

Program Studi Teknik Mesin

Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: Perancangan Injection Mold Pada Produk Flexyble Cup Seedling Dengan Variasi Layout Cooling Pada System Three Mold Plate

Judul Naskah Publikasi: Design Injection Mold For Flexyble Cup Seedling Product With Three Mold Plate System On Layout Cooling Variation

Nama Mahasiswa: Muhamad Aldino Syahputra

NIM: 20150130003

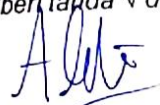
Pembimbing 1: Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc., IPM.

Pembimbing 2: Rela Adi Himarosa, S.T., M.Eng.

Hal yang dimintakan persetujuan *:

- | | | | |
|---|--|--------------------------------|--------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Indonesia | <input checked="" type="checkbox"/> Naskah Publikasi | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Inggris | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

*beri tanda ✓ di kotak yang sesuai

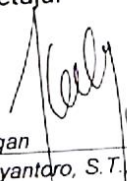


Tanda Tangan
Muhamad Aldino Syahputra


17-10-2019
Tanggal

Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

Disetujui


Tanda Tangan
Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc., IPM.

18/10/2019
Tanggal


Tanda Tangan
Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

21/10/2019
Tanggal

Formulir persetujuan ini mohon diletakkan pada lampiran terakhir pada naskah TA.

PERANCANGAN *INJECTION MOLD* PADA PRODUK *FLEXYBLE CUP SEEDLING* DENGAN SISTEM *THREE MOLD PLATE* PADA VARIASI *LAYOUT COOLING*

M. Aldino Syahputra^a, Cahyo Budiyanoro^b, Reli Adi Himarosa^c

^a Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
 Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
 e-mail: aldinosaputra97@gmail.com,

^{b,c} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
 Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
 e-mail: cahyo_budi@umy.ac.id, reli.himarosa@gmail.com

Abstrak

Perancangan cetakan plastik merupakan proses untuk menentukan bentuk awal suatu produk yang terbuat dari material plastik. Pada penelitian ini untuk desain *core* dan *baffle* pada sistem *three mold plate* dirancang agar mudah untuk proses *assembly* dan pembuatan. Data hasil analisa pada *moldflow plastic insight*, menunjukkan hasil perbandingan pada 3 jenis *layout cooling* sangat signifikan. Untuk pemilihan *layout cooling* dipilih *layout cooling type 2*, karena *layout cooling* tersebut menghasilkan hasil simulasi *Circuit metal temperature* sebesar 28,47 °C, *Circuit heat removal efficiency* sebesar 0,95, *Time to freeze cold runner* sebesar 36,97 detik, dan *Deflection all effect* sebesar 0,18 mm. Diantara 3 *layout cooling* maka dipilih *layout cooling type 2* yang paling efisien dan baik digunakan pada cetakan *flexyble cup seedling*.

Kata kunci: *Three mold plate, flexible cup seedling, cooling layout, two cavity.*

Abstract

Plastic mold design is a process to determine the initial shape of a product made of plastic material. On this research core and baffle designs on a three mold plate system that is easy for assembly and manufacturing. Analysis results on moldflow plastic insight, showed the results of comparisons on 3 types of cooling layouts are very significant. For cooling layout selection, type 2 cooling layout was chosen, because the cooling layout resulted in the simulation results of the Circuit metal temperature of 28.47 °C, Circuit heat removal efficiency of 0.95, Time to freeze cold runner of 36.97 seconds, and Deflection all effect amounting to 0.18 mm. Among the 3 cooling layouts, the most efficient and good cooling type 2 layout is chosen for the flexyble cup seedling mold.

Keywords: *Three mold plates, flexible cup seedling, cooling layout, two cavity.*

1. PENDAHULUAN

Sifat plastik yang kuat, ringan, *flexyble* dan harga yang relatif murah, menjadikan material palstik diminati dalam proses produksi [6]. Produk perancangan dalam study kasus ini yaitu *flexyble cup seedling* atau media pembibitan tanaman hias. *Flexyble cup seedling* dibuat menggunakan material plastik *Low Denstiy Polyethylene* (LDPE).

Three mold plate yaitu sistem yang memisahkan *runner* dengan produk ketika *mold* terbuka [5]. Pemilihan *layout cooling* pada sistem cetakan bertujuan agar meminimalisir cacat produk dan pemilihan *layout cooling* juga akan berpengaruh pada waktu pendinginan produk serta waktu saat proses pembuatan produk [7].

Penelitian ini dimaksudkan untuk membuat desain cetakan dengan variasi *layout cooling* untuk produk berbentuk *cup* dengan ketebalan 0,5 mm untuk material plastik LDPE.

