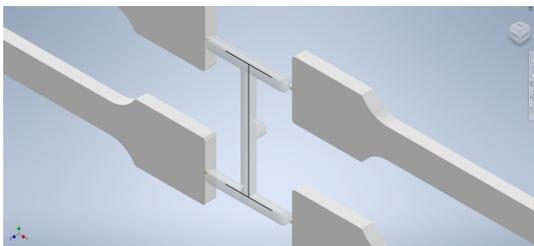
- Menentukan *parting line* dan posisi *gate*

Pada produk tertentu posisi *parting line* berada ditengah dari dimensi produk, dikarenakan pertimbangan tuntutan fungsi dan estetika dari produk. Pada produk spesimen uji tarik ini penempatan *parting line* terletak pada ujung sisi paling bawah yang nantinya produk akan berada di antara plat *cavity* atas dengan plat *cavity* bawah seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. *Parting Line*

Pemilihan posisi *gate* dipertimbangkan berdasarkan pengaturan tata letak *cavity*, penempatan posisi *gate* sebisa mungkin menghindari terjadinya cacat, dan jenis *gate* yang digunakan adalah jenis *gate edge*. Posisi *gate* yang paling sesuai terlihat pada gambar 4.



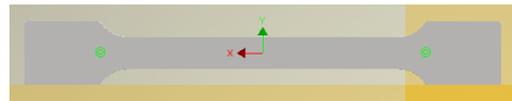
Gambar 4. Posisi *Gate*

- Menentukan Sistem Pendorong

Pada perancangan produk untuk spesimen uji tarik ini, sistem pendorong yang digunakan adalah *ejector pin* dan *sprue puller*. *Ejector pin* ditempatkan di kedua sisi produk spesimen pada masing-masing *cavity*. Sistem pendorong berfungsi mendorong produk lepas dari *cavity*, sedangkan *sprue puller* terletak tepat di bawah

runner dan sejajar dengan *sprue* yang berfungsi sebagai pendorong *runner* dan sebagai wadah untuk menampung lelehan plastik yang telah membeku.

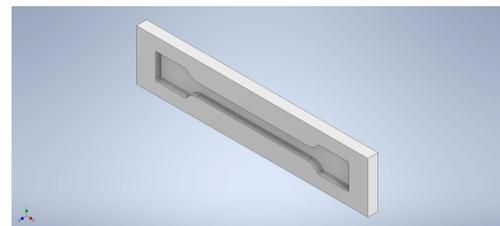
Dimensi *ejector* direncanakan sesuai dengan jarak antara *cavity plate* dengan *top ejector plate*. Dengan diameter yang telah disesuaikan dengan ukuran *cavity*, *ejector* yang digunakan berjumlah sebanyak 11 buah, penempatan posisi *ejector* pada salah satu *cavity* terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. *Ejecting Component*

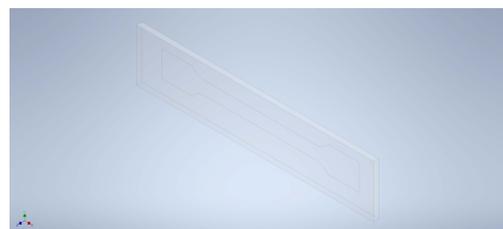
- Menentukan Kontruksi *Cavity Plate* dan *Core Plate*

Konstruksi dari *cavity plate* dan *core plate* pada umumnya tergantung dari dimensi produk, jenis material plastik serta volume produksi. *Kontur mold* yang posisinya pada bagian bawah *parting line* atau bagian dalam produk adalah *core plate* seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. *Core Plate*

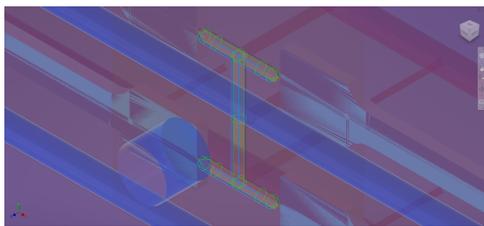
Sedangkan *cavity* adalah *kontur mold* yang posisinya di bagian atas *parting line* atau bagian luar produk seperti terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. *Cavity Plate*

7. Menentukan Sistem Runner

Runner yang ditempatkan pada cavity adalah berbentuk lingkaran untuk mengantisipasi penurunan tekanan pada saat proses injeksi. Runner yang digunakan diharapkan tidak mempengaruhi aliran material plastik serta mempunyai hambatan aliran yang rendah. Bentuk runner ini masing-masing setengah bagian berada pada bagian core plate dan cavity plate. Sistem runner yang digunakan seperti terlihat pada gambar 8.



