

Analisis Variasi *Layout Runner* Dan Dimensi *Gate* Terhadap Berat dan Cacat Produk Pada Produk *Handle Lock Pin* Dengan Simulasi *Moldflow*

Aditya Nugraha^{1*}, Leocadia Candra Thomas¹, Sriyono¹

¹Program Studi Rekayasa Teknologi Manufaktur, Politeknik ATMI Surakarta, Surakarta

*Email Corresponding Author: aditya.nugraha@atmi.ac.id, lect2809@gmail.com, y.sriyono@gmail.com

ABSTRAK

Perancangan dasar sebuah konstruksi *mold* ditentukan melalui pertimbangan teknis yang terdiri dari bentuk produk, *layout runner*, posisi *gate*, dan lain-lain. Produk yang akan diteliti terdiri dari empat jenis yaitu *handle*, *lock*, *male pin* dan *female pin*. Permasalahan yang dihadapi pada penelitian kali ini adalah bentuk kontur 3D produk satu dengan yang lain sangat berbeda sehingga menyebabkan perbedaan berat yang cukup signifikan. Perbedaan kontur 3D setiap produk diprediksi akan membuat aliran plastik menjadi tidak *balance*. Penelitian kali ini menggunakan dua variabel bebas yaitu *layout* produk dan lebar *gate*. Variabel *layout* produk terdiri dari *layout 1* (L1), *layout 2* (L2) dan *layout 3* (L3). Variabel lebar *gate* terdiri dari lebar *gate 1* (W1) dan lebar *gate 2* (W2). Dua variabel dikombinasikan dan dilakukan proses simulasi *moldflow* dengan menggunakan *Solidwork MoldflowPlastic 2018 for education*. Hasil yang didapatkan menunjukkan kombinasi variabel L3W1 merupakan kombinasi variabel yang paling baik diantara lima kombinasi variabel lainnya. Kombinasi variabel L3W1 secara simulasi *moldflow* didapatkan *balance* yang bagus, tidak didapatkan *sinkmark*, ditemukan sembilan titik *weldlines* dan enam titik *air traps*. Penggunaan MTC (*Mold Temperature Control*) dapat menyamarkan titik *weldlines* dan penambahan *venting* juga dapat menurunkan resiko terjadi *air traps*.

Kata kunci: *Family Mold, Layout Runner, Gate, Simulasi Moldflow, Balance Produk.*

ABSTRACT

The basic design of a mold construction is determined through technical considerations consisting of product shape, runner layout, gate position, and others. The product to be studied consists of four types, namely handle, lock, male pin and female pin. The problem faced in this research is that the 3D contour shape of the product is very different from one another, causing a significant weight difference. The difference in 3D contours of each product is predicted to make the plastic flow unbalanced. This research uses two independent variables, namely product layout and gate width. The product layout variable consists of layout 1 (L1), layout 2 (L2) and layout 3 (L3). The gate width variable consists of gate width 1 (W1) and gate width 2 (W2). Two variables were combined and the moldflow simulation process was carried out using Solidwork MoldflowPlastic 2018 for education. The results obtained show that the L3W1 variable combination is the best variable combination among the other five variable combinations. The L3W1 variable combination in the moldflow simulation obtained a good balance, no sinkmarks were found, nine weldlines and six air traps. The use of MTC (Mold Temperature Control) can disguise weldlines and the addition of venting can also reduce the risk of air traps.

Keywords: *Family Mold, Layout Runner, Gate, Moldflow Simulation, Balance Product.*

PENDAHULUAN

Stunting merupakan hasil dari kekurangan gizi kronis dan infeksi berulang pada anak yang mengganggu pertumbuhan dan perkembangan mereka, ditandai dengan tinggi badan atau panjang tubuhnya yang berada di bawah standar yang ditetapkan oleh WHO pada tahun 2015. *Stunting* berdampak negatif pada kesehatan dan perkembangan anak, menyebabkan gangguan kognitif dan fisik yang berdampak pada kualitas hidup di masa depan. Oleh karena itu, upaya pencegahan *stunting* perlu dilakukan sebelum dan setelah kelahiran.

Pemerintah telah mengambil langkah-langkah khusus untuk mencegah *stunting*, seperti pemberian tablet penambah darah kepada remaja putri dan ibu hamil, perbaikan gizi dan peningkatan frekuensi penyuluhan bagi ibu hamil. Setelah proses melahirkan, pemerintah menganjurkan para ibu untuk menyusui bayinya secara eksklusif. Selain itu, pemerintah juga memantau perkembangan dan pertumbuhan balita melalui penggunaan alat pengukur berat dan tinggi badan di posyandu di seluruh Indonesia. [1].

