

PERNYATAAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Saya yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : Andika Dwi Setiawan

NIM : 20140130186

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul "Optimasi Desain *Runner System* dan *Cooling System* serta Parameter Proses untuk Meminimalkan Cacat *Stnk Mark* dan *Short Shot* pada Produk *T-DOST*" adalah benar - benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keansahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, 7 Desember 2018

Yang menyatakan,



METERAI
TEMPEL
6000
RUPIAH

(Andika Dwi Setiawan)

NIM. 20140130186

MOTTO

“Puncak kearifan tertinggi dari seseorang adalah ketika
bisa merendahkan dirinya sendiri”

(Cak Nun)

PERSEMBAHAN



Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. **Bapak dan Ibuku.** Terimakasih atas didikan, kasih sayang, kesabaran, kepercayaan dan dukunganmu selama ini, sehingga aku mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Di masa depan kelak aku akan membuatmu bangga dengan karya - karyaku.
2. **Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc. dan Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.** Selaku dosen pembimbing, terimakasih atas bimbingan bapak sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini sampai selesai, semoga ilmu yang sudah diberikan bermanfaat.
3. **Dr. Bambang Riyanta, S.T., M.T.** Selaku dosen penguji Tugas Akhir, terimakasih telah memberikan evaluasi, koreksi, dan saran yang membangun.
4. **Bayu Anindita.** Sebagai tim seperjuangan perancangan injection molding, terimakasih atas kerjasamanya.
5. **Andy P, Bayu A, Gading D.P, Jamirul H, Purwa Yudha, Anggritya A, Tri Yuliyanto,** Terimakasih teruntuk sahabat-sahabat kontrakan KRIK yang telah memberikan motivasi, perhatian, dan kebersamaanya selama ini.
6. **Teman-teman Teknik Mesin UMY angkatan 2014 dan semua angkatan yang selalu memberi dukungan satu sama lain “M Forever”.**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu

Puji serta syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“OPTIMASI DESAIN *RUNNER SYSTEM* DAN *COOLING SYSTEM* SERTA PARAMETER PROSES UNTUK MEMINIMALKAN CACAT *SINK MARK* DAN *SHORT SHOT* PADA PRODUK *T-DOST*”**. Pada tugas akhir ini menjelaskan proses optimasi desain *runner* dan *cooling system* serta parameter proses pada produk *top T-DOST* yang di produksi UD. RAFI yang berlokasi di Ponorogo, dimana pada produk tersebut terdapat cacat *short shot* akibat penentuan desain *cooling system* dan parameter proses *injection* yang kurang optimal.

Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa maupun bagi masyarakat. Penulis juga menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kata sempurna sehingga penulis membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak guna memperbaiki skripsi ini maupun dari mesin yang kami rancang, agar kedepan menjadi lebih baik dan bermanfaat untuk masyarakat luas.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu

Yogyakarta, 7 Desember 2018

Andika Dwi Setiawan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	
HALAMAN PERNYATAAN	i
MOTTO	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
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 DASAR TEORI	4
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Dasar Teori.....	7
2.2.1. <i>Polypropylene (PP)</i>	7
2.2.2. <i>Injection Molding</i>	10
2.2.3. Parameter Proses.....	12
2.2.4. <i>Short Shot</i>	13
2.2.5. <i>Sink Mark</i>	14
2.2.6. <i>Runner System</i>	14
2.2.7. <i>Gate</i>	18