Gambar 8. Sistem Runner

Untuk menentukan ukuran diameter runner maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

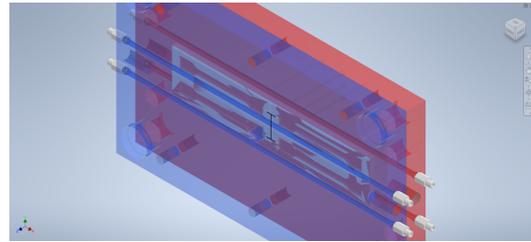
$$D = \frac{w^{\frac{1}{2}} \cdot L^{\frac{1}{4}}}{3.7} \quad (3)$$

$$D = \frac{72^{\frac{1}{2}} \cdot 90^{\frac{1}{4}}}{3.7} = 4,40 \text{ mm} = 4 \text{ mm}$$

8. Menentukan Sistem Pendinginan

Jenis sistem pendinginan pada konstruksi mold base ini adalah sistem pendinginan dengan tipe seri, karena sistem ini yang paling umum direkomendasikan. Pendinginan yang efisien dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas produk.

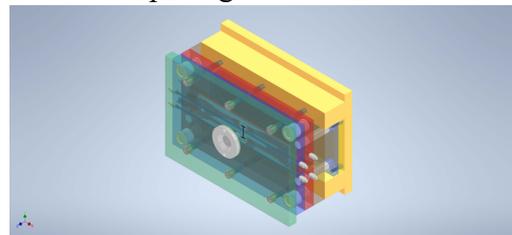
Berdasarkan tebal rata-rata produk spesimen uji tarik yaitu 4 mm. sehingga diameter cooling system yang digunakan adalah 8 mm dengan jarak antar sumbu saluran terhadap permukaan yaitu 15 mm dan jarak antar sumbu terhadap sisi samping adalah 125 mm seperti terlihat pada gambar 9.



Gambar 9. Sistem Pendinginan

9. Pemilihan Mold Base

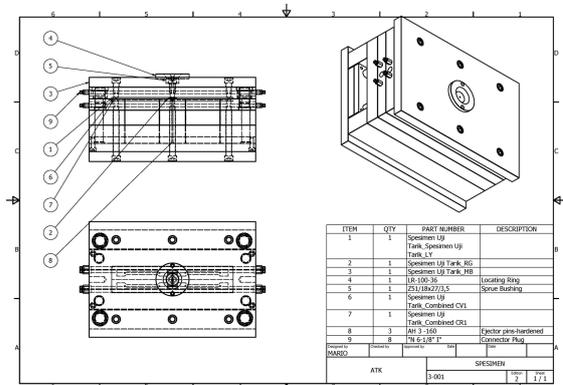
Berdasarkan produk spesimen uji tarik yang digunakan, maka dari beberapa alternatif pilihan mold yang tersedia, mold base yang dipilih adalah jenis FUTABA SAS untuk produk spesimen uji tarik. Berikut rangkaian mold base pada gambar 10.



Gambar 10. Mold Base

10. Gambar Kerja

Hasil rancangan berupa gambar kerja yang merupakan rancangan akhir dari suatu konstruksi yang sudah mencapai perancangan optimal, dimana proses perhitungan, analisis, bentuk dan dimensi konstruksi sudah diperhitungkan secara maksimal. Gambar kerja rakitan mold base terlihat pada gambar 11.



Gambar 11. Gambar Kerja Mold Base Produk Spesimen Uji Tarik

11. Analisis *Mold Flow*

Analisis *mold flow* pada *software* yang dapat menunjukkan data aktual produk spesimen uji tarik pada saat dilakukan proses injeksi pada mesin cetak injeksi seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2 Analisis *Mold Flow*

<i>Actual filling time</i>	0.65 s
<i>Actual injection pressure</i>	26.959 Mpa
<i>Clamp force area</i>	86.0904 cm ²
<i>Max. clamp force during filling</i>	7.323 tonne
<i>Velocity/pressure switch over</i>	99.18 %
<i>Velocity/pressure switch over at time</i>	0.65 s
<i>Estimated cycle time</i>	22.86 s
<i>Total part weight</i>	25.624 g
<i>Shot volume</i>	34.1371 cm ³
<i>Cavity volume</i>	33.0122 cm ³
<i>Runner system volume</i>	1.1250 cm ³

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancangan yang meliputi dimensi *mold base*, jumlah *cavity*, *parting line* dan posisi *gate*, sistem pendorong serta sistem pendinginan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Ukuran *mold base* yang dapat digunakan pada mesin cetak injeksi adalah 350mm x 500mm x 255mm. Bahan plastik yang digunakan adalah *polypropylene* (PP).
- Ukuran *mold base* yang dapat digunakan pada mesin cetak injeksi adalah 350mm x 500mm x 255mm. Bahan plastik yang digunakan adalah *polypropylene* (PP).
- Volume *cavity* spesimen uji tarik adalah 33.0122 cm³.
- Berat produk spesimen uji tarik dengan dimensi 152mm x 20mm x 4mm adalah 7 gram

Dengan dilakukannya perancangan *mold base* pada produk spesimen uji tarik maka desain *mold* dapat diterapkan pada mesin cetak injeksi yang tersedia.