2. METODE PENELITIAN

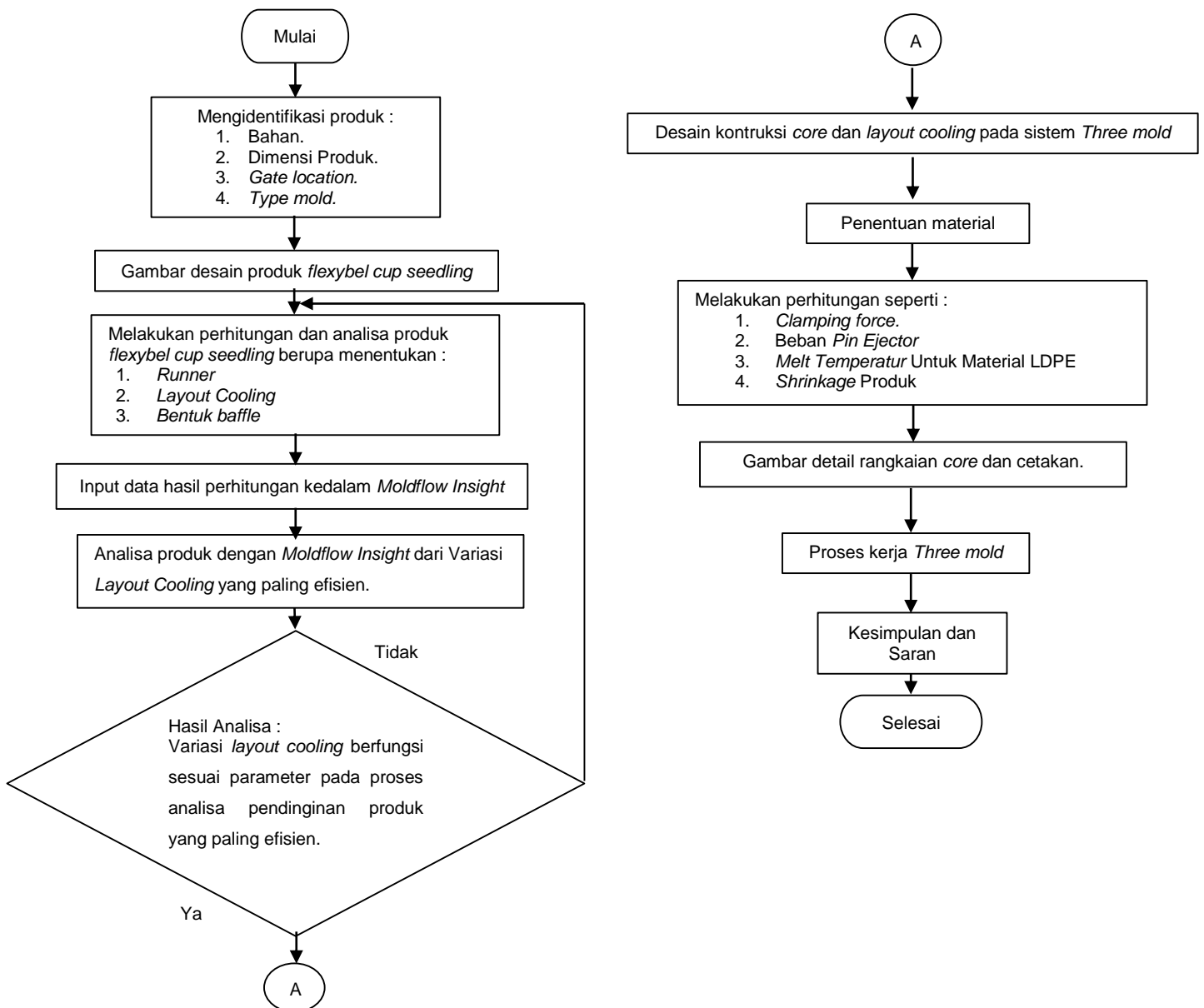
2.1 Bahan Perancangan

Bahan perancangan adalah produk *flexyble cup seedling* dengan menggunakan contoh pada produk yang telah diproduksi sebagai acuan. Akan tetapi tidak menyerupai dimensi dan bentuk asli dari produk *flexyble cup seedling*.



Gambar 2.1 Sample Produk Ukuran (a) Sedang dan (b) Kecil.

2.2 Prosedur Penelitian



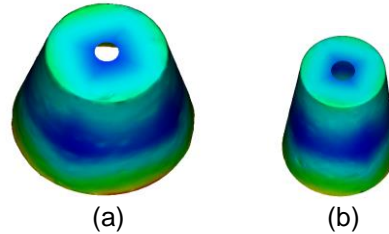
Gambar 2.2 Diagram Alir Penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisa Dengan *Moldflow Insight*

3.1.1 Analisa Lokasi *Gate*

Letak *gate* dapat mempengaruhi kualitas produk saat proses injeksi dan mempengaruhi *runner system*.