2.2.8. <i>Cooling System</i>	22
2.2.9. <i>Software Moldflow Plastic Insight</i>	25
2.2.10. <i>Analisa Moldflow</i>	25
2.2.11. <i>Software Minitab</i>	27
2.2.12. <i>Design Of Experiment</i>	27
2.2.13. Eksperimen Konfirmasi	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1. Mengidentifikasi Masalah.....	33
3.2. Bahan Perancangan	34
3.3. Alat Perancangan	35
3.4. Diagram Alir Perancangan.....	36
3.5. Gambar Produk 2D dan 3D	38
3.6. Identifikasi Produk.....	38
3.7. Perhitungan Desain	39
3.8. Input Perhitungan ke Dalam <i>Moldflow</i>	40
3.9. Penentuan Nilai Faktor dan Level Parameter Proses	40
3.10. Analisa DOE	40
3.11. Analisa S/N Ratio.....	41
3.12. Analisa ANOVA	42
3.13. Eksperimen Konfirmasi	42
BAB IV PEMBAHASAN.....	43
4.1. Hasil Identifikasi Produk	43
4.2. Gambar Model 3D dan Model 2D Produk.....	43
4.3. <i>Input Data Hasil Perhitungan Gate, Runner dan Cooling ke Moldflow</i>	44
4.4. <i>Runner System</i>	46
4.5. <i>Cooling System</i>	48
4.6. <i>Analisa Gate Location</i>	50
4.7. Hasil Analisa <i>Molding Window</i>	50
4.8. Hasil Analisa Perbandingan <i>Layout Runner System</i>	52
4.8.1. <i>Fill Time</i>	53
4.8.2. <i>Cavity Weight</i>	54

4.9.	Hasil Analisa Perbandingan <i>Layout Cooling System</i>	55
4.9.1.	<i>Circuit Coolant Temperature</i>	55
4.9.2.	<i>Circuit Metal Temperature</i>	57
4.9.3.	<i>Circuit Heat Removal Efficiency</i>	58
4.9.4.	<i>Deflection, All Effects: Deflection</i>	60
4.9.5.	<i>Sink Mark</i>	61
4.9.6.	<i>Short Shot</i>	63
4.10.	Hasil Perbandingan <i>Layout Runner System</i> dan <i>Cooling System</i>	64
4.11.	Penentuan Nilai <i>Factor</i> dan <i>Level</i> Parameter Proses.....	65
4.12.	<i>Design Of Experiment</i> (DOE) dengan Metode Taguchi.....	66
4.13.	Hasil Percobaan Simulasi <i>Moldflow</i>	67
4.14.	Analisa S/N Ratio	72
4.15.	<i>Analysis Of Variance</i> (ANOVA).....	78
4.16.	Analisis Parameter Optimum.....	86
4.17.	Eksperimen Konfirmasi.....	90
BAB V PENUTUP.....		91
5.1.	Kesimpulan.....	91
5.2.	Saran	92
DAFTAR PUSTAKA		93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Reaksi sintesa PP.....	7
Gambar 2.2. Mesin <i>Injection molding</i>	11
Gambar 2.3. <i>Runner System</i>	15
Gambar 2.4. Tipe <i>runner</i>	17
Gambar 2.5. Bentuk Penampang <i>Runner</i>	17
Gambar 2.6. Contoh Letak Posisi <i>Gate</i>	19
Gambar 2.7. <i>Flow Path</i>	19
Gambar 2.8. <i>Sprue gate</i>	20
Gambar 2.9. <i>Tab gate</i>	20
Gambar 2.10. <i>Fan gate</i>	21
Gambar 2.11. <i>Pin gate</i>	21
Gambar 2.12. Sub <i>gate</i>	22
Gambar 2.13. Siklus Waktu Pendinginan Produk.....	22
Gambar 2.14. Penempatan <i>cooling system</i> efisien	23
Gambar 2.15. <i>Cooling Seri</i>	23
Gambar 2.16. Saluran <i>Cooling</i> Paralel.....	24
Gambar 2.17. <i>Baffle</i> dan <i>bubbler</i>	25
Gambar 3.1. Sampel Produk T-DOST Tampak Samping.....	34
Gambar 3.2. Sampel Produk T-DOST Tampak Bawah.....	34
Gambar 3.3. Jangka sorong (<i>vernier caliper</i>)	35
Gambar 3.4. Diagram Alir	36
Gambar 3.5. Produk T-DOST 3D	38
Gambar 3.6. Produk T-DOST 2D	38
Gambar 3.7 Mesin Injeksi Manual.....	38
Gambar 4.1. Model 3D produk top T dost.....	44
Gambar 4.2. Model 2D produk top T dost.....	44
Gambar 4.3. <i>Input diameter gate</i>	45

