

PERANCANGAN DESAIN MOLD GRILLE RADIATOR MOBIL MENGGUNAKAN AUTO GATE CUT SYSTEM PADA PROSES INJECTION MOULDING PLASTIK

Indra Widarmadi

Program Studi Teknik Mesin, FTI, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta
iwidarmadi@yahoo.com

Abstrak

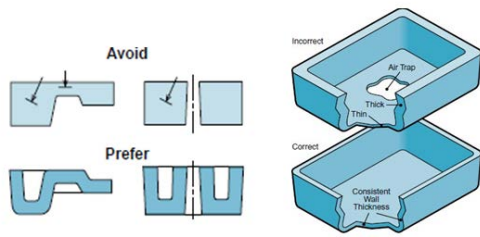
Pada proses plastik *injection molding* diketahui dua parameter pengukuran siklus waktu kerja produksi atau *Cycle Time* (CT), sebagai parameter untuk meningkatkan produktivitas hasil produksi. Kedua siklus waktu kerja tersebut adalah CT mesin dan CT operator. Dalam rangka menaikkan volume atau kapasitas produksi pada umumnya perusahaan akan mempercepat CT proses produksinya. Mempercepat CT pada mesin akan berdampak terhadap kualitas hasil produksi, ini membutuhkan waktu study lebih lama untuk melakukan beberapa percobaan sebelum mendapat *approval quality part* dari principal. Dengan demikian mengubah CT mesin adalah pilihan sulit dan butuh proses panjang. Sedangkan mempercepat CT operator adalah pilihan yang paling cepat dan realistis, mengingat secara pengaturan waktu proses tidak berkaitan langsung dengan part yang dihasilkan, artinya tidak memerlukan *special approval* principal. Oleh karena itu untuk mempercepat CT dimaksud, maka di rancang desain mold menggunakan proses pemotongan atau *Trimming* otomatis yang kemudian disebut *Auto Gate Cut System*. Dengan sistem ini *cycle time operator* lebih cepat karena proses pemotongan *gate* yang sebelumnya manual menjadi otomatis. Sebagai hasil akhir semula tanpa *auto gate cut system* hasil produksi dibutuhkan waktu 15,4 detik per unit dapat di tingkatkan menjadi 6,8 detik per unit. Dengan demikian ada peningkatan sebesar 8,6 detik per unit untuk setiap proses potong atau *Trimming*.
Kata kunci : *Injection molding, Cycle Time, Auto gate cut system, Trimming, Gate*

1. PENDAHULUAN

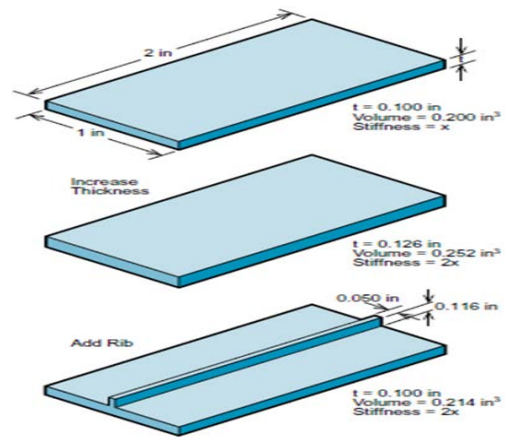
Injection molding adalah proses pembentukan plastik dengan cara melelehkan material plastik yang kemudian diinjeksikan ke dalam sebuah cetakan (*mold*). Dengan teknik *injection molding* plastik dapat diolah menjadi produk yang dikehendaki hanya dengan mendesain sebuah *mold*. Pada perkembangan Dunia industri saat ini dalam hal perancangan *injection molding* tidak hanya untuk memenuhi spesifikasi dari customer saja namun secara produktivitas memberikan nilai lebih (*cost effect*) untuk perusahaan *injection molding*. Oleh karena itu dengan perancangan *mold* dengan menggunakan *Auto Gate Cut System* akan memberikan *effect* terhadap peningkatan kualitas dan *cycle time* produksinya sehingga menjadi bagian dari aktivitas *cost reduction*.