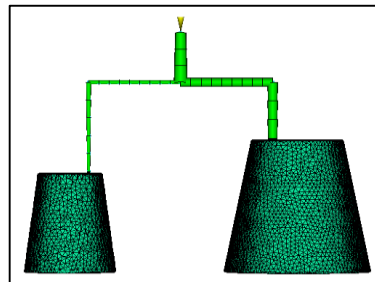
Gambar 3.1 Best Gate Location Pada Produk Ukuran (a) Sedang dan (b) Kecil.

Lokasi *gate* ditunjukkan pada warna biru sangat baik digunakan untuk menempatkan *gate* karena menghasilkan aliran yang simetris sehingga distribusi material, temperatur material dan tekanan material lebih seragam.

3.1.2 Hasil Analisa *Runner*

Data *runner balance* yang dimasukkan kedalam parameter *moldflow* adalah, diameter *runner* dan *sprue* sebelum dilakukan *balance* sebesar 6 mm.

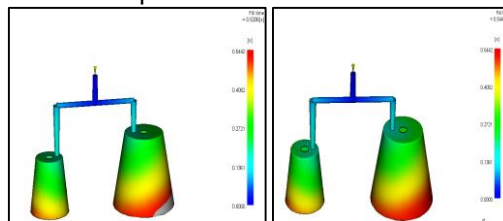
Setelah dilakukan proses *balance* maka diameter *sprue* dan *runner* menjadi berubah. Diameter *sprue* pada produk kecil menjadi 2.5 mm dan diameter *runner* pada produk kecil menjadi 2 mm dengan derajat kemiringan 1.5 mm. Diameter *sprue* pada produk besar menjadi 5.45 mm dan diameter *runner* pada produk kecil menjadi 2 mm dengan derajat kemiringan 1.5 mm.



Gambar 3.2 Runner Yang Telah Dilakukan Balance.

3.2 Hasil Simulasi *Fill Time Cold Runner Tanpa Runner Balance*

Hasil analisa *cold runner* tanpa *runner balance* menunjukkan waktu untuk mengisi produk kecil adalah 0,5206 detik dan produk sedang selama 0,5443 detik dengan diameter *runner* sekunder dan primer pada kedua produk sebesar 6 mm.

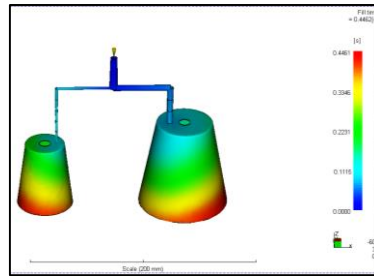


Gambar 3.3 Fill Time Tanpa Runner Balance.

3.3 Hasil Simulasi *Fill Time Cold Runner Dengan Runner Balance*

Hasil analisa *cold runner* dengan *runner balance* menunjukkan waktu untuk memenuhi produk *flexyble cup seedling* adalah 0,4662 detik dengan perubahan diameter *runner*

sekunder produk kecil sebesar 2 mm dan diameter *runner* sekunder pada produk sedang sebesar 5,15 mm.



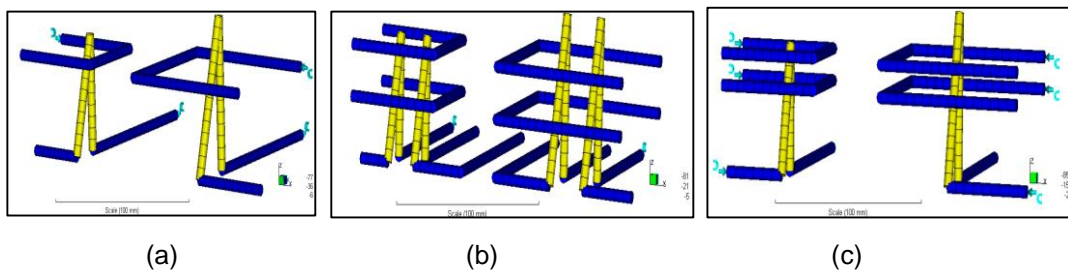
Gambar 3.4 Fill Time dengan Runner Balance.

3.4 Input Data Cooling System

Cooling system pada penelitian ini menggunakan *channel* dengan diameter sebesar 6 mm dan *baffle* dengan diameter sebesar 6 mm. Panjang *cooling system* mengikuti dimensi produk. Diameter yang digunakan sebesar 6 mm karena diameter tersebut tidak terlalu besar maupun terlalu kecil untuk dimensi produk *flexible cup seedling*.

