

**APLIKASI *MOLDFLOW ADVISER* PADA INDUSTRI PLASTIK MODERN
UNTUK MENDAPATKAN PARAMETER INJEKSI *MOLD* YANG
OPTIMAL**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Teknik Industri



TITO AGUNG YOGA PRATAMA

14 16 08111

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2016

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul

APLIKASI MOLDFLOW ADVISER PADA INDUSTRI PLASTIK MODERN UNTUK MENDAPATKAN PARAMETER INJEKSI MOLD YANG OPTIMAL

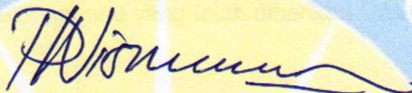
yang disusun oleh

TITO AGUNG YOGA PRATAMA

14 16 08111

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 27 Juni 2016

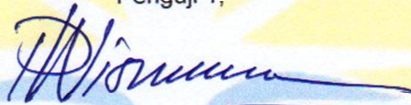
Dosen Pembimbing 1,



Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T.

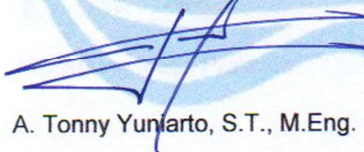
Tim Penguji :

Penguji 1,



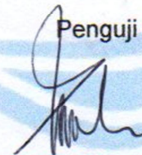
Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T.

Penguji 2,



A. Tonny Yuniarto, S.T., M.Eng.

Penguji 3,



Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc.

Yogyakarta, 27 Juni 2016

Universitas Atma Jaya Yogyakarta,

Fakultas Teknologi Industri,

Dekan,



Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc.

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tito Agung Yoga Pratama

NPM : 14 16 08111

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul “Aplikasi *Moldflow Adviser* pada Industri Plastik Modern untuk Mendapatkan Parameter Injeksi *Mold* yang Optimal” merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2015/2016 yang bersifat original dan tidak mengandung plagiasi dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan persyaratan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar – benarnya.

Yogyakarta, 27 Juni 2016

Yang menyatakan,



Tito Agung Yoga Pratama

HALAMAN PERSEMBAHAN

**“Keberhasilan dan kegagalan adalah
sebuah proses untuk mengerti apa
akan arti kehidupan.”**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan anugrah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan baik dan lancar. Laporan Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pada kesempatan ini dengan segenap kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya selama ini.
2. Bapak Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T. selaku Koordinator Program *Transfer* ATMI - Universitas Atma Jaya Yogyakarta sekaligus Dosen Pembimbing yang memberikan pengarahan dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. A. Teguh Siswantoro, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Bapak V. Aryono, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Teknik Industri Yogyakarta.
5. Ibu Alexandra Sri Supriyanti tersayang yang selalu mendukung secara moral dan material dalam menyelesaikan proses pembelajaran di Atmajaya.
6. Seluruh keluarga Bapak Soeroso Mulyodiharjo yang dengan setia mendukung untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Bapak Adi Setiawan, Bapak Catur Rudi Prakoso, Bapak Ignatius Anggoro Yulianto serta rekan-rekan dari Kudus dan Sayung yang memberi kesempatan dalam melakukan penelitian dan kemudahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Theresia Ovyliana Ratna Dewi yang tercinta dan keluarga di Karanganyar yang telah memberikan dukungan doa dan semangat untuk menyelesaikan studi ini.
9. Teman-teman angkatan ATMI - ATMA 2014/2015 yang selalu membantu dan mendukung penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman asisten lab PO dan lab PP terutama Visy, Troys, Dika dan David yang terus memberikan semangat untuk menyelesaikan kuliah.

11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu namun telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis membutuhkan kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pendidikan dan dunia industri khususnya serta bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 27 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORIGINALITAS	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI	1
BAB 1 PENDAHULUAN	2
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	6
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Dasar Teori	11
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1. Identifikasi Masalah	41
3.2. Observasi Perusahaan	41
3.3. Perumusan Masalah	42
3.4. Pengumpulan Data	42
3.5. Perencanaan Proses Eksperimen dengan Metode Taguchi	42
3.6. Pelaksanaan Eksperimen	44
3.7. Pengolahan Data dan Optimasi dengan Moldflow adviser 2015	44