Dalam desain cetakan, ada beberapa aturan yang harus diperhatikan antara lain:

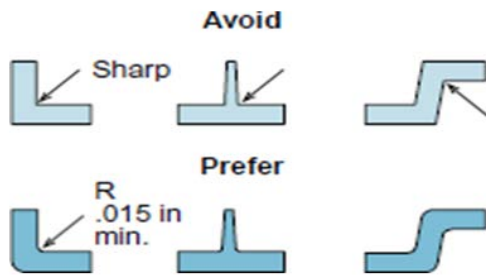
- a. Gunakan ketebalan dinding seragam di seluruh bagian, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Tebal dinding yang seragam akan meminimalkan penyusutan, bengkok, tegangan sisa, *air trap*, dan meningkatkan efisiensi proses pengisian cetakan dan waktu siklus.
- b. Gunakan profil radius pada semua ujung produk, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Dimensi radius sudut di dalam minimal satu kali ketebalan material.
- c. Gunakan *draft angle* pada produk, agar ketika proses pelepasan produk lebih mudah dan mengurangi bekas yang ada pada dinding produk, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.
- d. Gunakan penguat berupa *rib* untuk meningkatkan kekakuan pada bagian lentur, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Hal ini untuk menghindari penggunaan ketebalan berlebih pada bagian produk, sehingga dapat menghemat berat total, biaya material, dan biaya waktu siklus.



Gambar 1. Desain Ketebalan Dinding Mold seragam (sumber : Bayer Material Science, 2000)

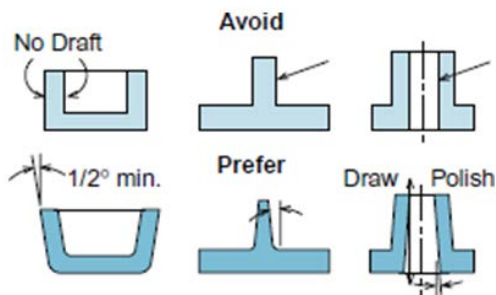


Gambar 4. Penguat Rib Dinding Mold (sumber : Bayer Material Science, 2000)

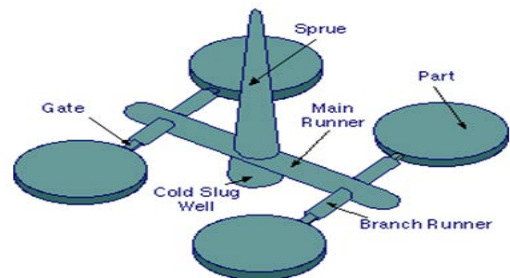


Gambar 2. Profil Radius Dinding Mold Ideal (sumber : Bayer Material Science, 2000)

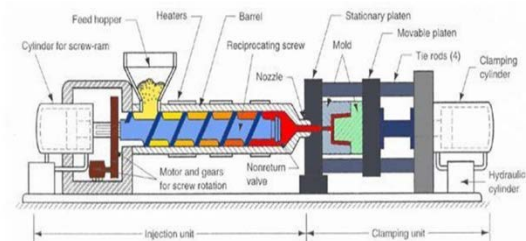
Runner System merupakan cairan material plastik yang dikeluarkan dari instalasi mesin injeksi mengalir ke dalam *cavity* melalui *sprue* (*sprue bush*), *runner*, dan *gate*. Plastik cair saat melewati *sprue* dan *runner* suhunya turun sehingga menyebabkan viskositasnya (kekentalan) naik, tetapi oleh panas gesekan pada saat melewati *gate* kembali viskositasnya menurun dan mengisi ke dalam *cavity*.