3.5 Hasil Desain Layout Cooling System

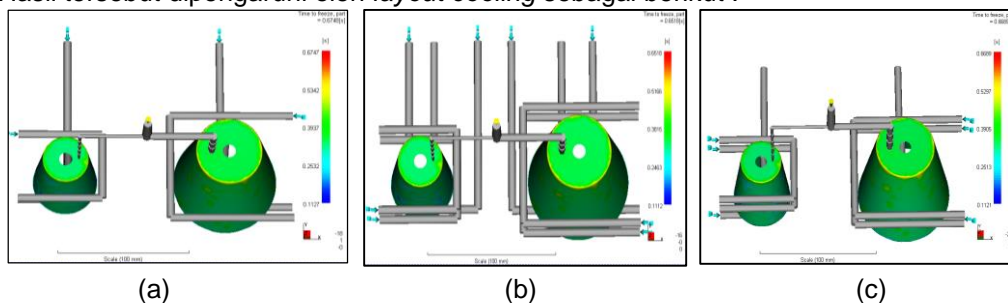
Analisa dibuat dengan 3 jenis *layout cooling* berbeda dengan parameter diameter *channel* dan *baffle* yang sama untuk membandingkan proses pendinginan pada produk yang baik. Berikut ini beberapa hasil analisa *cooling system*.



Gambar 3.5 Layout Cooling (a) jenis 1, (b) jenis 2 dan (c) jenis 3.

3.5.1 Time To Freeze Part

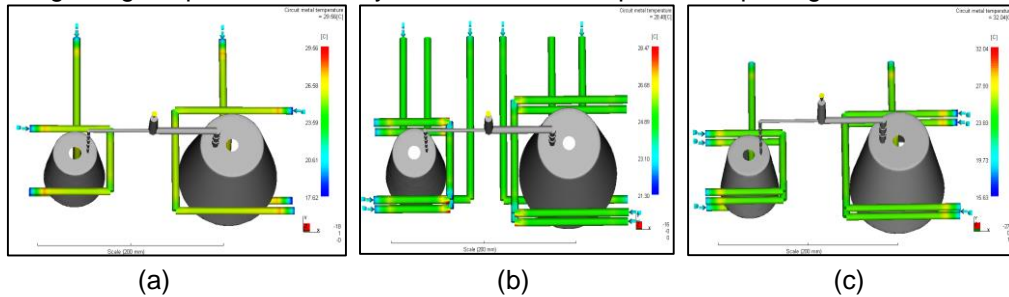
Hasil analisa *time to freeze part* menunjukkan pendinginan *part* atau pembekuan material plastik menjadi sebuah produk. Pendinginan produk yang baik adalah yang paling cepat, karena dapat menghemat waktu dan dapat meningkatkan proses produksi. Hasil tersebut dipengaruhi oleh *layout cooling* sebagai berikut :



Gambar 3.6 Hasil Analisa Time To Freeze Part dengan Layout Cooling (a) Jenis 1, (b) Jenis 2, (c) Jenis 3.

3.5.2 Heat Removal Efficiency

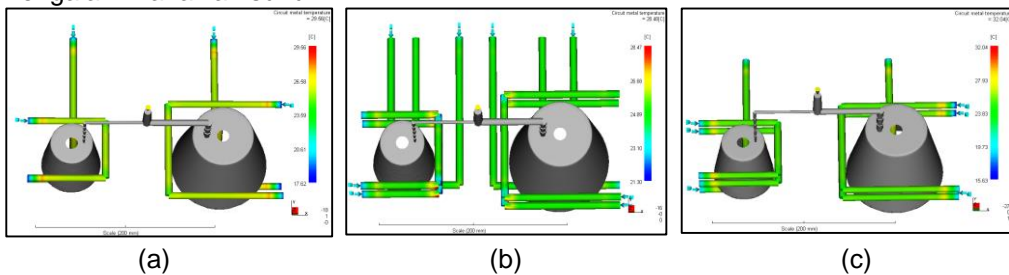
Circuit heat removal efficiency yaitu efisiensi penyerapan panas oleh *cooling* dengan produk. Analisa tersebut berguna untuk mengidentifikasi bagian saluran *cooling* yang menghilangkan panas lebih banyak. Hasil analisa dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.8 Hasil Analisa Circuit Metal Temperature dengan Layout Cooling (a) Jenis 1, (b) Jenis 2, (c) Jenis 3.

3.5.3 Circuit Metal Temperature

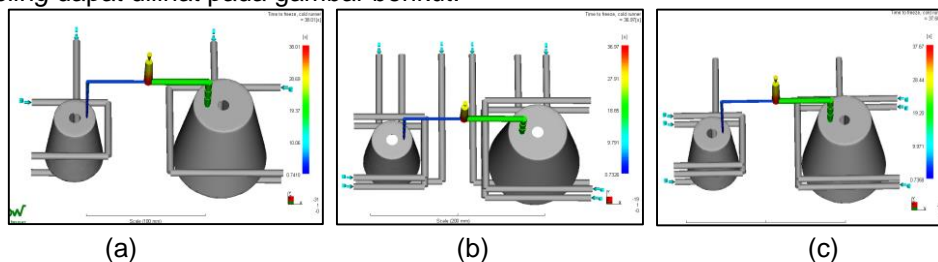
Analisa *circuit metal temperature* menjelaskan temperatur tertinggi di dalam *cooling* ketika melakukan proses pendinginan. *Circuit metal temperature* yang baik digunakan adalah yang memiliki temperatur rendah untuk menjaga fluida pendingin tidak cepat mengalami kenaikan suhu.