Gambar 4.4. <i>Input diameter runner</i>	45
Gambar 4.5. <i>Input diameter cooling</i>	46
Gambar 4.6. <i>Layout runner 1</i>	47
Gambar 4.7. <i>Layout runner 2</i>	47
Gambar 4.8. <i>Layout cooling 1</i>	48
Gambar 4.9. <i>Layout cooling 2</i>	49
Gambar 4.10. <i>Layout cooling 3</i>	49
Gambar 4.11. <i>Gate location</i>	50
Gambar 4.12. <i>Grafik quality</i>	51
Gambar 4.13. <i>Grafik zone molding window</i>	52
Gambar 4.14. Hasil analisa <i>fill time runner 1</i>	53
Gambar 4.15. Hasil analisa <i>fill time runner 2</i>	53
Gambar 4.16. Hasil analisa <i>circuit coolant temperature type 1</i>	55
Gambar 4.17. Hasil analisa <i>circuit coolant temperature type 2</i>	56
Gambar 4.18. Hasil analisa <i>circuit coolant temperature type 3</i>	56
Gambar 4.19. Hasil analisa <i>circuit metal temperature type 1</i>	57
Gambar 4.20. Hasil analisa <i>circuit metal temperature type 2</i>	57
Gambar 4.21. Hasil analisa <i>circuit metal temperature type 3</i>	58
Gambar 4.22. Hasil analisa <i>circuit heat removal efficiency type 1</i>	58
Gambar 4.23. Hasil analisa <i>circuit heat removal efficiency type 2</i>	59
Gambar 4.24. Hasil analisa <i>circuit heat removal efficiency type 3</i>	59
Gambar 4.25. Hasil analisa <i>deflection, all effection type 1</i>	60
Gambar 4.26. Hasil analisa <i>deflection, all effection type 2</i>	60
Gambar 4.27. Hasil analisa <i>deflection, all effection type 3</i>	61
Gambar 4.28. Hasil analisa <i>sink mark index type 1</i>	61
Gambar 4.29. Hasil analisa <i>sink mark index type 2</i>	62
Gambar 4.30. Hasil analisa <i>sink mark index type 3</i>	62
Gambar 4.31. Desain <i>runner dan cooling</i> rekomendasi.....	65
Gambar 4.32. <i>Sink mark initial condition</i>	68

Gambar 4.33. <i>Cavity weight initial condition</i>	68
Gambar 4.34. <i>Main plot effect S/N Ratio optimasi sink mark</i>	74
Gambar 4.35. <i>Main plot effect S/N Ratio optimasi short shot</i>	77
Gambar 4.36. Hasil simulasi parameter optimum optimasi <i>short shot</i>	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat-sifat PP	9
Tabel 2.2 Nilai rasio <i>flow path</i>	16
Tabel 3.1 Spesifikasi PC Dell	35
Tabel 3.2. Data produk.....	39
Tabel 3.3. Setting faktor dan level parameter proses optimasi	39
Tabel 3.4. Percobaan dan faktor dengan metode taguchi.....	41
Tabel 4.1. Sampel produk	43
Tabel 4.2. Hasil analisa <i>cavity weight</i>	54
Tabel 4.3. Data hasil analisa <i>fill time</i> dan <i>cavity weight</i>	54
Tabel 4.4. Analisa <i>cavity weight</i>	63
Tabel 4.5. Hasil analisa perbandingan <i>cooling system</i>	64
Tabel 4.6. Rekomendasi proses parameter <i>moldflow</i>	65
Tabel 4.7. <i>Setting</i> faktor dan level parameter proses optimasi	66
Tabel 4.8. Data percobaan dan faktor metode taguchi optimasi.....	67
Tabel 4.9. Hasil simulasi optimasi <i>sink mark</i>	69
Tabel 4.10. Hasil simulasi optimasi <i>short shot</i>	70
Tabel 4.11. Nilai S/N Ratio optimasi <i>sink mark</i>	73
Tabel 4.12. Respon S/N Ratio optimasi <i>sink mark</i>	74
Tabel 4.13. Nilai S/N Ratio optimasi <i>short shot</i>	76
Tabel 4.14. Respon S/N Ratio optimasi <i>short shot</i>	77
Tabel 4.15. Presentase kontribusi parameter untuk optimasi <i>sink mark</i>	82
Tabel 4.16. Presentase kontribusi parameter untuk optimasi <i>short shot</i>	86
Tabel 4.17. Kombinasi parameter proses optimum S/N Ratio <i>sink mark</i>	87
Tabel 4.18. Kombinasi parameter proses optimum S/N Ratio <i>short shot</i>	87
Tabel 4.19. Rangking parameter proses optimum S/N Ratio	87
Tabel 4.20. Rangking parameter proses optimum ANOVA	87

