

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya,

Nama : Fabio Dwi Bagus Irawan

Nomer Induk Mahasiswa : 20130130128

Menyatakan bahwa tugas akhir ini dengan judul “***SIMULASI DESAIN COOLING SYSTEM DAN RUNNER SYSTEM UNTUK OPTIMASI KUALITAS PRODUK TOP CASE***” tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 5 Desember 2017

Fabio Dwi Bagus Irawan

## MOTTO

الْغَضَبِ عِنْدَ نَفْسِهِ يَمْلِكُ مَنْ يَدُ الشَّدِّ انَّمَا عَةِ بِالصُّرِّ الشَّيْءِ يُدِ لَيْسَ

**“Orang yang kuat bukanlah orang yang pandai berkelahi,tetapi orang yang mampu menguasai dirinya ketika marah”**

...

**“Cara terbaik untuk menemukan dirimu sendiri adalah dengan kehilangan dirimu dalam melayani orang lain”**

*-Mahatma Gandhi-*

...

**“Karena hidup ini dinamis, tidak statis”**

...

**“Bila diriku tidak sanggup lagi untuk menyelesaikan ini, saya harap orang bukan melihat hasil akhirku namun usaha kerasku untuk selama ini”**

...

## **PERSEMBAHAN**

**Saya persembahkan tugas akhir ini teruntuk:**

*Orang Tua*

**Ibu Rachmawati**

**Untuk seluruh kasih sayang, semangat, motivasi dan dukungannya yang tidak pernah henti-hentinya kepada saya.**

*Kakak dan Keluarga*

*Ryan Anggoro H.S dan Keluarga*

**Untuk seluruh dukungannya yang selalu mengingatkan dan memotivasi agar menyelesaikan tugas akhir ini.**

*Kekasih*

*Mega Yulia Kistin, S.T.*

**Untuk seluruh semangat dan bantuannya selama pengerjaan tugas akhir ini**

*Kerabat, Sahabat, dan Guruku*

**Terima kasih untuk segala pengalaman, motivasi, saran, dan ilmu yang bermanfaat.**

## INTISARI

Optimasi adalah suatu proses untuk mencapai hasil yang ideal pada produk. Namun dari sekian banyak hasil proses injection moulding sering terjadi cacat produk seperti *Sink mark* dan *Shrinkage* dimana hasil tersebut sangat berpengaruh terhadap kualitas produk. Idealnya produk plastik dibuat sedemikian rupa dengan tidak menimbulkan efek negatif pada hasil akhir seperti, cacat produk *sink mark* dan *shrinkage*. Kedua kegagalan tersebut biasanya disebabkan oleh faktor pengaruh waktu pengisian dan pendinginan.

Penelitian ini bersifat komputerisasi berbasis simulasi menggunakan *software* Autodesk Moldflow Insight untuk memprediksi dua kegagalan dan untuk mengoptimalkan kualitas produk. Karena minimnya produk plastik pada *engine* motor, maka penulis melakukan study kasus dari produk *sparepart* motor yaitu *top case*. Penelitian diawali dengan 4 percobaan, dalam tahap awal dilakukan perbandingan dari keempat percobaan dengan analisa *fill time*. Setelah analisa *fill time* dilakukan perbandingan antara *cooling baffle* dan *cooling cinformal*. Kemudian hasil optimal dari perbandingan, dilakukan analisa Taguchi. Menurut desain eksperimen Taguchi mengharuskan pengacakan nilai faktor menggunakan matriks *orthogonal*  $L_9 (3^3)$  sehingga terdapat 9 eksperimen dengan 3 level.

Dalam hal ini optimasi parameter yang menggunakan metode taguci terbukti dapat meminimalisir nilai *sink mark* dan *shrinkage*. Selain itu optimasi dengan pendekatan metode taguci dapat digunakan untuk menjadi acuan parameter dalam pembuatan produk yang di fabrikasi menggunakan injection molding seperti produk *top case*.