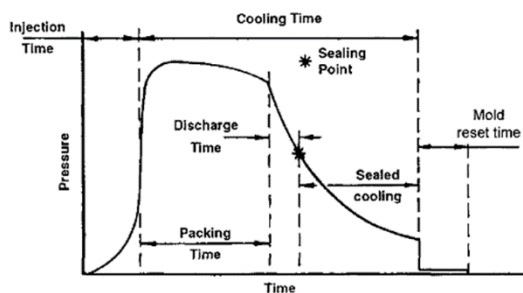
Gambar 3. Profil Draft Angle Dinding Mold Ideal (sumber : Bayer Material Science, 2000)



Gambar 5. Ilustrasi Runner System (Sumber : Nakazawa, *Simple Injection Molding*, 2010 :50)



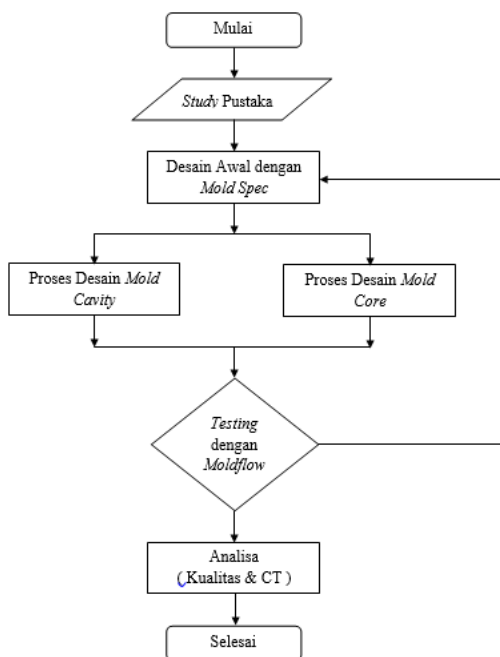
Gambar 6. Mesin Injection Molding plastik (sumber : www.sinotech.com)



Gambar 7. Siklus Injection Molding (sumber : *Plastic Part Design for Injection*, Malloy Robert, A 1994)

2. METODOLOGI

Proses penelitian mengikuti diagram alir sbb:



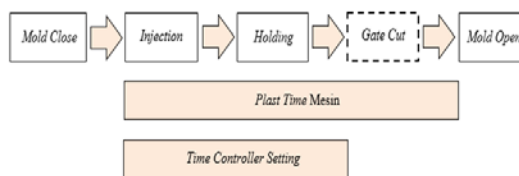
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

Produk *Grille Radiator* merupakan bagian kendaraan roda empat yang terpasang dibagian depan yang berfungsi sebagai ventilasi udara terhadap mesin sehingga desain produknya memiliki kisi-kisi lubang udara. Produk *Grille* ini terbuat dari bahan plastik ABS yang diproses dengan injeksi kemudian dilanjutkan *Plating* dan terakhir diproses *painting*



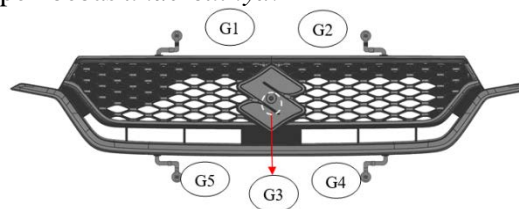
Gambar 9. Grille Radiator Terpasang Pada Mobil

Pada Desain mold dengan Auto Gate Cut dibuat dengan memodifikasi konstruksi slider gate yang di dalamnya ditambahkan cylinder dan cutter sebagai mekanisme pemotong gatenya. Pergerakan cutter diatur dengan cylinder yang dipadukan dengan hydraulic controller serta dipadukan dengan sensor injection start pada mesin. Untuk waktu pengaturan pemotongan gate dilakukan saat siklus injeksi & holding selesai sehingga saat siklus pendinginan cutter sudah kembali ke posisi semula.



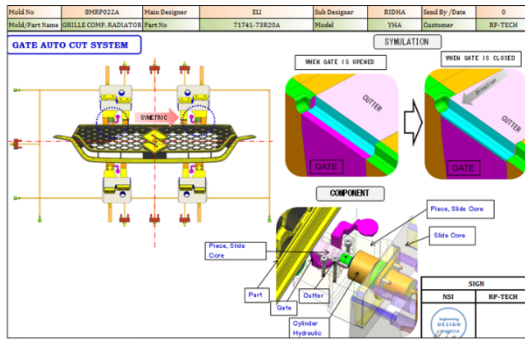
Gambar 10. Siklus *Injection Mold Auto Gate Cut*

Gate posisi untuk *Grille Radiator* dipilih 5 posisi dengan ketentuan 4 posisi menggunakan prinsip *Auto Cutting* dan 1 posisi manual *cutting*. Untuk posisi tengah proses potong *gate* manual karena secara konstruksi tidak menggunakan *slider* sebagai pembebas *undercutnya*.