Antropometri kit telah dirancang khusus untuk mengidentifikasi kondisi *stunting* pada anak-anak dengan mengukur parameter seperti berat

badan, panjang atau tinggi badan, serta lingkaran lengan atas dan kepala. Penggunaan antropometri kit ini diharuskan sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh kementerian kesehatan. Standar *antropometri kit* menjadi panduan bagi petugas kesehatan dalam mengidentifikasi anak-anak yang berisiko mengalami stunting tanpa harus menunggu hingga masalah gizi terjadi. Beberapa parameter antropometri yang diukur untuk mendeteksi stunting pada anak termasuk berat badan berdasarkan umur, panjang atau tinggi badan berdasarkan umur, berat badan berdasarkan panjang atau tinggi badan, serta indeks massa tubuh sesuai dengan umur.

Infantometer merupakan salah satu alat *antropometri* yang digunakan khusus untuk mengukur panjang bayi dan balita yang sedang dalam tahap pertumbuhan dan perkembangan yang cepat. Alat ini dirancang untuk memudahkan pengukuran tinggi badan pada kelompok usia ini yang belum sepenuhnya mampu mengatur koordinasi gerak tubuh dengan baik.

Dalam penelitian ini, proses *reverse engineering* digunakan untuk merancang kembali produk *handle lock pin* dengan tujuan untuk mengetahui metode yang paling tepat dalam proses desain *mold handle lock pin*. Fokus penelitian ini adalah pada variasi bentuk *layout runner* dan dimensi *gate* agar dapat mencapai *fill time* yang optimal dan hasil produk yang maksimal dengan bantuan *software*. *Runner dan gate* adalah komponen penting dalam proses injeksi plastik, dan pemilihan yang tepat akan mempengaruhi kualitas produk dan efisiensi produksi.

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan solusi yang optimal dalam rancangan *mold handle lock pin* dengan menggunakan *family mold*, yang memungkinkan produksi beberapa produk sekaligus untuk menghemat biaya dan meningkatkan efisiensi proses injeksi. Selain itu, akan dibahas juga mengenai bagaimana mengatasi masalah *balance* produk pada *mold handle lock pin* yang terdiri dari empat *item* produk dengan berat yang berbeda.

Dengan mengeksplorasi berbagai variasi *layout runner* dan *dimensi gate* serta mencari solusi yang tepat dalam rancangan *mold handle lock pin*, diharapkan penelitian ini akan memberikan kontribusi positif dalam upaya pencegahan *stunting* melalui produksi dan distribusi alat kesehatan yang lebih efektif dan berkualitas bagi anak-anak di Indonesia [2].

Sebelum melanjutkan materi lebih jauh, kita harus mengenal mengenai *injection molding*. *Injection molding* adalah proses manufaktur yang paling sering dipergunakan dalam pembuatan produk dari bahan plastik. Metode ini memiliki beberapa kelebihan, seperti kapasitas produksi

yang tinggi, sisa material yang sedikit, dan tenaga kerja minimal. Keunggulan lainnya adalah penggunaan bahan baku dalam satu proses dan biasanya tidak memerlukan tahap finishing. Proses *injection molding* juga memungkinkan pembuatan produk dengan bentuk kompleks dalam satu langkah produksi yang dilakukan secara otomatis [3]. Sementara itu untuk *defect* produk yang menjadi titik kritis untuk penelitian ini adalah *weld lines* dan *air traps*

Weld lines menunjukkan titik lemah dari mekanisme *mold* pada komponen-komponen plastik. Sebuah takikan atau perubahan warna bisa saja terjadi. Takikan akan terlihat terutama pada permukaan produk-produk yang berwarna gelap, transparan serta dipoles dengan sangat halus.

Air traps atau *bubble* adalah cacat produk yang terjadi selama proses *filling* saat produk diinjeksi karena adanya udara yang tertarik masuk ke dalam produk karena panas produk. Cacat ini nampak pada permukaan halus (*cavity pada produk* yang bentuknya menggelembung. Berikut beberapa contoh udara yang tertarik ke dalam produk atau permukaan *mold* yang tidak diberi *venting* (ventilasi udara, besarnya *venting* maksimal 0,02mm) [4].

