

## DESAIN DAN OPTIMASI INJECTION MOLD SISTEM SLIDER PADA PRODUK PREFORM STICK T15

Lutfi Khoirul Miftakhul Ni'am<sup>1</sup>, Cahyo Budiyanoro<sup>2</sup>, Muhammad Budi Nur Rahman<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
 Jl. Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183  
 Telp: (0274) 387656  
 E-mail: lutfikhoirul22@gmail.com

### Abstract

*The design of injection molding is the initial process to produce a large-scale product of plastic material which heated and injected into the mold. Design of the preform mold using the plastic material polyethylene terephthalate with the construction of the slider, so that the products which was made have undercut and can't be made in the core section and cavity. The purpose of this design is to design the slider on the product preform. The software which used for this design using CATIA V5R19 and simulation software production using Autodesk Moldflow Insight 2016. The step on designing a unit injection mold in the preform includes several steps. The first step is identify the product, the calculation of the cooling and input the data calculation result to an moldflow. The second step is design construction slider and determine the mold material as well as calculating the construction mold. The third step is pour the results of the design in figure 2D. Based on the analysis results from moldflow obtained cooling optimal.i.e. the type of cooling series type 2, and if can be concluded construction of the mold said to be safe if the stress, the style and the determination of material which occurs under the stress and style of permit.*

**Keywords:** Injection molding, slider, undercut, cooling.

### PENDAHULUAN

Perkembangan industri saat ini kemasan merupakan suatu kebutuhan bagi industri makanan. Plastik dikenal sebagai suatu bahan serbaguna dan ekonomis yang banyak digunakan berbagai macam produk kemasan. Sifat material plastik yang harus dimiliki oleh suatu bahan pengemas diantaranya adalah tahan terhadap cuaca, dan bahan kimia.

Proses pengolahan material plastik ini menggunakan metode *injection molding*, yaitu metode dari pembentukan material termoplastik dimana material yang meleleh akibat panas dan gesekan didalam *barrel* diinjeksikan kedalam sebuah cetakan (*mold*), kemudian didinginkan oleh air atau *oil* sehingga produk mengeras [1].

Studi perancangan yang kali ini digunakan adalah *preform Stick T15* untuk produk plastik *preform* atau bentuk awal dari kemasan makanan (*toples*). Material plastik yang digunakan untuk pembuatan *preform* adalah *polyethylene terephthalate* (PET) yang mempunyai sifat kekuatan (*strength*) tinggi, kaku (*stiffness*), dimensinya stabil, tahan bahan kimia, dan panas. Produk *preform* ini

merupakan produk yang mempunyai *undercut* atau tonjolan pada sisi ulir maka pada cetakan harus didukung oleh konstruksi *slider mold*. Sistem *slider* merupakan bagian yang tidak dapat dibentuk dengan hanya *core* dan *cavity*. Berbagai bentuk produk yang dibuat ditentukan di sebuah *mold* [2].

Pembuatan sebuah cetakan merupakan proses awal untuk memproduksi suatu produk dengan skala besar. Kualitas suatu produk ditentukan di langkah pembuatan cetakan injeksi [3]. Maka perancangan *mold* harus dilakukan dengan baik sebelum masuk ke langkah selanjutnya. Desain cetakan *preform Stick T15*, ada beberapa hal yang menjadi perhatian khusus untuk membuat produk yang menghasilkan *undercut* yaitu, sistem *slider*, *ejection system*, dan *cooling*, dan bagaimana sistem *slider mold* bekerja pada produk *preform stick T15* [4]. Mengatasi hal tersebut maka dibutuhkan perancangan sistem *slider*.

Tujuan perancangan cetakan injeksi adalah untuk mendesain konstruksi *slider mold* pada produk *preform stick T15*, serta mengamati hasil simulasi dari sistem *cooling* yang

dirancang pada produk *preform stick* T15, dan melakukan perhitungan pada sistem *slider*, *cooling*, dan konstruksi *mold* [5].

**METODOLOGI PERANCANGAN**

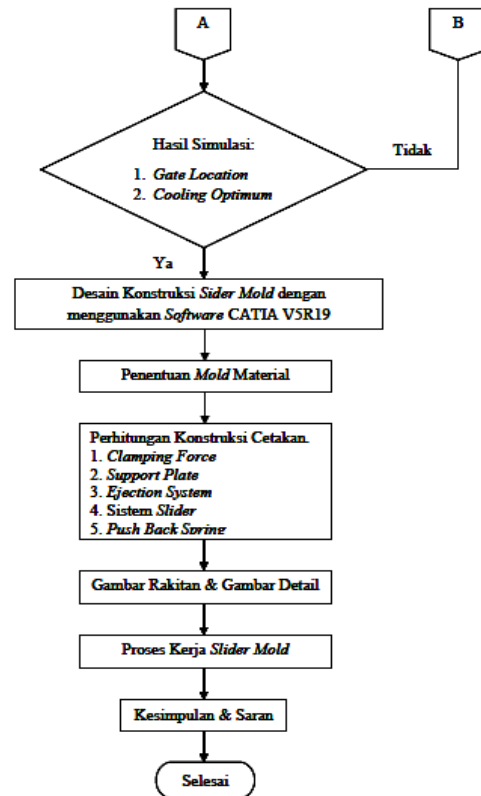
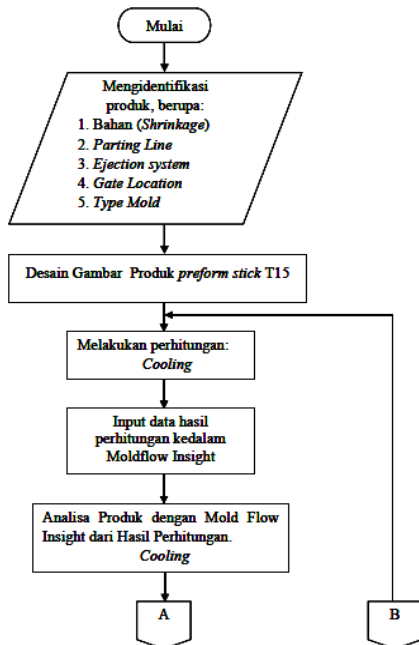
Metode perancangan terdapat beberapa tahapan dalam perancangan cetakan (*mold slider*) injeksi yaitu, mengidentifikasi produk, melakukan analisa dan perhitungan pada *cooling*, mendesain setiap konstruksi *mold*, menentukan material, dan melakukan perhitungan pada konstruksi *slider mold*.