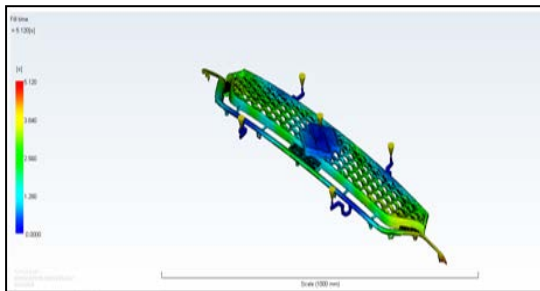
Gambar 11. Desain *Grille Radiator*

Dari beberapa parameter yang sudah di input ke dalam program *Mold Flow*, maka keluar bentuk desain estimasi sbb.:



Gambar 12. Konstruksi Desain Auto Gate Cut System

Proses pengujian *Moldflow* ini bertujuan untuk memastikan bahwa desain produk yang baru tidak terdapat masalah yang sangat mempengaruhi proses injeksi seperti : *short – shoot*, *gas mark*, *sinkmark* dll.



Gambar 13 Simulasi Moldflow Grille Radiator

Dari hasil simulasi terdapat nilai *filling time* 5,12 *sec*, Nilai tersebut merupakan nilai penting yang menjadi acuan dalam proses *setting* mesin injeksi sehingga jika saat actual nilai ini tidak sama maka proses *setting controller Auto Gate Cut* juga berubah karena harus mengikuti waktu injeksi.

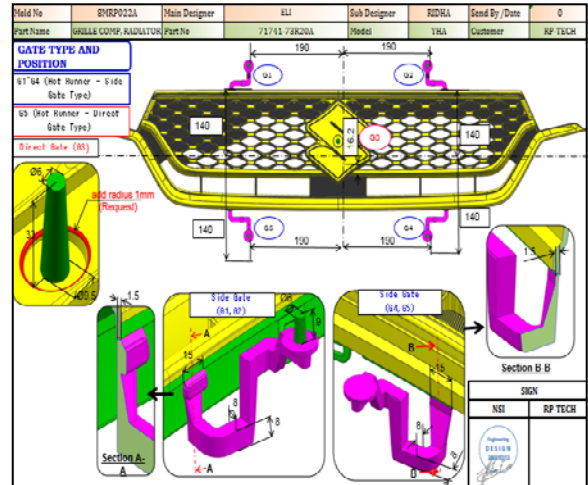
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data Parameter Hasil Simulasi Moldflow

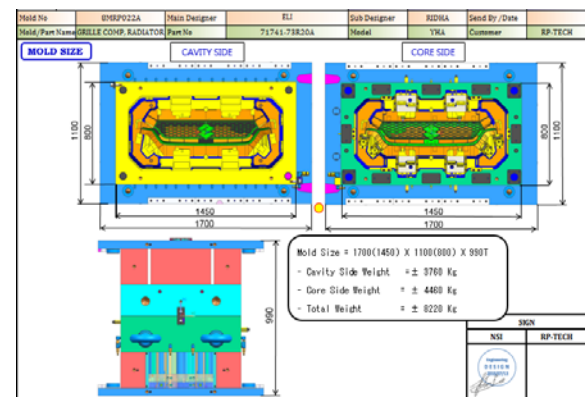
No.	Simulasi Proses	Nilai Aktual
1	Actual filling time	5,12 (s)
2	Actual injection pressure	97,154 (Mpa)
3	Clamp force area	1249,13 (cm ²)
4	Mx. Clamp forceduring filling	689,82 (ton)
5	Velocity/pressure switch-over at % volume	97,49 (%)
6	Velocity/pressure switch-over at time	3,47 (s)
7	Total part weight at the end of filling	737,89 (g)
8	Shot volume	709,11 (cm ³)
9	Cavity volume	708,37 (cm ³)
10	Runner System volume	0,74 (cm ³)

Dengan mengikuti parameter hasil Moldflow, kemudian data di input ke dalam program

software desain, maka di dapat hasil desai seperti terlihat dalam gambar berikut.