Runner system terdiri dari *sprue*, *runner* dan *gate*. *Runner* berfungsi mengalirkan lelehan plastik yang diinjeksikan dari *nozzle* mesin sampai ke dalam cetakan. *Nozzle* mengalami kontak dengan *sprue bush* pada saat proses injeksi dan menekan lelehan plastik ke bagian *sprue*. Lelehan plastik didistribusikan melalui *runner* dan *gate* pada *mold* yang memiliki beberapa *cavity*. *Gate* berbentuk saluran kecil yang menghubungkan antara *runner* dan *cavity* dalam *mold* [5].

Simulasi *moldflow* digunakan pada penelitian kali ini. Simulasi *moldflow* dipergunakan untuk melakukan analisis, evaluasi dan melakukan optimalisasi bagian produk dari proses desain produksi hingga pemilihan parameter proses. Tujuan umum dari *software* ini adalah meminimalkan biaya penelitian, mengurangi kesalahan yang terjadi, dan mengurangi biaya akibat gagal produk [6].

METODE PENELITIAN

Sebelum melakukan penelitian simulasi dibutuhkan data seperti:

- Spesifikasi berat produk *mold handle lock pin*
- Tebal produk *handle lock pin*
- Diameter *runner* tiap produk *handle lock pin*
- Lebar dan kedalaman *gate handle lock pin*

1. Spesifikasi berat produk *mold handle lock pin*
Untuk mencari berat produk digunakan rumus:

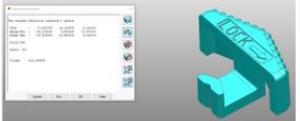
$$W = V \times \rho \quad (1)$$

Dimana:

- W = Berat produk (g)
- V = Volume produk (mm³)
- ρ = Massa jenis (g/cm³)

Dari rumus diatas didapat data:

Tabel 1 Tabel spesifikasi berat produk

No.	Nama Produk	Gambar produk	Qty dalam satu mold	@ Berat Produk (gr) (Volume x massa jenis)
1	Handle		1 pec	14898,32 mm ³ x 1,05g/cm ³ : 15,64 g
2	Lock		2 pec	619,39 mm ³ x 1,05 g/cm ³ : 0,65 g
3	Male pin		2	2931,17 mm ³ x 1,05 g/cm ³ : 3,078 g
4	Female pin		2	2594,54 mm ³ x 1,05 g/cm ³ : 2,724 g

2. Tebal produk *handle lock pin*
Untuk tebal produk didapat data sebagai berikut:

Tabel 2 Tabel spesifikasi tebal produk

No.	Nama Produk	Gambar produk	Tebal Produk Maksimal (mm)
1	Handle		2
2	Lock		2
3	Male Pin		2
4	Female Pin		1,5

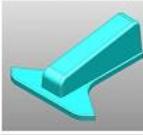
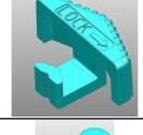
3. Diameter *runner* tiap produk *handle lock pin*
Untuk mencari diameter *runner* digunakan rumus:

$$D = \frac{W^{1/2} \times L^{1/4}}{3,7} \quad (2)$$

Dimana:

- D = diameter *runner* (mm)
- W = berat *part* (gr)
- L = panjang *runner* (mm)
- 3,7 = tetapan atau nilai konstanta

Tabel 3 Tabel *Drunner* tiap produk

No.	Nama Produk	Gambar produk	<i>Drunner</i> (mm)
1	Handle		2,84
2	Lock		0,55
3	Male Pin		1,3
4	Female Pin		1,2

4. Lebar dan kedalaman *gate handle lock pin*
Untuk mencari kedalaman *gate* digunakan rumus:

$$t = n \times s \quad (3)$$

Dimana:

- t = kedalaman *gate* (mm)
- n = material konstanta
- s = ketebalan produk (mm)

Tabel 4 Material konstanta

Material	n
ABS	0,6
Nylon	0,8
PA	0,8
PC	0,7
PE	0,6
PMMA	0,8
POM	0,7
PP	0,7
PS	0,6
PVC	0,9

Untuk mencari lebar *gate* digunakan rumus:

$$w = \frac{n \sqrt{A}}{30} \quad (4)$$

Dimana:

- w = lebar *gate* (mm)
- A = luas produk (mm²)
- n = material konstanta
- 30 = tetapan atau nilai konstanta