**Bahan Perancangan**

Produk yang dirancang adalah *preform stick* T15 dengan mengambil sampel yang sudah ada. Dimensi dan bentuk berbeda, produk hanya sebagai acuan. Pada gambar 1, menunjukkan sampel produk *preform stick* T15.



**Gambar 1.** Sampel produk *preform Stick* T15



**Gambar 2.** Diagram alir perancangan

**Alat Perancangan**

Alat yang digunakan dalam perancangan *preform stick* T15 dan konstruksi *slider mold*, menggunakan beberapa alat sebagai berikut:

- a. Laptop

**Tabel. 1.** Spesifikasi Lenovo B40

Operation System	Windows 8.1
Processor	AMD Radeon Graphics
CPU	Core i3 - 4010U 1.70 Ghz
Installed Memory (RAM)	4.00 GB
System Type	64-bit Operating System

- b. Software perancangan dan simulasi produk Software yang digunakan untuk perancangan menggunakan CATIA V5R19 dan software simulasi produk menggunakan Autodesk Moldflow Insight 2016.
- c. Jangka sorong (*vernier caliper*).
- d. Kalkulator.

**Identifikasi Produk**

a. Bahan.

Sampel produk *preform stick* T15 dapat diidentifikasi material yang digunakan melalui fungsi dari produk atau jenis produk *preform* yang sudah masuk kedalam spesifikasi material bahan. Kemudian dapat diketahui dimensi sampel produk di dalam cetakan dengan cara mencari nilai *shrinkage* pada material bahan yang digunakan.

b. *Parting Line*.

Melalui sampel produk *preform stick* T15 dapat diidentifikasi letak *parting line* dengan melihat tanda *undercut* pada produk *preform* berupa ulir. Bagian yang terpisah oleh *parting line* disebut *core* dan *cavity*.

c. *Ejection System*.

Tanda *ejector* biasanya terlihat pada produk-produk tertentu, tetapi dari sampel produk *preform* tanda *ejector* tidak terlihat. Maka dari itu diperlukan untuk menentukan jenis *ejector* yang akan digunakan.

d. Lokasi *Gate*.

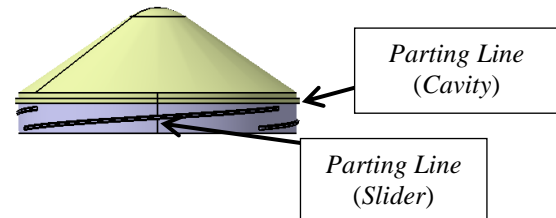
Letak lokasi *gate* dapat dilihat dari *gate* yang membekas pada produk *preform*. kemudian tipe *gate* yang digunakan juga dapat diketahui.

e. *Type Mold*.

Penggunaan jenis cetakan dapat ditentukan dari bentuk produk seperti pada sampel produk *preform*.

b. *Parting Line*

Penentuan *parting line* juga memperhatikan estetika atau keindahan produk.

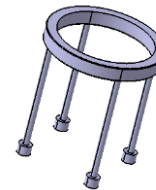


**Gambar 3. Parting Line**

Kasus *preform* di atas *parting line* ini dibagi menjadi dua bagian yakni pada *cavity* dan *slider*, karena untuk *core* sendiri dibuat *insert* maka yang bisa ditentukan pada *parting line* diatas hanya *cavity* dan *slider*.

c. *Ejection System*

Tanda *ejector* biasanya terlihat pada produk-produk tertentu atau biasanya tanda *ejector* berbentuk lingkaran, tetapi dari sampel produk *preform* tanda *ejector* tidak terlihat jelas.



**Gambar 4. Ejection system**

Gambar 4, merupakan *type ejector* untuk mengeluarkan sebuah produk di dalam cetakan, *ejector* akan bekerja mendorong produk dari sisi diameter produk. Maka *type ejector stripper plate* inilah yang sesuai untuk produk semacam *preform*.