Gambar 3.9 Hasil Analisa Circuit Metal Temperature dengan Layout Cooling (a) Jenis 1, (b) Jenis 2, (c) Jenis 3.

3.5.4 Time To Freeze Cold Runner

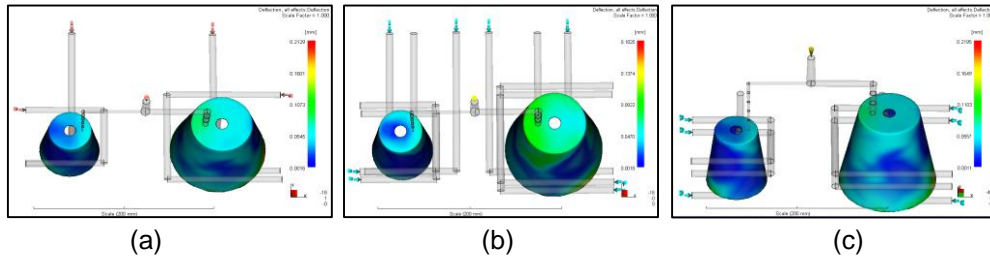
Time to freeze cold runner adalah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur pendinginan pada *cold runner* sebelum proses eaksi. Semakin cepat waktu pendinginan semakin cepat waktu produksi. Hasil dari simulasi *time to freeze* pada *layout cooling* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.10 Hasil Analisa Time To Freeze Cold Runner dengan Layout Cooling (a) Jenis 1, (b) Jenis 2, (c) Jenis 3.

3.5.5 Deflection All Effect

Deflection all effect dapat terjadi karena pengaruh sirkulasi pendinginan. Efek defleksi dapat terjadi akibat penempatan sirkulasi *cooling* yang kurang maksimal. Hasil simulasi *deflection all effect* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.11 Hasil Analisa Deflection All Effect dengan Layout Cooling (a) Jenis 1, (b) Jenis 2, (c) Jenis 3.

Tabel 3.1 Data Hasil Perbandingan Analisa 3 Jenis Layout Cooling.

No.	Hasil Analisa	Layout	Layout	Layout
		Cooling 1	Cooling 2	Cooling 3
1	Time to freeze part	0,6747 s	0,6518 s	0,6689 s
2	Circuit metal temperature	29,56 °C	28,47 °C	32,04 °C
3	Circuit heat removal efficiency	0,243	0,469	0,320
4	Time to freeze cold runner	38,01 s	36,97 s	37,67 s
5	Deflection all effect	0,212	0,182	0,219

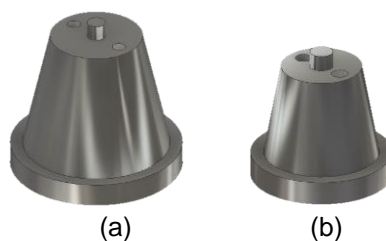
Tabel 3.2 Rekomendasi Layout Cooling

Layout Cooling	Hasil Analisa	Rekomendasi	
		Ya	Tidak
Type 1	Time to freeze part		✓
	Circuit metal temperature		✓
	Circuit heat removal efficiency		✓
	Time to freeze cold runner		✓
	Deflection all effect		✓
Type 2	Time to freeze part	✓	
	Circuit metal temperature	✓	
	Circuit heat removal efficiency	✓	
	Time to freeze cold runner	✓	
	Deflection all effect	✓	
Type 3	Time to freeze part		✓
	Circuit metal temperature		✓
	Circuit heat removal efficiency		✓
	Time to freeze cold runner		✓
	Deflection all effect		✓

Berdasarkan hasil analisa dan perbandingan layout cooling di atas, maka di pilih layout cooling yang optimal dan terbaik yaitu layout cooling type 2.

3.6 Perancangan Insert Core

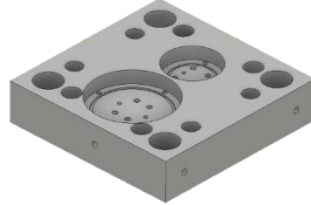
Insert core dibuat dengan dua jenis bentuk sesuai dengan produk yang akan dibuat, lalu membuat cooling system didalam insert core dan membuat lubang untuk ejector pin. Insert core menggunakan standar matrial JIS SKD11 dengan perlakuan panas agar tahan terhadap panas dan keausan.