3.8.	Verifikasi Data Hasil Simulasi	46
3.9.	Pembahasan dan kesimpulan	47
BAB 4	PROFIL DATA	51
4.1.	Profil Perusahaan	51
4.2.	Data Produksi Departemen injeksi Sayung	52
4.3.	Data Produk Headpiece kit R67	53
4.4.	Data Mold Base	57
4.5.	Data Mesin Injeksi Plastik	59
4.6.	Pengambilan Data Proses Eksperimen dengan metode Taguchi	60
BAB 5	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	73
5.1.	Analisis alur proses pembuatan cetakan di industry plastik modern	73
5.2.	Analisis dan Optimasi Headpiece kit dengan Moldflow Adviser	75
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	110
6.1.	Kesimpulan	110
6.2.	Saran	110
DAFTAR PUSTAKA		112
LAMPIRAN		115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Perbandingan benar dan salah	15
Gambar 2.2. Warna persentase tingkat pengisian <i>Confidence of Fill</i>	16
Gambar 2.3. Keterangan warna hasil analisis <i>Quality Prediction</i>	16
Gambar 2.4. Contoh akibat dari <i>Air Traps</i>	17
Gambar 2.5. Perbandingan arah aliran yang benar dan salah	18
Gambar 2.6. Contoh keterangan <i>Cooling Time Variance</i>	19
Gambar 2.7. Contoh keterangan analisis <i>Temperature Variance</i>	20
Gambar 2.8. Bagian Mesin <i>Injection Molding</i>	22
Gambar 2.9. Bagian Detail Plastik <i>Injection Machine</i>	23
Gambar 2.10. <i>Injection Molding Process</i>	24
Gambar 2.11. <i>Standard Mold</i>	25
Gambar 2.12. Konstruksi <i>slider</i>	26
Gambar 2.13. Contoh <i>Gate</i>	27
Gambar 2.14. Produk <i>defect (Short Shot)</i>	32
Gambar 2.15. Produk <i>Flashing</i>	33
Gambar 2.16. Produk <i>Sink-mark</i>	34
Gambar 2.17. Produk <i>Flow-mark</i> .	34
Gambar 2.18. Produk <i>Weld Line</i>	36
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian	48
Gambar 4.1. Dimensi Produk Upper – Lower Headpiece R67	55
Gambar 4.2. <i>Fishbone diagram</i> Penyebab cacat pada <i>Headpiece kit R67</i>	61
Gambar 4.3. <i>Pie – Chart mold temperature</i>	63
Gambar 4.4. <i>Pie – Chart melt temperature</i>	63
Gambar 4.5. <i>Pie – Chart Injection Pressure</i>	64
Gambar 4.6. <i>Pie – Chart Injection Time</i>	64

Gambar 4.7. <i>Pie – Chart cooling time</i>	65
Gambar 4.8. Desain Taguchi	69
Gambar 5.1. Alur pembuatan <i>mold</i> di PT.X	74
Gambar 5.2. Konsep Manufaktur plastik modern ke depan untuk PT.X	75
Gambar 5.3. Pembuatan <i>project</i> baru	76
Gambar 5.4. <i>Import model</i> baru	76
Gambar 5.5. <i>Import wizard - units</i>	77
Gambar 5.6. Pemilihan Advanced – True 3D	77
Gambar 5.7. <i>Project Panel</i>	78
Gambar 5.8. Penyesuaian model agar berada pada sumbu X-Y	78
Gambar 5.9. <i>Pemilihan design adviser</i> untuk check ketebalan produk	79
Gambar 5.10. Analisis <i>wall thickness</i>	79
Gambar 5.11. Analisis <i>Sinkmark</i>	80
Gambar 5.12. <i>Pemilihan design adviser</i> untuk check <i>draft</i>	81
Gambar 5.13. Pemilihan material	82
Gambar 5.14. Detail informasi yang dipilih dalam MFA database	83
Gambar 5.15. <i>Gating Suitabilty</i>	84
Gambar 5.16. Bentuk <i>gate</i> dan <i>runner</i> pada <i>mold headpiece kit R67</i>	84
Gambar 5.17. Penempatan lokasi injeksi pada sisi samping	85
Gambar 5.18. Pemilihan proses <i>Fill + Pack</i> dan pemilihan parameter	85
Gambar 5.19. <i>Quality prediction</i> menggunakan 3 node	86
Gambar 5.20. <i>Quality prediction</i> menggunakan 2 node	86
Gambar 5.21. Perbandingan lama waktu pengisian	87
Gambar 5.22. <i>Study task panel</i>	88
Gambar 5.23. <i>Molding window</i> dari cakupan area waktu injeksi	88
Gambar 5.24. <i>Import part</i> yang baru	89
Gambar 5.25. Penentuan <i>parting line</i>	90