**HASIL PERANCANGAN SLIDER MOLD**

Syarat dari perancangan *modal* meliputi identifikasi produk, analisa *cooling*, langkah urutan desain, penentuan *modal* material, hasil perhitungan konstruksi *modal*, dan proses kerja *slider mold*.

a. Data Produk

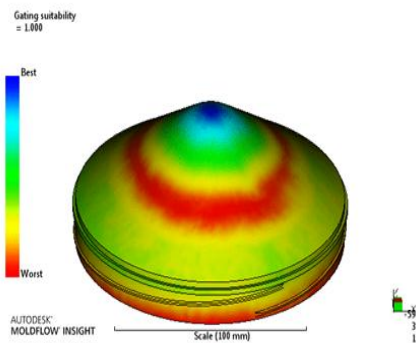
**Tabel. 2. Data Produk**

<b>Data Produk</b>	
Nama	Preform Stick T15
Warna	Putih (Transparan)
Material	<i>Polyethylene terephthalate</i>
<i>Shrinkage</i>	3%
Dimensi produk	140mm x 63,5mm
Tebal produk	2 mm
Berat Produk	6 gram

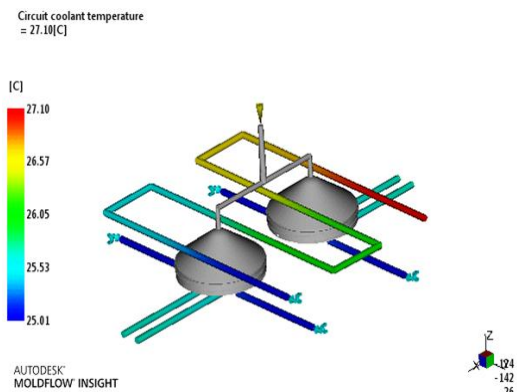
**Hasil Analisa Produk Preform Stick T15 dengan Moldflow Insight**

a. Hasil Analisa *Gate*

Gambar 5, merupakan letak lokasi *gate* yang disarankan dari analisa yang ditunjukkan pada warna biru sangat baik digunakan untuk menempatkan *gate* karena menghasilkan aliran yang radial terlihat letaknya yang simetris sehingga distribusi material bagus.



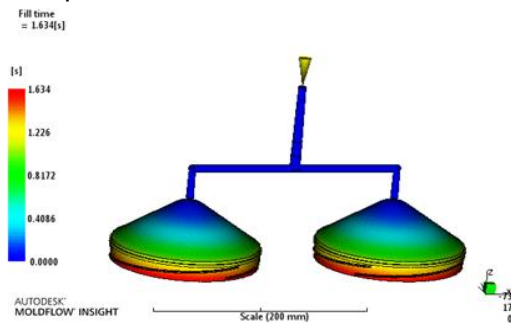
Gambar 5. Gate location



Gambar 8. Circuit Coolant type 2

b. Hasil Analisa *Fill Time*

Hasil analisa menunjukkan waktu atau nilai maksimum yang dibutuhkan untuk memenuhi produk *preform stick T15* adalah 1,634 s.



Gambar 6. Fill Time

Analisa di atas menunjukkan hasil temperatur *circuit coolant type 1* yaitu 1,11°C, sedangkan analisa pada hasil temperatur *circuit coolant type 2* yaitu 2,11°C.

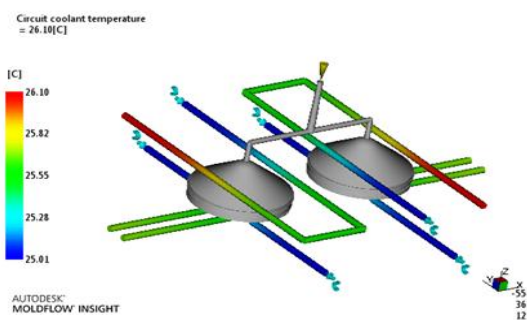
b. *Circuit metal temperature*

Analisa *Circuit metal temperature* menjelaskan temperatur tertinggi di dalam *cooling* ketika melakukan proses pendinginan.

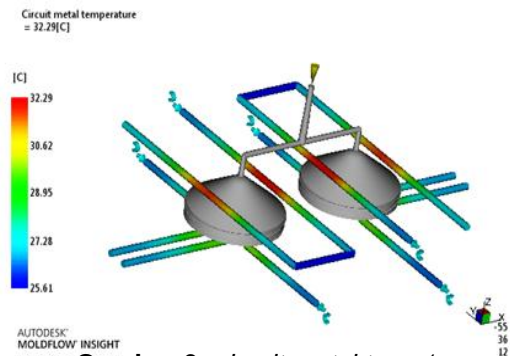
Hasil Analisa Cooling System

a. *Circuit Coolant Temperature*

Hasil analisis suhu pendingin di sirkuit yang ditunjukkan pada gambar 7 dan 8, perbedaan suhu antara saluran masuk dan keluar idealnya harus kurang dari 2°C. Jika selisihnya lebih dari 2°C maka akan menyebabkan medan suhu dan deformasi yang tidak rata.