Gambar 3.12 Gambar 3D Insert Core Ukuran Sedang dan Kecil

3.7 Perancangan Core Plate

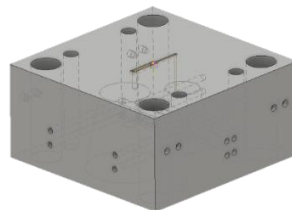
Bagian ini adalah bagian inti dari cetakan, proses membuat *core plate* dengan cara membuat persegi dengan ukuran panjang dan lebar sebesar 200 mm x 200 mm, dibuat setebal 45 mm. *Plate core* memerlukan karakteristik kekerasan dan tahan terhadap aus, maka digunakan standar material JIS G4501 S55C yang memiliki kandungan karbon 0.54 % - 0.6 % (Steelindo persada). Berikut gambar 3D rancangan desain *plate core* :



Gambar 3.13 Gambar 3D plate core

3.8 Perancangan Cavity Plate

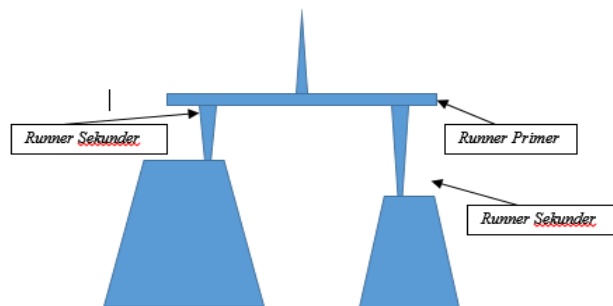
Pembuatan *cavity plate* hampir sama dengan membuat *core plate*, cara membuat persegi dengan ukuran panjang dan lebar sebesar 200 mm x 200 mm, dibuat setebal 99 mm (sesuai dengan tinggi produk dan *gate runner*). Standar material yang digunakan yaitu JIS G4501 S55C yang memiliki kandungan karbon 0.54 % - 0.6 % (Steelindo persada). Berikut gambar untuk *cavity plate* :



Gambar 3.14 Gambar 3D cavity plate

3.9 Perhitungan Diameter Minimal Runner

Hasil diameter minimal *runner primer* yaitu sebesar 1,1 mm, untuk diameter minimal *runner sekunder* yaitu sebesar 0,79 mm dan 1,03 mm. Hasil *runner sekunder* dibagi menjadi dua karena produk yang akan dibuat berbeda dimensinya. Untuk desain maka dipilih diameter *runner primer* sebesar 6 mm dan *runner sekunder* sebesar 6 mm agar pada saat proses pengisian *cavity* dapat terisi penuh secara optimal.



Gambar 3.15 Penjelasan Runner.

Rumus untuk mencari massa dari *runner* (satuan gram) :

$$W = V \cdot \rho \text{ material PE} \quad (1)$$

Rumus untuk mencari diameter minimal *runner* (satuan mm) :

$$D = \frac{W^{\frac{1}{3}} \cdot L^{\frac{1}{4}}}{3,7} \quad (1)$$

Keterangan :

- V = Volume material (didapat dari karakteristik material pada *moldflow*).
- L = Panjang *runner*.

3.10 Perhitungan *Clamping Force*

Hasil *clamping force* dari simulasi *moldflow* didapatkan sebesar 62 ton. Untuk pemilihan mesin injeksi, maka dipilih mesin injeksi yang memiliki *clamping force* 20% lebih besar agar kuat menahan cetakan saat proses pengisian dan pendinginan.

Tabel Propertis 3.3 Aplikasi Bahan Material Plastik [7]

Aplikasi	Bahan	Tekanan Injeksi (bar)	Tekanan Cavity (bar)
Part Besar (Berat)	Umum	800 - 1100	200 - 500
Part Sederhana	PS, PE, PP	1000 - 1300	250 - 400
Kemasan, Dinding Tipis	PE, PS, PP	1300 - 1800	500 - 700
Part datar - besar (misal dashboard atau bumper)	PP, Blend	1200 - 1500	400 - 500
Part Teknik Yang Presisi	ABS, PA 6, PA 66, PC, PBT	1200 - 1700	300 - 500
Micro Part	PC, PA, PBT, High Tech Plastic	1400 - 1700	500 - 800

Rumus untuk mencari luas area proyeksi (satuan cm²) :

$$A_p = (\pi \cdot R^2) \cdot \text{jumlah cavity} \quad (1)$$

Rumus untuk mencari luas total area proyeksi jika lebih dari satu (satuan cm²) :

$$A_p \text{ total} = A_{p1} + A_{p2} + \text{Luasan runner} \quad (2)$$

Rumus untuk mencari *clamping force* (ton) :

$$P_c = (\text{lihat pada tabel properties dan dipilih tekanan maksimal}) \quad (1)$$

$$F_c = A_p \text{ total} \cdot P_c \quad (2)$$

Keterangan :

- F_c : *Clamping force*.
- A_p : Area proyeksi.
- P_c : Tekanan *cavity*.
- R : Diameter besar.