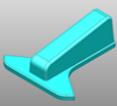
$$w = 2 \times t \quad (5)$$

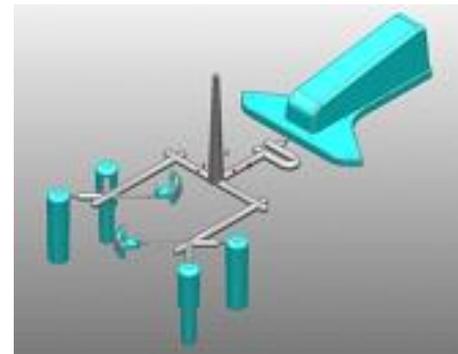
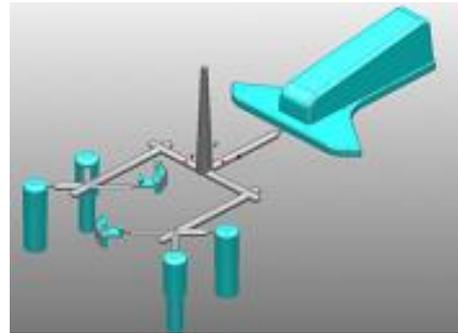
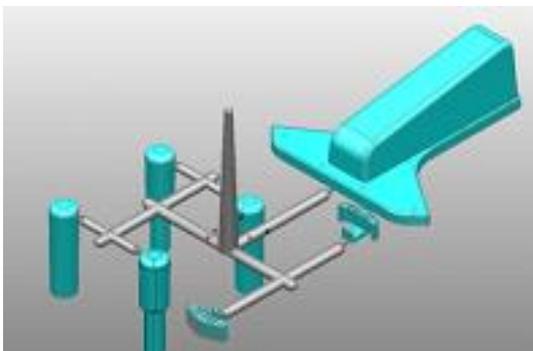
Dimana:

- w = lebar *gate* (mm)
- t = kedalaman *gate* (mm)
- 2 = tetapan atau nilai konstanta

Kedua referensi di atas digunakan sebagai acuan untuk membuat 2 variabel dimensi lebar *gate* [5].

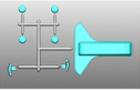
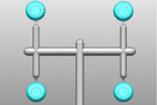
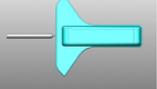
Tabel 5 Tabel kedalaman dan lebar *gate*

No.	Nama Produk	Gambar produk	kedalaman <i>gate</i> (t) mm	Lebar <i>side gate</i> (W1) (rumus 4) mm	Lebar <i>side gate</i> (W2) (rumus 5) mm
1	Handle		1,2	2,7	2,4
2	Lock		1,2	0,6	2,4
3	Male Pin		1,2	1	2,4
4	Female Pin		0,9	1,1	1,8



Gambar 1 Gambar variasi *layout*

Tabel 6 Berat *cluster* setiap variasi produk

Variasi <i>layout</i> rummer	Gambar <i>layout</i> rummer	Cluster	Gambar <i>cluster</i>	Berat <i>cluster</i> (gr)
1		1		16,54
		2		14,35
		3		3,3
2		1		16,43
		2		8,74
		3		8,74

Variasi layout runner	Gambar layout runner	Cluster	Gambar cluster	Berat cluster (gr)
3		1		17,26
		2		8,74
		3		8,74

Tabel 7 Tabel kombinasi layout

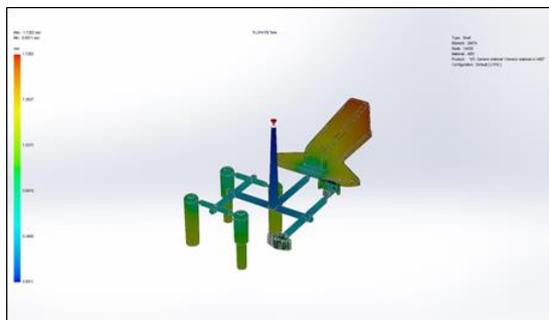
Kombinasi	Variasi gate	
	Variasi Layout	L1W1
	L2W1	L2W2
	L3W1	L3W2

Keterangan:

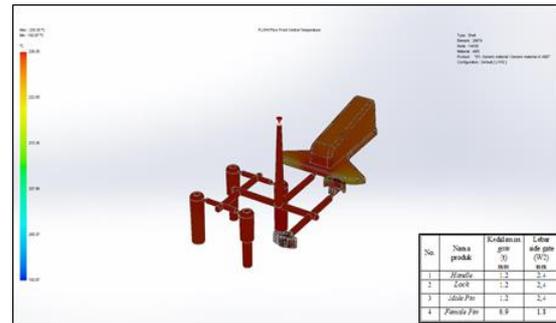
- L1W1 : Kombinasi layout 1 dengan width 1
- L1W2 : Kombinasi layout 1 dengan width 2
- L2W1 : Kombinasi layout 2 dengan width 1
- L2W2 : Kombinasi layout 2 dengan width 2
- L3W1 : Kombinasi layout 3 dengan width 1
- L3W2 : Kombinasi layout 3 dengan width 2