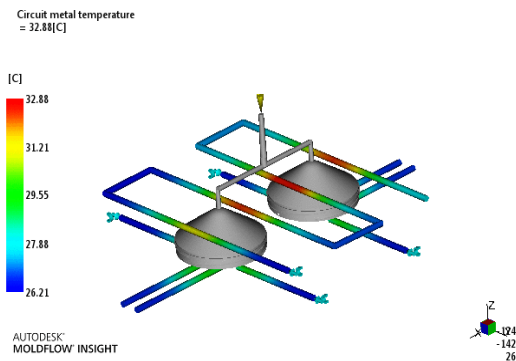


Gambar 7. Circuit Coolant type 1



Gambar 9. circuit metal type 1

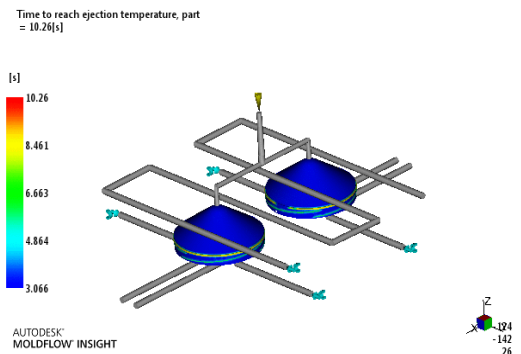
Pada gambar 9. *circuit metal type 1* didapatkan temperatur tertinggi ditunjukkan pada *channel* berwarna merah yaitu 32,29°C. Sedangkan pada gambar 10, *circuit metal type 2* temperatur *channel*nya lebih tinggi yaitu 32,88°C. Temperatur yang baik digunakan dalam analisa *circuit metal temperature* adalah yang memiliki temperatur rendah untuk menjaga fluida pendingin tidak cepat mengalami kenaikan suhu.



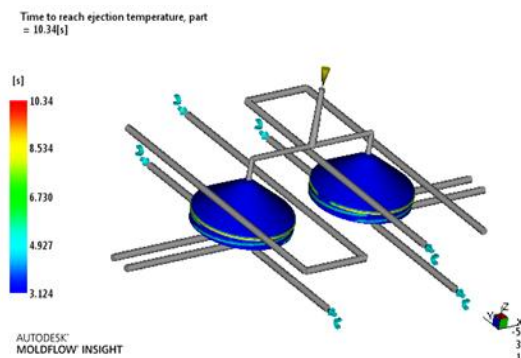
Gambar 10. circuit metal type 2

c. Time to reach ejection temperature, part

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur ejsi pada *cooling seri dan baffle type 1* yang ditunjukkan pada gambar 11 membutuhkan waktu 10,34 s untuk mendinginkan produk sebelum proses ejsi. Sedangkan pada *cooling seri dan baffle type 2* yang ditunjukkan pada gambar 12 membutuhkan waktu 10,26 s. Semakin cepat waktu pendinginan semakin memperpendek waktu produksi, jadi memberikan keuntungan lebih di dunia industri.



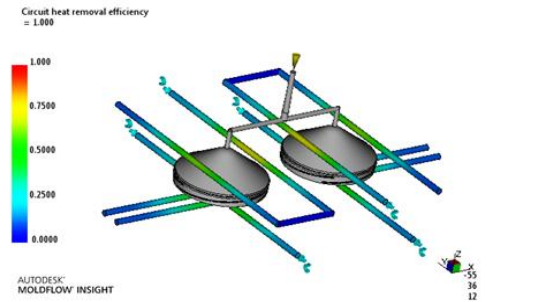
Gambar 11. Time to reach ejection type 1



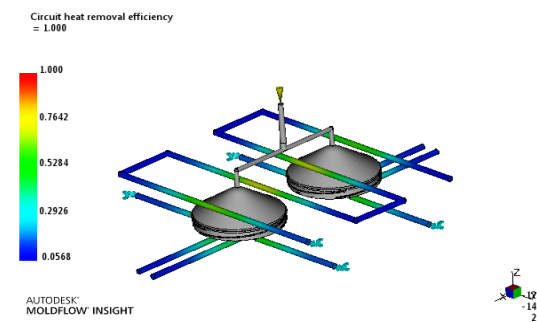
Gambar 12. Time to reach ejection type 2

d. Circuit heat removal efficiency

*Circuit heat removal efficiency* merupakan efisiensi penyerapan panas oleh *cooling* terhadap produk *preform Stick T15*. Gambar 13 menunjukkan efisiensi penyerapan panas dari angka 0,50 - 0,75 dengan keefektifan perpindahan panas, begitupun juga pada gambar 14 dari angka 0,5284 - 0,7642 menunjukkan keefektifan efisiensi penyerapan panas.

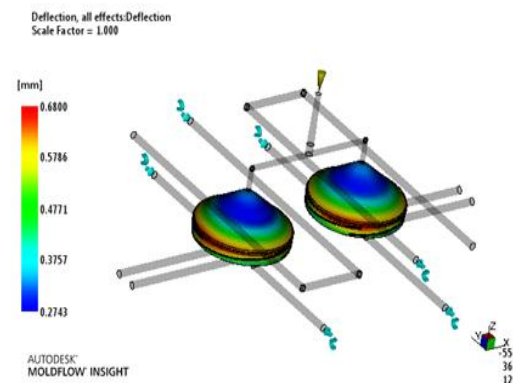


Gambar 13. Circuit heat removal type 1

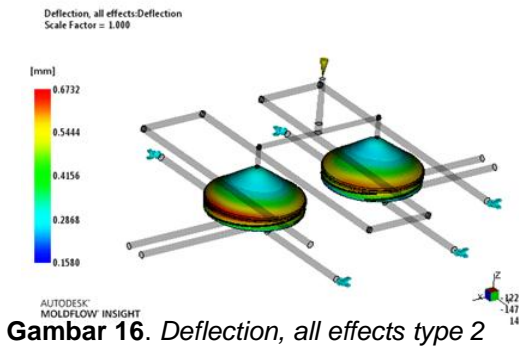


Gambar 14. Circuit heat removal type 2

e. Deflection, all effects:Deflection



Gambar 15. Deflection, all effects type 1



Gambar 16. Deflection, all effects type 2

Tabel 3 dibawah ini adalah hasil nilai perbandingan *cooling* dan hasil rekomendasi *cooling*.