3.11 Perhitungan *Pin Ejector*

Dari hasil perhitungan diatas untuk desain *pin ejector* dinyatakan aman, karena hasil perhitungan *ejection load* sebesar 60,53 N dan gaya *cavity* sebesar 879,65 N lebih kecil dari hasil perhitungan gaya *buckling* sebesar 976,48 N dan tidak melebihi dari tegangan luluh material SKH51 sebesar 550 Mpa.

Tabel Properties 3.4 Aplikasi Bahan Material Plastik [7]

Bahan	Modulus Elastisitas (E) (N/mm ²)	Koefisien Ekspansi Thermal (°C)	Suhu Cairan (°C)	Suhu Cetakan (°C)	Koefisien Gesek (μ)	Poisson Ratio (Υ)
PP	1340	0,00018	235	35		0,392
PE - LDPE	200	0,00023	220	40	0,2	0,41
HDPE	1000	0,00013	260	40		0,42
U PVC	3150	0,00008				

Lanjutan Tabel Properties 3.4 Aplikasi Bahan Material Plastik [7]

P PVC	275,76					
PMMA	3300	0,00007				
PS	3300	0,00007	230	40	0,35	0,35
ABS	2300	0,00009	250	50		0,4
PA 66	3100	0,0000085	290	50	0,35	0,4
PA 6	3190	0,0001	265	90	0,24	0,33
POM homo	4500	0,00012	200	90	0,25	0,42
POM copo	2550,78					0,42
PC	2380	0,000065	340	130	0,5	0,4
PAN	3447		235	35		0,392

Rumus mencari gaya buckling (satuan Newton):

$$= \frac{m \cdot \pi^2 \cdot E \text{ material ejector pin} \cdot I}{L^2} \quad (1)$$

Rumus mencari ejection load (satuan Newton):

$$St = (d \cdot \text{koefisien ekspansi thermal PE} \cdot \Delta T) \quad (1)$$

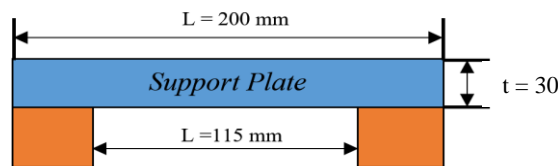
$$= \frac{St \cdot E \text{ modulus LDPE} \cdot A \cdot \mu}{d \cdot \left(\frac{d}{2 \cdot t} - \frac{d}{4 \cdot t}\right) \cdot \gamma} \quad (2)$$

Keterangan:

- m : Jumlah pin.
- I : Moment inersia.
- L : Panjang pin.
- D : Diameter pin.
- St : Kontraksi thermal.
- D : Keliling cavity.
- ΔT : Beda Temperatur.
- A : Luas proyeksi.
- t : Tebal produk.
- μ : Koefisien gesek.
- γ : Poisson ratio.

3.12 Perhitungan Support Plate

Hasil dari perhitungan tersebut didapatkan hasil σ_{max} sebesar 59,23 N/mm², maka dapat disimpulkan bahwa σ_{max} 59,23 N/mm² lebih kecil dari tegangan luluh material S45C sebesar 343 N/mm². Jadi tidak diperlukan support bolt pada support plate karena dapat dinyatakan aman.



Gambar 3.16 Dimensi dan Susunan Support Plate.

Rumus mencari gaya tekan (satuan Newton):

$$F = Pc \cdot A \quad (1)$$

Rumus mencari beban (satuan Newton/mm):

$$w = \frac{F}{d} \quad (1)$$

Rumus mencari M_{max} (satuan Newton):

$$M_{max} = \frac{w \cdot L^2}{12} \quad (1)$$

Rumus mencari lengkungan maksimal (satuan mm):

$$y_{max} = \frac{-w \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} \quad (1)$$