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN

1. Perhitungan diameter *gate*
2. Perhitungan diameter *runner*
3. Perhitungan diameter *cooling*
4. Tabel *holding and cooling values*
5. Perhitungan *clamping force*
6. F tabel-0,01

INTISARI

Optimasi merupakan sebuah proses untuk mencapai hasil yang ideal pada suatu produk. Pada industri plastik yang menggunakan mesin *injection molding* banyak ditemukan kegagalan produk dikarenakan desain cetakan dan parameter proses. Cacat produk seperti *sink mark* dan *short shot* pada produk *T-DOST* dikarenakan kurang optimalnya desain cetakan seperti *cooling system* dan *runner system*. Penelitian optimasi desain *runner system* dan *cooling system* serta parameter proses bertujuan agar dapat meminimalkan cacat *sink mark* dan *short shot* pada produk.

Penelitian ini mengambil data-data produk yang sesuai dilapangan untuk dioptimasi, kemudian mendesain variasi *layout runner system* dan *cooling system* yang hasil desain akan disimulasikan pada *software autodesk insight 2016*. Hasil desain terbaik dari simulasi *moldflow* selanjutnya akan digunakan untuk menganalisa parameter proses optimum menggunakan metode *taguchi*. Parameter proses optimum untuk optimasi *sink mark* dan *short shot* akan digunakan untuk eksperimen konfirmasi untuk mengetahui parameter proses optimum benar-benar dapat mereduksi *sink mark* dan *short shot* pada produk *T-DOST*.

Hasil optimasi desain *runner system* dan *cooling system* serta parameter proses terbukti dapat meminimalkan terjadinya cacat *sink mark* dan *short shot* pada produk *T-DOST* dengan desain *runner system* dan *cooling system* terbaik adalah *runner type 1* dan *cooling type 3*. Parameter proses optimum digunakan untuk mereduksi *sink mark* pada hasil optimasi percobaan ke-16 yaitu dengan parameter proses *Injection Pressure* 175 MPa, *Melt Temperature* 285°C, *Mold Temperature* 40°C, *Injection Time* 3 detik. Hasil optimasi pada penelitian ini untuk respon *sink mark* sebesar 2,586 % dan *short shot* sebesar 10,37 gram terbukti lebih baik dari *initial condition* yaitu *sink mark* sebesar 4,778 % dan *short shot* 9,252 gram.

Kata kunci : Optimasi, Sink Mark, Short Shot, Runner, Cooling, Moldflow

ABSTRACT

Optimization is a process to achieve ideal results on a product. In the plastics industry that uses injection molding machines there are many product failures due to mold design and process parameters. Product defects such as sink mark and short shot on T-DOST products are due to less than optimal mold design such as cooling systems and runner systems. With research optimizing the design of runner system and cooling system and process parameters aims to minimize sink mark defects and short shots on the product.

The research took a product data matches up on the field to be optimized, then designing variations of the runner system and cooling system, the design results will be simulated in Software Autodesk Insight 2016. The best design results from the MoldFlow simulation will be used to analyze the optimum process parameters using Taguchi's method. The optimum process parameters for sink mark optimization and short shot will be used for confirmation experiments to find out the optimum process parameters can actually reduce sink mark and short shot on T-DOST products.

The results of the optimization of runner system and cooling system design and process parameters have been shown to minimize the occurrence of sink mark defects and short shots on T-DOST products with the best runner system and cooling system design type 1 and cooling type 3. The optimum process parameter was used to reduce sink mark on the 16th experiment optimization results, namely the parameter of 175 MPa Injection Pressure process, Melt Temperature 285°C, Mold Temperature 40°C, Injection Time 3 seconds. The results of the optimization in this study was used for the response of sink mark of 2.586% and short shot of 10.37 grams proved to be better than the initial condition, namely sink mark of 4.778% and short shot of 9.252 grams.

Keywords: Optimization, Sink Mark , Short Shot, Runner, Cooling, Moldflow