Tabel 3. Hasil nilai perbandingan *cooling*

Analisa Cooling	Type Cooling	
	Type 1	Type 2
Circuit coolant temperature.	1,11°C	2,11°C
Circuit metal temperature.	32,29°C	32,88°C
Time to reach ejection temperature, part.	10,34 s	10,26 s
Circuit heat removal efficiency.	0,50 - 0,75	0,5284 - 0,7642
Deflection all effects: Deflection.	0,68 mm	0,67 mm

Berdasarkan hasil analisa dan perbandingan *cooling* di atas, maka di pilihlah *cooling* yang optimum dan terbaik adalah *Cooling seri* dan *baffle type 2* merupakan pendingin yang direkomendasikan.

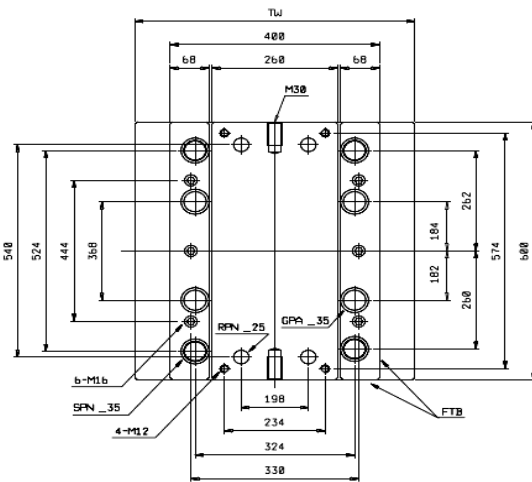
**Hasil Perancangan Mold**

Data hasil analisa dari moldflow insight di dapatkan *cooling* yang optimal yaitu jenis *cooling seri* dan *baffle type 2*. Kemudian data hasil analisa direkomendasikan sebagai landasan untuk melakukan perancangan konstruksi *slider mold*.

**Langkah urutan desain**

Sebelum mendesain komponen plat yang pertama kali dilakukan adalah penentuan *moldbase* pada produk *preform* yang digunakan adalah standar *moldbase Futaba D.E series 4060*. Sekaligus penentuan material penting dilakukan untuk menghitung beberapa konstruksi yang menerima perlakuan yang berbeda sesuai sistem kerja tiap konstruksi pada *mold* (Jones, 2008).

**D.E Series 4060**



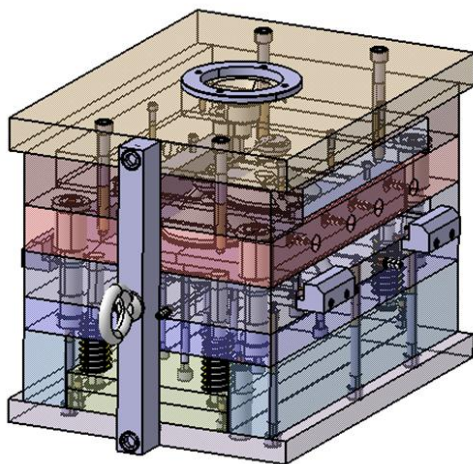
Gambar 17. Standar *moldbase* Futaba D.E series 4060

Dibawah ini merupakan urutan desain.

1. Cavity Plate.
2. Core Plate.
3. Slide Core (Slider).
4. Insert Core.
5. Locking Block.
6. Support Plate.
7. Distance Block.
8. Ejector Plate.
9. Ejector Back Plate.
10. Bottom Clamping Plate.
11. Manifold Block.
12. Top Clamping Plate.
13. Standar komponen.

**Hasil Desain Mold**

Hasil desain *mold* ditunjukkan pada gambar 18.



Gambar 18. Hasil perancangan slider mold

**Penentuan Mold Material**

Penentuan material penting dilakukan untuk menghitung beberapa konstruksi yang menerima perlakuan yang berbeda sesuai sistem kerja tiap konstruksi pada mold. Adapun dasar penentuan material plat dan komponen mold ini mengacu pada mold basic design textbook IMDIA [6] dengan rujukan langsung dari standar Futaba dan Misumi sebagai produsen pembuatan komponen mold.

Tabel 4. Penentuan Mold Material

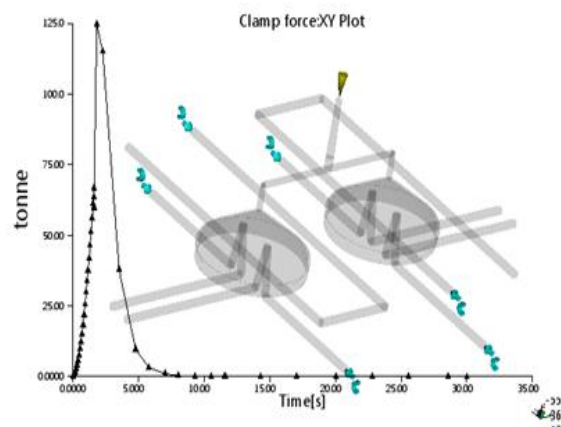
No	Deskripsi	Material
1.	Cavity Plate	S50C
2.	Core Plate	S50C
3.	Support Plate	SS400
4.	Ejector Plate	SS400
5.	Ejector Back plate	SS400
6.	Distance block	SS400
7.	Manifold plate	S45C
8.	Top clamping plate	S45C
9.	Return Pin_M_RPN	SUJ2
10.	Bottom clamping plate	SS400
11.	Locating Ring_E1365	S45C
12.	Slide core	SKD61
13.	Insert core	SKD11
14.	AnglePin_Z01	SUJ2