Daftar pustaka

- Ali, M. A. M., Idayu, N., Abdullah, Z., Bakar, M. H. A., Sivarao, S., Aziz, M. S. A., & Abdullah, A. (2017). Interchangeable core and cavity plates for two-plate family injection mould. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 11(3), 2815–2824. <https://doi.org/10.15282/jmes.11.3.2017.4.0255>
- Ananda, D. N., Hanifi, R., & Santosa, A. (2021). Perancangan dan Analisis Tegangan pada Desain Footrest Sepeda Motor Menggunakan Autodesk Inventor. *Jurnal Teknik Mesin*, 14(1), 1–5.
- Arief, M., Muslimin, dan, Studi Manufaktur, P., Teknik Mesin, J., Negeri Jakarta, P., & A Siwabessy, J. G. (2019). Rancang Bangun Mesin Compression Molding untuk Material Biokomposit Bagian 2: Mold Pencetak Produk Biokomposit. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 734–742. <http://semnas.mesin.pnj.ac.id>
- Astra, P. M., Wibowo, E. A., Kaswadi, A., Peralatan, P., Astra, P. M., Gaya, J. L., & Raya, M. (2015). Perancangan Cetakan Safety Glasses Frame Di Politeknik Manufaktur Astra. *Technologic*, 6(2).
- Ali, M. A. M., Idayu, N., Abdullah, Z., Bakar, M. H. A., Sivarao, S., Aziz, M. S. A., & Abdullah, A. (2017). Interchangeable core and cavity plates for two-plate family injection mould. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 11(3), 2815–2824. <https://doi.org/10.15282/jmes.11.3.2017.4.0255>
- Ananda, D. N., Hanifi, R., & Santosa, A. (2021). Perancangan dan Analisis Tegangan pada Desain Footrest Sepeda Motor Menggunakan Autodesk Inventor. *Jurnal Teknik Mesin*, 14(1), 1–5. <https://doi.org/10.30630/jtm.14.1.479>
- Arief, M., Muslimin, dan, Studi Manufaktur, P., Teknik Mesin, J., Negeri Jakarta, P., & A Siwabessy, J. G. (2019). Rancang Bangun Mesin Compression Molding untuk Material Biokomposit Bagian 2: Mold Pencetak Produk Biokomposit. *Prosiding*

- Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 734–742. <http://semnas.mesin.pnj.ac.id>
- Astra, P. M., Wibowo, E. A., Kaswadi, A., Peralatan, P., Astra, P. M., Gaya, J. L., & Raya, M. (2015). Perancangan Cetakan Safety Glasses Frame Di Politeknik Manufaktur Astra. *Technologic*, 6(2).
- Barbosa, R. C. N., Campilho, R. D. S. G., & Silva, F. J. G. (2018). Injection mold design for a plastic component with blowing agent Injection mold design for International a plastic component with blowing agent Costing models capacity in Rua optimization de Industry between used capacity and. *Procedia Manufacturing*, 17, 774–782. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.128>
- Budiyantoro, C. (2019). *Teknologi Plastik* (1st ed.). K-Media.
- Diswiratna, N., Nugraha, I., & Santosa, A. (2022). Analisa Dan Perancangan Mold Untuk Membuat Mangkuk Plastik Dengan Menggunakan Inventor. *Tedc*, 16(3), 34.
- Hakim, R., Pratama Putra, V., Maskarai, A., & Priyanto, H. (2020). Desain Cetakan Plastik Multi Cavity Dengan Sistem Intercangeable Mold Insert. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 11(1), 23–30. <https://doi.org/10.24176/simet.v11i1.3425>
- Kazmer, D. O. (2007). Injection Mold Design Engineering. In *Injection Mold Design Engineering*. <https://doi.org/10.3139/9783446434196.fm>
- Khairnar, Y. S., Dhanepkar, T. U., Deshmukh, A. D., Deore, A. V., & Chhajed, P. R. (2018). A review on design of plastic injection mould. *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 34–38. www.iosrjournals.org
- Mufid, A. K., Budiyantoro, C., Budi, M., Rahman, N., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., Yogyakarta, U. M., Lingkar, J., Tamantirto, S., Material, O., In, F., Design, F. M., & Perancangan, B. (2017). Perancangan Injection Molding Dengan Sistem Three Plate Mold Pada Produk Glove Box. *JMPM: Jurnal Material Dan Proses Manufaktur*, 1(2), 72–81.
- Mun, K. C. (2008). *Design of Multi-Cavity Injection Mold for Tensile and Flexural Test Specimens* (Issue January).
- Priohutomo, T., Fakharrurrozi, A., Mesin, T., Tinggi, S., & Mandala Bandung, T. (2020). Perancangan Dan Proses Pembuatan Molding Container Bkkbn Sistem Direct Sprue Gate. *Isu Teknologi Sst Mandala*, 15 No. 1(1), 12–26.
- Sunarya, A. S., Yudiyanto, O., & Maulana, M. (2014). Rancang Bangun Piranti Akuisisi Data Mesin Uji Tarik Polimer Berbasis Mikrokontroler Atmega 16. *Seminar Nasional Teknologi Manufaktur*, August 2014.
- Theryo, R. S. (2021). *Teknologi Plastic Injection Mould: Panduan Desain* (1st ed.). PT. Kanisius.
- Yulianto, I., & Prasetiyo, H. (2014). Rancangan Desain Mold Produk Knob Regulator Kompor Gas Pada Proses Injection Molding. *Reka Integra*, 02(03), 140–151.