Gambar 14. Desain Posisi Gate & Dimensinya



Gambar 15. Desain Mold dan Dimensinya

Pada saat proses trial hasil test moldflow tersebut, di dapat data data pengukuran sbb. :

Tabel 2. Data Kualitas Part Hasil Trial Auto Gate Cut System

Shoot No.	Data Kualitas Potong Otomatis (Standard Toleransi ± 0,2 mm)										Remark
	Gate 1	Judge	Gate 2	Judge	Gate 3	Judge	Gate 4	Judge	Gate 5	Judge	
1	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	O = OK X = NG
2	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	
3	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	
4	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	
5	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	
6	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	
7	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	
8	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	
9	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	
10	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	
11	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	
12	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	
13	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	
14	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	
15	0,18	0	0,11	0	0	0	0,15	0	0,17	0	

Dari data tabel kualitas tersebut, dapat dihasilkan part yang memenuhi standar kualitas *customer*, sementara dari data

pengukuran CT pada proses auto dihasilkan data sbb:

Tabel 3. Data CT hasil *Auto Gate cut System*

Shoot No.	Data Cycle Time Potong Auto (Sec)					Remark
	Gate 1	Gate 2	Gate 4	Gate 5	Gate 3	
1		3			4,7	Gate 1,2,4,5 terpotong bersamaan secara otomatis dan G3 masih manual
2		3			4,1	
3		3			4,2	
4		3			4,4	
5		3			5,2	
6		3			5,2	
7		3			3,6	
8		3			5,7	
9		3			3,9	
10		3			2,9	
11		3			2,9	
12		3			2,3	
13		3			2	
14		3			2,7	
15		3			3	
Rata-rata		3			3,8	
Total rata-rata semua gate					6,8	

Bila dibandingkan dengan data pengukuran CT dengan cara manual di dapat hasil sbb.:

Tabel 4. Data CT hasil manual *Trimming*

Shoot No.	Data Cycle Time Potong Manual (Sec)					Remark
	Gate 1	Gate 2	Gate 4	Gate 5	Gate 3	
1		12			2,4	Gate 3 = Posisi tengah
2		11			3,8	
3		13,4			4,9	
4		9,3			3,4	
5		9,3			2,5	
6		11,9			2,8	
7		14,1			3,3	
8		9,9			3,4	
9		11,8			3,3	
10		12,2			3,6	
11		10,3			3,9	
12		16,4			3,9	
13		13,7			5,9	
14		10,5			5,3	
15		9,9			3,6	
Rata-rata		11,7			3,7	
Total rata-rata semua gate					15,4	

4. KESIMPULAN

Pada perancangan Desain Mold Grille Radiator Mobil dengan *Auto Gate Cut System* ini dapat beberapa kesimpulan yaitu :

1. Bahwa desain *mold Grille Radiator* dengan otomatis pemotongan *gatenya* bisa diaplikasikan sesuai dengan kualitas yang dapat di terima oleh prinsipal.
2. Hasil cetakan part dengan sistem *auto gate cut* membuat produktivitas meningkat, dapat dibuktikan dengan *cycle time* produksinya menjadi lebih cepat 8,6 detik per unit dari CT sebelumnya dengan metoda manual *trimming*.

DAFTAR PUSTAKA

Bayer Material Science. 2000. *Part and Design*. Diakses pada 10 Mei 2017, dari <http://www.bayer.com>.

Bryce D. M., 1998, *Plastic Injection Molding Mold Design and Construction Fundamentals, Society of Manufacturing Engineers*, Dearborn, Michigan.

Malloy, Robert A. 1994. *Plastic Part Design For Injection Moulding*. New York : Hanser Publisher, Munich Vienna New York.

Nakazawa, Makoto. 2010. *Mold Basic Design Textbook*. Jakarta: IMDIA.

Sinotech. 2017. *Injection Molding*. dari <https://www.sinotech.com>.