15.	Locking block	SKS3
16.	Manifold block	S45C
17.	Nozzle gate bushing	S45C
18.	Sprue Bushing_AG	S45C
19.	Core stop block	S45C
20.	Spring_SWR	S45C
21.	Knock_Out_M_BSA	SKD61
22.	Bushing_M-GBA	SUJ2
23.	LeaderPin_M-SPN	SUJ2
24.	Cap Screw_M	SCM 435
25.	Connector_Plug	Brass (C3604)
26.	Ball plunger	SUJ2
27.	Stripper plate ejection	SKH51
28.	Stripper ring	SKH51
29.	Baffle_BFPT	SCM45
30.	Eye Bolt	SS400

**Hasil Perhitungan Konstruksi**

a. Hasil Perhitungan Clamping Force

Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan mesin injeksi yang akan digunakan, didapatkan pada analisa moldflow yaitu 125 Ton. Sehingga dipilih mesin yang memiliki kapasitas tonase 20% diatas clamping force mold preform stick T15 yaitu 150 Ton. Perancang memilih mesin injeksi yang memiliki 160 Ton gaya clamping untuk menahan gaya saat proses pengisian dan pendinginan(Gambar 19).



Gambar 19. Hasil perhitungan clamping force

b. Hasil Perhitungan Kekuatan ejector

Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan beban kritis yang dapat diterima oleh stripper plate, dimana beban buckling

(beban *stripper plate*) harus dibandingkan dengan gaya yang diperlukan untuk mengeluarkan produk, dengan keliling *cavity* 879 mm dan tebal produk 2 mm. Material *stripper plate* menggunakan SKH51 dengan diameter *stripper plate ejection* 13 mm dan panjang 150 mm, adapun hasil dari penentuan beban kritis yang diterima oleh *stripper plate* dimana *ejecting load* < *collapsing load* dan gaya *cavity* terhadap permukaan < *collapsing load* yaitu 350,649 N < 94311,93 N dan 3926,9 N < 94311,93 N.

c. Hasil Perhitungan *Push Back Spring*

*Push back spring* berfungsi untuk mengembalikan *ejector plate*, dan *ejector pin* pada posisinya semula. Gaya minimal yang dibutuhkan pegas sama dengan gaya yang diakibatkan adanya gaya tekan akibat berat *ejector plate*, hasil yang diperoleh gaya persatu pegas yaitu sebesar 75,17 N, kemudian menentukan spring berdasarkan 3 jenis spring pada katalog Misumi, yakni SWR 31-80, SWS 31-80, dan SWN 31-80. Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan *spring*.

Berdasarkan hasil perhitungan, maka dilakukan pemilihan *spring* yang paling sesuai. Pertimbangan dalam pemilihan *spring* adalah beban awal dan beban akhir tidak terlalu keras, selain itu mengusahakan supaya *spring* tidak longgar (*oblag*). Berikut ini dijelaskan pemilihan *spring*.

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Spring*

Deskripsi	SWR 31-80	SWS 31-80	SWN 31-80
<i>Spring Constant</i> (kgf/mm)	1,25	2,50	3,54
Beban Awal (kgf)	10	0	-28
Beban Akhir (kgf)	47,5	75	77,88

- SWR 31-80, beban awal dan akhir tidak terlalu keras.
- SWS 31-80, beban akhir terlalu keras.
- SWN 31-80, tidak ada beban awal dan spring longgar (*oblag*).

Perbandingan di atas bisa disimpulkan bahwa *spring* yang direkomendasikan untuk *return pin* dengan diameter 25 dan *stroke* 30 mm adalah SWR 31-80 yang beban awal dan akhir tidak terlalu keras.

d. Hasil Perhitungan *Screw Core Stop Block*

Hasil perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui diameter yang diijinkan pada sebuah baut *core stop block*, adapun jumlah total baut yaitu 8 buah baut dan menggunakan material *screw* SCM435 dengan hasil diameter 6,43 untuk lebih amannya dipilih diameter di atasnya yaitu M8.

e. Hasil Perhitungan *Eye Bolt*

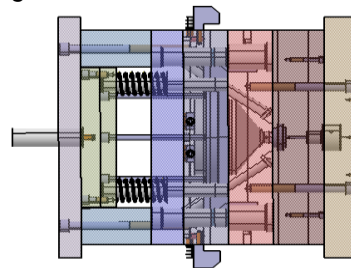
*Eye bolt* ini berfungsi untuk menahan berat *mold* saat proses pemindahan atau pergantian *mold* pada mesin injeksi, Maka dihitunglah diameter ijin baut pada *eye bolt*. Diameter yang diijinkan 20,14 dengan menggunakan material SS400, tetapi untuk lebih amannya dipilih diameter M24.

**Proses Kerja Slider Mold**

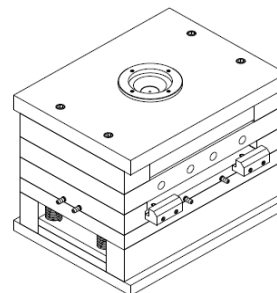
Proses kerja sistem *slider mold* ketika awal injeksi sampai menjadi produk *preform stick* T15 akan dijelaskan pada langkah-langkah berikut ini.

a. *Molding Close*

Cetakan tertutup inilah proses pengisian dan pendinginan material yang telah membentuk produk *preform stick* T15, sehingga pada proses ini tidak ada *plate* yang terbuka. Gambar 20 dan 21, menunjukkan *molding close*.