Kata kunci : Optimasi, *Runner*, *Cooling*, Moldflow Insight, *Sink mark*, *Shrinkage*, *Top Case*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir dan kegiatan perkuliahan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Tidak lupa shalawat dan salam senantiasa kepada Baginda Nabi Besar Muhammad Shallahu'alaihi wassallam sehingga kita mendapat syafa'at di akhirat nanti. Alhamdulillah, tugas akhir ini selesai disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tugas akhir ini bertujuan untuk mengembangkan optimasi simulasi desain produk sehingga dapat meminimalisir kerugian hasil produksi. Menganalisis perbandingan diameter, *layout* pada *runner* dan *cooling* menggunakan *software* simulasi Moldflow Insight. Sehingga dapat mengetahui perbedaan pengaruh diameter dan *layout* pada masing-masing *runner* dan *cooling* yang di simulasikan, mekanisme pengisian dan pendinginan yang efisien untuk mencapai waktu total siklus sehingga tingkat produk yang tidak sesuai akan berkurang. Pada penelitian ini batasan yang digunakan untuk menentukan penentuan kualitas adalah perbedaan kecepatan *fill time* sehingga menghasilkan waktu yang efisien, perbedaan *circuit coolant temperature*, *circuit metal temperature*, *circuit heat removal efficiency* dan *deflection, all effects:Deflection* yang berpengaruh dengan pendinginan pada produk. Diharapkan metode yang dikembangkan dapat memberikan referensi dan cara mengetahui penggunaan simulasi berbagai batasan yang digunakan untuk tahap penentuan kualitas.

Selama proses penyusunan tugas akhir ini, penyusun memperoleh bantuan, bimbingan, saran, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terimakasih kepada:

1. Keluarga atas segala dukungan biaya, moral, fasilitas, motivasi, kritik, semangat yang diberikan, dan yang selalu mendo'akan.
2. Bapak Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing I yang sabar memberikan ilmu, waktu, arahan, dan bimbingannya serta koreksi bermanfaat dan berharga bagi penyusun dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Toharudin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang memberikan ilmu, waktu, arahan, dan bimbingannya serta koreksi bermanfaat dan berharga bagi penyusun dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D. sebagai dosen penguji. Terimakasih atas masukan, saran, dan koreksinya terhadap tugas akhir ini.
5. Bapak Jaza'ul Iksan, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng Sc., Ph.D. selaku Ketua Prodi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Seluruh Dosen Teknik Mesin dan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terimakasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama ini.
8. Bapak Joko, Bapak Mujiana, dan Bapak Mujiarto selaku laboran Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terimakasih atas bantuannya dan bimbingan dalam proses praktikum dan penggunaan alat lab yang telah diberikan selama ini.
9. Mbak Widy, Mbak Woro, Mbak Adel dan seluruh Staf karyawan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas segala bantuan dan pelayanan akademik.
10. Terimakasih kepada kekasih hati Mega Yulia Kistin yang telah menemani, memberi motivasi, semangat, kritik dan saran kepada penyusun.

11. Rahmat Hartadi dan Andrias Nur Wibowo sebagai sahabat yang selalu memberikan bantuan, motivasi, semangat, dukungan, kritik, saran dan ajakan nonton youtube kepada penyusun.
12. Abdi Limam, Kurniady Syafutra, Taufik Akbar, Iksan Aprima Kausar, teman-teman Himpunan Mahasiswa Mesin UMY, dan teman-teman Teknik Mesin khususnya angkatan 2013 yang selalu memberikan bantuan selama masa perkuliahan dan penyusunan tugas akhir ini.
13. Teman-teman kelas C dan hore-hore kelas E yang telah memberikan waktu, bantuan, pengalaman, dan motivasi dalam suka-duka untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Mas wawan, Mas Hamid dan Mas Agus selaku mentor desain yang telah memberi ilmu, pengalaman, dan bantuannya kepada penyusun.

Demikian semua yang telah membantu dan berkontribusi dalam penyelesaian tugas akhir ini, semoga menjadi amal baik dan mendapat balasan yang lebih besar dari Allah Subhanahu wa ta'ala. Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna yang disebabkan keterbatasan penyusun. Dengan lapang hati penyusun menerima masukan demi perkembangan dan kemajuan pengetahuan di masa mendatang. Tugas akhir ini diharapkan menjadi ladang kebermanfaatan bagi penyusun dan bagi para pembaca. Aamiin Allahuma Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, 5 Desember 2017

Fabio Dwi Bagus Irawan

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO .....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
INTISARI .....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvi

### Bab I pendahuluan

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat.....	3

### Bab II Tinjauan Pustaka

2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Morphologi ( <i>Amorphous</i> dan <i>Semi-Kristalin</i> ).....	7
2.2.2 <i>Injection Molding</i> .....	10
2.2.3 Bagian-bagian <i>Injection Molding</i> .....	11
2.2.4 <i>Sink Mark</i> .....	14
2.2.5 <i>Shrinkage</i> .....	15
2.2.6 Desain untuk <i>Injection Molding</i> .....	16
2.2.7 <i>Software</i> Simulasi Moldflow Plastic Insight .....	21
2.2.8 Tahap Simulasi Moldflow Plastic Insight .....	21



2.2.9 Jenis Analisa Moldflow Plastic Insight .....	26
2.2.10 <i>Runner System</i> .....	27
2.2.11 <i>Gate</i> .....	28
2.2.12 <i>Cooling System</i> .....	29
2.2.13 <i>Design Of Eksperiment</i> .....	32

### **Bab III Metodologi Penelitian**

3.1 Pendekatan Penelitian.....	37
3.2 <i>Study Literatur</i> .....	37
3.3 Diagram Alir Perancangan .....	38
3.4 Gambar 3D dan 2D Produk .....	39
3.5 Identifikasi Produk .....	42
3.6 Tahapan Analisa Moldflow Plastic Insight .....	42
3.7 Tahap Perancangan <i>Cooling</i> dan <i>Runner</i> .....	52
3.8 Input Data Hasil Perhitungan <i>Gate</i> , <i>Runner</i> , dan <i>Cooling</i> pada Moldflow Insight .....	54

### **Bab IV Pembahasan**

4.1 HasilPerbandingan Analisa <i>Layout Runner System</i> .....	56
4.2 Hasil perbandingan Analisa <i>Layout Cooling System</i> .....	59
4.3 Hasil Perbandingan <i>runner</i> dan <i>cooling system</i> .....	64
4.4 Analisa SNR <i>smaller is better</i> .....	65
4.4.1 Hasil Perhitungan Nilai Faktorial dan Parameter dengan metode Taguchi .....	66
4.4.2 <i>Signal to Noise Ratio</i> .....	67
4.4.3 <i>Analisa of Variance</i> .....	71
4.4.4 Analisa Parameter Optimum.....	74
4.4.5 Hasil Analisis Validasi Kombinasi Parameter.....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur <i>polimer</i> kondisi cair dan solid .....	8
Gambar 2.2 <i>Injection molding</i> .....	10
Gambar 2.3 Bagian-bagian <i>Injection Molding</i> .....	12
Gambar 2.4 <i>Two plate</i> .....	13
Gambar 2.5 <i>Three plate</i> .....	13
Gambar 2.6 Arah penyusutan.....	15
Gambar 2.7 Menyamakan Ketebalan Dinding.....	17
Gambar 2.8 <i>Rib Design</i> .....	17
Gambar 2.9 <i>Boss Design</i> .....	18
Gambar 2.10 Perbandingan <i>fillet</i> dan <i>chamfer</i> .....	19
Gambar 2.11 Beberapa fitur <i>undercut</i> .....	20
Gambar 2.12 Proses <i>Meshing</i> Produk 3D .....	22
Gambar 2.13 Jenis Elemen <i>Mesh</i> .....	22
Gambar 2.14 <i>Type Mesh</i> .....	24
Gambar 2.15 <i>Type runner</i> .....	27
Gambar 2.16 Siklus waktu pendinginan <i>injection molding</i> .....	29
Gambar 2.17 Letak <i>cooling</i> yang efisien .....	29
Gambar 2.18 Perhitungan jarak <i>cooling</i> dengan produk dan jarak antar <i>cooling</i> .....	30
Gambar 2.19 Saluran pendingin paralel.....	31
Gambar 2.20 Saluran pendingin seri.....	31
Gambar 2.21 (a) <i>Baffle</i> (b) Model cetakan.....	32
Gambar 3.1 Diagram alir simulasi desain <i>cooling</i> dan <i>runner system</i> untuk optimasi kualitas produk <i>top case</i> .....	39
Gambar 3.2 Model 3D produk <i>top case</i> .....	40
Gambar 3.3 Model <i>sketch</i> 2D.....	41
Gambar 3.4 <i>Description</i> material moldflow insight .....	47