HASIL DAN PEMBAHASAN

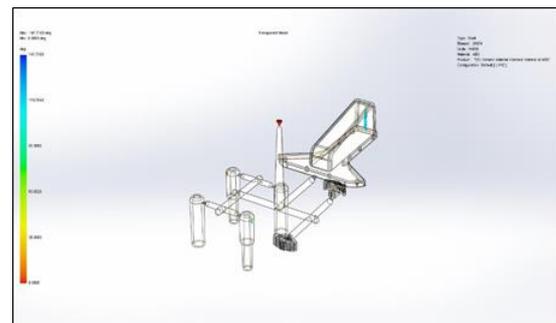
Layout yang dianalisis menggunakan software Solidwork Moldflow 2018 for Education adalah layout handle lock pin dengan kombinasi variasi L1W1, L1W2, L2W1, L2W2, L3W1, dan L3W2.



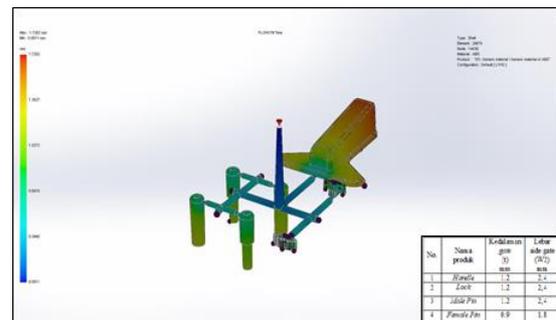
Gambar 2 Contoh gambar simulasi moldflow filling



Gambar 3 Contoh gambar simulasi moldflow temperature



Gambar 4 Contoh gambar simulasi titik kritis weld lines



Gambar 5 Contoh gambar simulasi titik kritis air traps

Hasil dari analisis mold flow untuk variasi desain layout runner dan dimensi gate terhadap berat dan cacat produk pada produk handle lock pin dengan menggunakan Solidwork for education mold flow plastic 2018 menghasilkan data pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil simulasi moldflow

Variasi	Balance Produk	Cacat Produk		
		Sinkmark	Weld Lines	Air Traps
L1W1	Tidak Balance	-	-	-
L1W2	Kurang balance	√	5	14

Variasi	Balance Produk	Cacat Produk		
		Sinkmark	Weld Lines	Air Traps
L2W1	Kurang Balance	√	10	18
L2W2	Tidak Balance	-	-	-
L3W1	Balance	X	9	6
L3W2	Balance	X	9	10

Keterangan:

- : Simulasi *molflow* tidak dilanjutkan karena tidak balance
- √ : Terjadi *sinkmark*
- X : Tidak terjadi *sinkmark*

KESIMPULAN

1. *Balance* produk untuk *mold family* adalah aliran material plastik akan berhenti diwaktu yang sama disetiap akhir atau ujung produk. L3W1 merupakan *layout* pilihan terbaik karena memiliki penyebaran lelehan material plastik dan panas paling merata sehingga memiliki *balance* produk yang optimal.
2. Pada *point* diatas dinyatakan bahwa *layout* L3W1 merupakan *layout* paling *balance* sehingga berat produk akan stabil dan bisa dilihat melalui *software moldflow* bahwa *layout* ini memiliki cacat produk *handle lock pin* paling sedikit secara simulasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D.F. Susanti, Mengenal Apa Itu Stunting. diakses pada 06 Februari 2023 https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/1388/mengenal-apa-itu-stunting
- [2] Caca, Cara Pengukuran Pada Bayi Yang Tepat dan Aman. diakses pada 06 Februari 2023 dari <https://soloabadi.com/cara-pengukuran-antropometri-pada-bayi-yang-tepat-dan-aman/>
- [3] F. Johannaber, *Injection Molding Machine*, Munich, Carl Hanser Verlag, 2008
- [4] R. Compounding Technologies, *Guide to Surface Defects*, Ludenscheid, Offset Company, 2013.
- [5] H. Rees, *Mold Engineering 2nd edition*, Munich, Hanser Publishers, 2002
- [6] J. Shoemaker, *Moldflow Design Guide*, Masschusetts, *Moldflow Corporation*, 2006