Gambar 20. *Molding close (horizontal)*

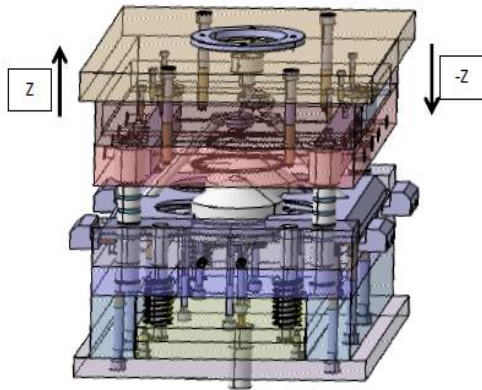


Gambar 21. *Molding close (Isometric 2D)*

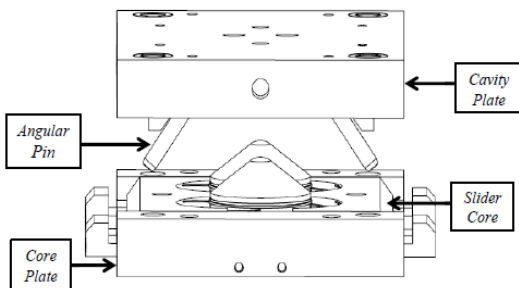


b. *Molding Open (1/2)*

Proses kerja *molding (1/2)* dengan sistem *slider* ini jika dilihat pada posisi *vertical* (gambar 22), tahap pertama posisi *clamping unit* menarik bagian *bottom clamping plate* ke arah  $-Z$ . Proses kerja dari *slider* sendiri ini saat membuka  *mold* dengan bukaan bebas 72 mm di pandu dengan kemiringan *angular pin* yang sudah dipasang tetap pada bagian *cavity plate*, ditunjukkan pada gambar 23.



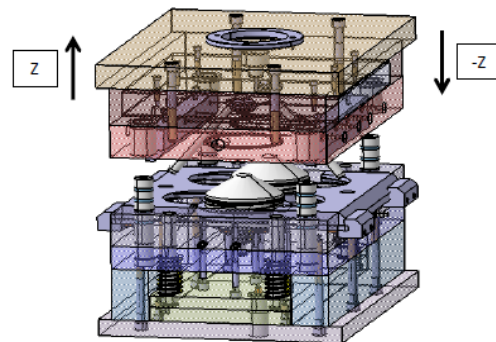
Gambar 22. *Molding open 1/2 (vertical)*



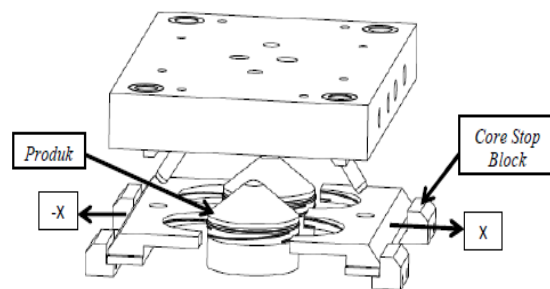
Gambar 23. *Molding open 1/2 (Isometric 2D)*

c. *Molding Open Full (Slider)*

Proses bukaan *full* cetakan yaitu *clamping unit* menarik *bottom clamping plate* ke arah  $-Z$  yang mengakibatkan *plate core*, *insert core*, *slider core*, dan *cavity* terbuka, serta berhenti ketika sudah diatur oleh sistem kontrol pada mesin injeksi. Bukaan cetakan *full* ini, *slider* akan membuka dengan mengikuti kemiringan dari *angular pin*  $37^\circ$  sebagai pemandu untuk membuka sebuah ulir yang ada pada produk *preform stick* T15, ditunjukkan pada gambar 23 dan 24.



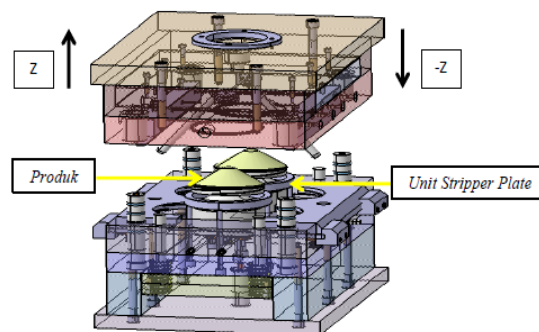
Gambar 23. *Molding open full slider (Vertical)*



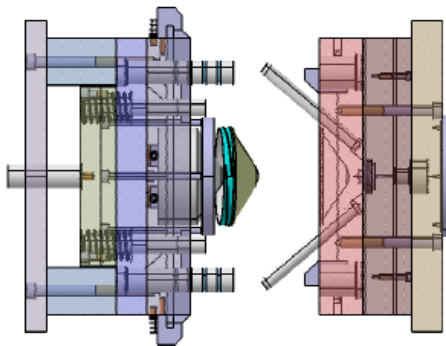
Gambar 24. *Molding open full slider (Isometric 2D)*

d. *Molding Open dan Ejection Produk*

Pada tahap pengeluaran produk (*ejection produk*) ketika dilihat dengan posisi *vertical* dengan satu *unit stripper plate* proses kerjanya yaitu dengan mendorong produk *preform stick* T15 dengan arah  $Z$ , akibat gaya dorong dari *knockout* yang mendorong *ejector back plate* dan *ejector plate* secara otomatis mendorong produk *preform* keluar dari cetakan dengan kebutuhan *stroke* 30 mm. Ditunjukkan pada gambar 25 dan 26.