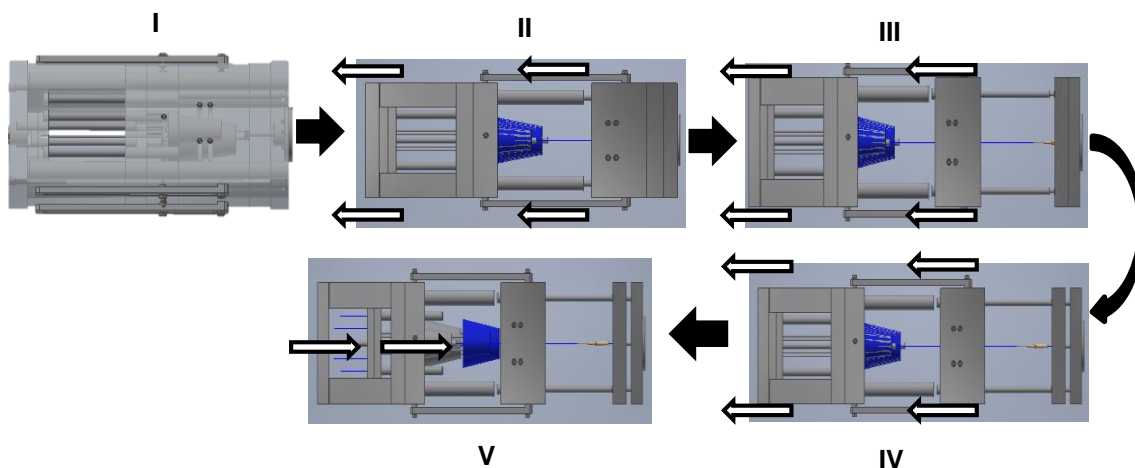
Rumus mencari tegangan maksimal (satuan N/mm²):

$$\sigma_{max} = \frac{w \cdot L^2}{12 \cdot I} \quad (1)$$

Keterangan:

- F : Gaya tekan.
- w : Beban.
- d : Lebar *support plate*.
- Mmax : Ketahanan maksimal.
- ymax : Lengkungan maksimal.
- L : Jarak antar *distance block*.
- E : Modulus elastisitas.
- I : Moment inersia.
- σ_{max} : Tegangan maksimal.

3.13 Cara Kerja Sistem Three Mold Plate



Gambar 3.17 Cara Kerja Cetakan Sistem Three Mold Plate.

Pada tahap awal proses pengisian cetakan berlangsung dengan proses injeksi dari mesin injeksi yang menginjeksikan cairan material plastik LDPE. Tahap kedua, yaitu *clamping unit* menarik *bottom clamping plate* pada arah kiri. Maka posisi *cavity plate* dan *core plate* terpisah. Tahap ketiga, *clamping unit* masih menarik *bottom clamping plate* ke arah kiri sehingga *cavity plate* dan *runner plate* membuka dengan tujuan untuk memisah *runner* yang berada didalam *cavity plate*. Tahap keempat, *clamping unit* masih sama bergerak menarik *bottom clamping plate* ke arah kiri. Maka *runner plate* yang ditarik oleh *stop bolt* akan melepaskan *runner* dari *runner lock pin* secara otomatis. Proses terakhir yaitu pengeluaran produk plastik dengan unit *pin ejector* yang berjumlah 4 *pin*. Proses mendorong produk dari gaya dorong pada *knockout* yang mendorong *ejector back plate* dan *ejector plate* dengan 4 *pin ejector* secara otomatis, maka akan mendorong produk *flexible cup seedling* keluar dari cetakan.

4. KESIMPULAN

1. Hasil *runner* menggunakan sistem *runner balance* dari simulasi *moldflow* dengan diameter *runner* untuk produk berukuran kecil sebesar 2 mm dan untuk produk berukuran sedang sebesar 5,15 mm, dengan penampang *runner* berbentuk lingkaran.
2. Untuk pemilihan *layout cooling* dipilih *layout cooling type 2*, karena *layout cooling* tersebut menghasilkan hasil simulasi *Circuit metal temperature* sebesar 28,47 °C, *Circuit heat removal efficiency* sebesar 0,95, *Time to freeze cold runner* sebesar 36,97 detik, dan

Deflection all effect sebesar 0,18 mm. Diantara 3 *layout cooling* maka dipilih *layout cooling type 2* yang paling efisien dan baik digunakan pada cetakan *flexyble cup seedling*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bargelis, A., Rutkauskas, Z. *Knowledge Based Method For Gate And Cold Runner Definition In Injection Mold Design*, ISSN 1392-1207. *Mechanika. Ilmenau, Germany: University Of Technology*, 2007.
- [2] Bryce, D.M., *Mold Design And Construction Fundamentals*, Vol. 1, Dearborn, Michigan, *Society of Manufacturing Engineers*, 1998.
- [3] Budiyanoro, C., *Optimalisasi Sink Mark Index Pada Produk Plastik Dengan Variasi Ketebalan Ekstrim Menggunakan Simulasi Moldflow*, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 2016, Vol. 19.
- [4] Budiyanoro, C., *Buku Ajar Teknologi Plastik*, Yogyakarta, K-Media, 2017.
- [5] Setiawan, A.D., Budiyanoro, C., Nugroho, A.W., *Optimasi Desain Runner System Dan Cooling System Serta Parameter Proses Untuk Meminimalkan Cacat Sink Mark Dan Short Shot Pada Produk T-Dost*, UMY: JMPM, 2018.