Gambar 5.26. <i>Runner wizard</i>	91
Gambar 5.27. Spesifikasi <i>sprue, runner, dan gate</i>	92
Gambar 5.28. <i>Runner system</i> pada produk <i>headpiece kit R67</i>	92
Gambar 5.29. Parameter proses <i>filling</i>	93
Gambar 5.30. Hasil waktu pengisian sebelum dioptimalisasi	93
Gambar 5.31. Analisis <i>weld line</i>	94
Gambar 5.32. Perbandingan <i>packing profile</i> sebelum dioptimalisasi dan sesudah dioptimalisasi	95
Gambar 5.33. Perbandingan <i>volumetric shrinkage at ejection</i>	96
Gambar 5.34. simulasi <i>air traps</i>	97
Gambar 5.35. Kotak dialog <i>Cooling system wizard</i>	99
Gambar 5.36. Design <i>cooling circuit</i> dengan y – axis	99
Gambar 5.37. Design <i>cooling circuit</i> dengan x – axis	100
Gambar 5.38. <i>Cooling time variance result</i>	100
Gambar 5.39. A. <i>Temperature Variance</i> sb y	101
Gambar 5.40. A. Kualitas pendinginan pada model sb y	102
Gambar 5.41. A. <i>Circuit coolant temperature result</i> sb y	103
Gambar 5.42. Simulasi <i>warpage all effects headpiece kit R67</i>	104
Gambar 5.43. Analisis menggunakan 3 gate	104
Gambar 5.44. Gambar mesin injeksi <i>molding woojin 380 T</i>	105
Gambar 5.45. Produk <i>headpiece kit R67</i> hasil proses injeksi plastik	107
Gambar 5.46. <i>Cycle time breakdown</i>	109

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	9
Tabel 2.2. <i>Orthogonal array</i> standard dari Taguchi	40
Tabel 4.1. Data cacat produk baru saat <i>trial mold</i>	53
Tabel 4.2. Spesifikasi Produk Headpiece kit R67	54
Tabel 4.3. Produk Headpiece kit R67	54
Tabel 4.4. Parameter Material ABS LG (HI Black)	56
Tabel 4.5. Parameter injeksi hasil trial di <i>Mold maker</i> Hisence (2015)	56
Tabel 4.6. Daftar <i>defect product</i> saat trial	57
Tabel 4.7. Dimensi untuk desain <i>mold base</i>	58
Tabel 4.8. Spesifikasi <i>Mold Headpiece kit R67</i>	58
Tabel 4.9. Data mesin injeksi plastik	59
Tabel 4.10. Faktor terkendali dalam eksperimen	62
Tabel 4.11. Parameter faktor dan level faktor	65
Tabel 4.12. Waktu pendinginan pada material plastic	68
Tabel 4.13. Orthogonal array $L_{27}3^5$ dalam penelitian	70
Tabel 4.14. Hasil simulasi <i>moldflow</i> awal	71

INTISARI

Penggunaan material plastik telah banyak digunakan di industri manufaktur. Besarnya cacat produk hasil injeksi yang berkisar 10%-30% menjadi permasalahan serius untuk segera diatasi bagi industri *mold* terutama yang masih menggunakan pola konvensional saat proses desain dan manufaktur plastik. Meskipun industri ini sudah memanfaatkan teknologi *CAD, CAM* dan *High Speed Machining (CNC)*, namun tetap saja cacat produk yang dihasilkan selalu tinggi. Hal ini juga dialami oleh salah satu perusahaan elektronika terbesar di Provinsi Jawa Tengah Indonesia dalam membuat *mold headpiece kit R67*. Permasalahan yang muncul pada industri ini adalah lamanya waktu saat trial di *mold maker* yang berkisar antara empat sampai lima kali trial *shoot* di mesin injeksi serta modifikasi *mold* yang diakibatkan karena adanya kesalahan dalam mendesain konstruksi *mold*.

Headpiece kit R67 merupakan bagian dari pintu kulkas (*refrigerator*). Produk yang berbahan dasar *ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)* ini mengalami cacat dikarenakan konsep konvensional desain dan manufaktur injeksi *molding* serta belum standarnya proses setting parameter pada injeksi *molding*.

Paradigma baru yang akan dikenalkan dalam *paper* ini adalah memanfaatkan aplikasi *Computer Aided Engineering (CAE)* untuk menanggulangi cacat produk sehingga dapat memperkecil produk dengan kualitas yang tidak baik di mesin injeksi. *Mold Flow Adviser (MFA)* digunakan untuk mendapatkan parameter injeksi yang tepat sehingga produk yang dihasilkan sesuai spesifikasi pelanggan.

Hasil analisis *MFA* pada produk *Headpiece kit R67* dalam tulisan ini berhasil mendapatkan acuan injeksi parameter yang tepat dengan spesifikasi : kesejajaran 1.5 mm melengkung ke dalam, solusi untuk mencegah *warp*, tidak *sink*, simulasi perbandingan pengurangan jumlah *gate* antara desain *mold* menggunakan tiga *gate* dengan dua *gate*. Hasil verifikasi analisis produk trial berbasis *CAE* di industri elektronika ini mampu mengurangi besarnya cacat produk sebesar 10%.

Keywords: *Headpiece kit R67, Computer-Aided Engineering, Injection Molding, Moldflow Adviser, Warp, Sink*.