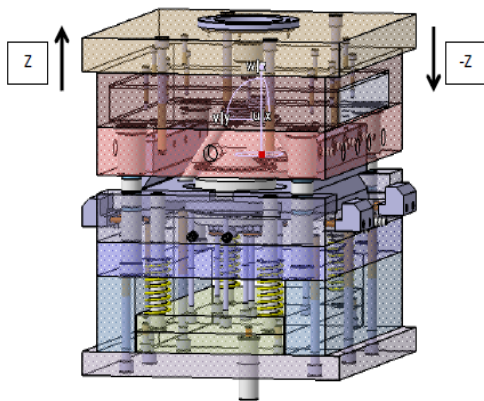
Gambar 25. *Molding open dan ejection produk (vertical)*



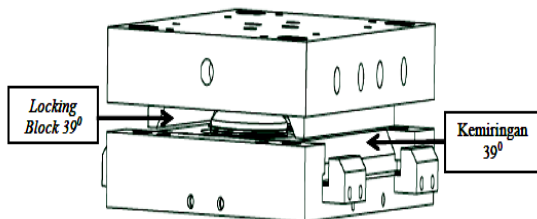
**Gambar 26.** *Molding open dan ejection produk (horizontal)*

**5. Locking Block**

Tahap terakhir setelah pengeluaran produk, proses selanjutnya yaitu cetakan menutup (*molding close*). Ketika cetakan bergerak menutup dengan dorongan dari *clamping unit* maka dari *angular pin* dengan kemiringan 37° ini akan memandu lubang yang sudah ada dibagian *slider core*, kemudian pada kemiringan bagian *locking block* dengan kemiringan 39° bertatapan pada bagian *slider*, dengan bertujuan untuk menahan *slide core (slider)* yang didorong tidak mundur saat tekanan injeksi. Dilihat pada gambar 27 dan 28.



**Gambar 27.** *Locking block (vertical)*



**Gambar 28.** *Locking block (Isometric 2D)*

**Kebutuhan Mesin**

Tabel 6, menunjukkan kebutuhan mesin cetakan injeksi yang akan digunakan saat proses pembuatan produk *preform stick T15*.

**Tabel 6.** Data kebutuhan mesin injeksi

Data Kebutuhan Mesin	
<i>Clamping force</i>	125 Ton
<i>Opening stroke</i>	625 mm
<i>Mould height, fixed</i>	465 mm
<i>Platen daylight fixed</i>	700
<i>Distance between tie bars</i>	450 x 600
<i>Weight of movable mould half</i>	129,97 kg
<i>Ejector stroke</i>	30 mm

Kebutuhan mesin di atas, maka ditentukan mesin Arburg AllRounder 570S dengan maximum *clamping force* 160 Ton [7].

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil perancangan *Injection molding* dengan sistem *slider mold* untuk produk *preform stick T15*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisa dan perbandingan pendinginan pada cetakan jenis *cooling seri baffle type 1* dan *cooling seri baffle type 2*, didapatkan analisa *cooling type 1* dengan efisiensi penyerapan panas oleh *cooling* terhadap produk *preform* kurang cepat menyerap panas dan waktu yang dibutuhkan untuk mendinginkan produk sebelum proses ejski cukup lama. Sedangkan untuk *cooling type 2* penyerapan panas dan waktu pendinginan produk lebih cepat dibandingkan *cooling type 1*. Sehingga di pilihlah *cooling* yang optimum dan terbaik yaitu *cooling seri baffle type 2* merupakan pendingin cetakan yang direkomendasikan pada perancangan produk *preform stick T15*.
2. Hasil perhitungan *slider*, maka kemiringan *angular pin* yang berfungsi untuk memandu *slide core* ketika *open* dan *close mold* yaitu 37° dengan panjang 120 mm. Sedangkan kemiringan dari *locking block* harus lebih besar yaitu 39° agar ketika bidang miring *locking block* dan *slide core* bersinggungan saat *mold* tertutup bisa mengalami gerakan yang lancar.

3. Perhitungan tebal *support plate*, kekuatan *ejector*, *push back spring*, kekuatan *screw core stop block*, dan diameter *ijin eye bolt* pada perancangan *slider mold* dengan produk *preform stick T15*, dikatakan aman karena tegangan, gaya, dan penentuan material yang terjadi dibawah tegangan dan gaya *ijin*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brydson, J.A. 1999. *PLASTICS MATERIALS Seventh Edition*. London: Butterworth Heinemann. halm, 170-171.
- [2] Budiyanoro, Cahyo. 2009. *Thermoplastik Dalam Industri*. Surakarta: Teknika Media.
- [3] Jones, Peter. 2008. *The Mould Design Guide*. United Kingdom: Smithers Rapra.
- [4] Camaj, Michal. 2015. "Multy-cavity Injection Mold Design". Master Thesis, Faculty of Technology, Thomas Bata University in Zlin.
- [5] Pindak, Martin. 2012. "Design of injection mold including cooling system optimization". Master Thesis, Faculty of Technology, Thomas Bata University in Zlin.
- [6] Nakazawa, Makoto. 2010. *Mold Basic Design Textbook*. Jakarta: IMDIA..
- [7] Goodship, Vannessa. 2004. *Practical Guide to Injection Moulding*. Germany: ARBURG Ltd.