Gambar 3.5 <i>Recommended processing material moldflow insight</i> .....	47
Gambar 3.6 <i>Mechanical properties material moldflow insight</i> .....	48
Gambar 3.7 <i>Gate Location</i> .....	48
Gambar 3.8 Grafik <i>quality</i> .....	50
Gambar 3.9 Grafik <i>maximum cooling time</i> .....	50
Gambar 3.10 <i>Runner 1 dan runner 2</i> .....	52
Gambar 3.11 <i>Cooling baffle dan Cooling conformal</i> .....	53
Gambar 3.12 <i>Diameter Gate</i> .....	54
Gambar 3.13 <i>Input data runner</i> .....	55
Gambar 4.1 Perbandingan <i>Layout runner system 1 dan layout runner system 2</i> .....	56
Gambar 4.2 Perbandingan <i>runner system 1 dan runner system 2 dengan diameter 10 mm</i> .....	57
Gambar 4.3 Perbandingan <i>runner system 1 dan runner system 2 dengan diameter 12 mm</i> .....	58
Gambar 4.4 Hasil simulasi <i>circuit cooling baffle1</i> .....	60
Gambar 4.5 Hasil simulasi <i>circuit cooling conformal 2</i> .....	60
Gambar 4.6 Hasil simulasi <i>circuit metal temperature cooling baffle 1</i> .....	61
Gambar 4.7 Hasil simulasi <i>circuit metal temperature cooling conformal 1</i> ....	61
Gambar 4.8 Hasil simulasi <i>circuit heat removal efficiency cooling baffle 1</i> ...	62
Gambar 4.9 Hasil simulasi <i>circuit heat removal efficiency cooling conformal 2</i> .....	62
Gambar 4.10 Efek defleksi <i>cooling baffle 1</i> .....	63
Gambar 4.11 Efek defleksi <i>cooling conformal 2</i> .....	63
Gambar 4.12 Grafik <i>main effects plot</i> untuk SNR STB <i>sink mark</i> terendah ...	68
Gambar 4.13 Grafik <i>main effects plot</i> untuk SNR STB <i>shrinkage</i> terendah ...	69
Gambar 4.14 Diagram <i>sink mark</i> .....	75
Gambar 4.15 Hasil simulasi parameter optimum <i>shrinkage</i> .....	76
Gambar 4.16 Diagram <i>shrinkage</i> .....	77

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan sifat <i>morphologi polimer</i> .....	8
Tabel 2.2. Contoh sudut miring ( <i>Draft angle</i> ) .....	19
Tabel 3.1 Data produk.....	42
Tabel 3.2 Detail pada simulasi <i>mesh</i> .....	43
Tabel 3.3 Sifat <i>phisis</i> , mekanis, termal PA6 &PA66.....	45
Tabel 3.4 Sifat-sifat dan parameter proses injeksi untuk Generic PA66 GF 30 (Leona).....	46
Tabel 4.1 Data hasil perbandingan analisa <i>fill time</i> dari 4 percobaan.....	56
Tabel 4.2 Data hasil analisa perbandingan 4 jenis <i>cooling</i> .....	64
Tabel 4.3 Perhitungan faktor dan parameter dengan metode Taguchi.....	66
Tabel 4.4 Mencari nilai terendah untuk pengaruh <i>sink mark</i> .....	67
Tabel 4.5 Mencari nilai terendah untuk pengaruh <i>shrinkage</i> .....	67
Tabel 4.6 Respon tabel untuk parameter <i>sink mark</i> terendah .....	68
Tabel 4.7 Respon tabel untuk parameter <i>shrinkage</i> terendah .....	69
Tabel 4.8 <i>Analysis of Variance</i> untuk <i>sink mark</i> .....	73
Tabel 4.9 <i>Analysis of Variance</i> untuk <i>shrinkage</i> .....	73
Tabel 4.10 Level parameter proses optimum SNR .....	74
Tabel 4.11 Parameter proses optimum SNR.....	74
Tabel 4.12 Parameter proses optimum ANOVA .....	74
Tabel 4.13. Parameter proses optimum <i>shrinkage</i> .....	76