



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Optimasi Desain *Runner System* dan *Cooling System* Produk *Top T-Dost* Untuk
Mengurangi Cacat *Short Shot* dan *Shrinkage* dengan Pendekatan DOE Metode
Taguchi**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Bayu Anindita
20140130191

Telah dipertahankan di Depan Tim Penguji
Pada Tanggal 03 November 2018

Pembimbing Utama

Cahyo Budiartoro, S.T., M.Sc.
NIK. 19711023 201507 123083

Pembimbing Pendamping

Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 19700301 199509 123022

Penguji

Dr. Bambang Riyanta, S.T., M.T.
NIK. 19710124 199603 123025

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal, 17 November 2018

Mengetahui,
Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY



Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIK. 19740302 200104 12304

PERNYATAAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Saya yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : Bayu Anindita

NIM : 20140130191

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: Optimasi Desain Runner System Dan Cooling System Produk Top T-Dost Untuk Mengurangi Cacat Short Shot Dan Shrinkage Dengan Pendekatan Doe Metode Taguchi.

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 keasahan 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, 3 November 2018

Yang menyatakan,



(Bayu Anindita)

MOTTO

“Ijazah tanda seorang pernah bersekolah, bukan
berfikir ”

(Rocky Gerung)

PERSEMBAHAN



Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. **Bapak dan Ibu.** 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. **Andika Setiawan.** Sebagai tim seperjuangan perancangan injection molding, terimakasih atas kerjasamanya.
5. **Andy P, Andika S, Gading D. P, Jamirul H, Purwa Yudha, Afrisna M,** 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 Wa rahmatullahi 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 PRODUK TOP T DOST UNTUK MENGURANGI CACAT SHORT SHOT DAN SHRINKAGE DENGAN PENDEKATAN DOE METODE TAGUCHI”**. Pada tugas akhir ini menjelaskan proses optimasi desain *runner* dan *cooling system* pada produk *top T dost* yang di produksi UD. RAFI yang berlokasi di Ponorogo, dimana pada produk tersebut terdapat cacat *short shot* akibat pemilihan 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.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatu.

Yogyakarta, 3 November 2018

Bayu Anindita

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar Teori.....	7
2.2.1. <i>Polypropylene (PP)</i>	7
2.2.2. <i>Injection Molding</i>	10
2.2.3. <i>Short Shot</i>	14
2.2.4. <i>Shrinkage</i>	15
2.2.5. <i>Desain Untuk Injeksi Molding</i>	15
2.2.6. <i>Runner System</i>	15
2.2.7. <i>Gate</i>	17

2.2.8. <i>Cooling System</i>	22
2.2.9. <i>Software Minitab</i>	25
2.2.10. <i>Software Moldflow Plastic Insight</i>	25
2.2.11. Tahap Simulasi <i>Moldflow Plastic Insight</i>	26
2.2.12. <i>Analisa Moldflow</i>	30
2.2.13. <i>Design Of Experiment</i>	31
2.2.14. Eksperimen Konfirmasi	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	36
3.1. Diagram Alir Perancangan.....	36
3.2. Mengidentifikasi Produk.....	38
3.3. Bahan Penelitian	38
3.4. Alat Penelitian.....	39
3.5. Gambar Produk 2D dan 3D	40
3.6. Perhitungan Desain	40
3.7. Input Perhitungan ke Dalam <i>Moldflow</i>	40
3.8. Penentuan Nilai Faktor dan Level Parameter Proses	41
3.9. Analisa DOE	41
3.10. Analisa S/N Ratio.....	41
3.11. Analisa ANOVA	41
3.12. Eksperimen Konfirmasi	41
BAB IV PEMBAHASAN	42
4.1. Pembahasan Hasil Identifikasi Produk	42
4.2. Gambar Produk	43
4.3. Lokasi <i>Gate</i>	44
4.4. <i>Input Data</i> Hasil Perhitungan <i>Gate</i> , <i>Runner</i> dan <i>Cooling</i> ke <i>Moldflow</i>	44
4.5. <i>Runner System</i>	46
4.6. <i>Cooling System</i>	47
4.7. Hasil Analisa <i>Gate Location</i>	49
4.8. Hasil Analisa <i>Molding Window</i>	50
4.9. Hasil Analisa Perbandingan <i>Layout Runner System</i>	52
4.9.1. <i>Fill Time</i>	52

4.9.2. <i>Cavity Weight</i>	53
4.10. Hasil Analisa Perbandingan <i>Layout Cooling System</i>	55
4.10.1. <i>Circuit Coolant Temperature</i>	55
4.10.2. <i>Circuit Metal Temperature</i>	57
4.10.3. <i>Time To Reach Ejection Temperature, Part</i>	58
4.10.4. <i>Circuit Heat Removal Efficiency</i>	59
4.10.5. <i>Deflection, All Effects: Deflection</i>	61
4.10.6. <i>Cavity Weight</i>	62
4.10.7. <i>Volumetric Shrinkage</i>	63
4.11. Hasil Perbandingan <i>Layout Runner System dan Cooling System</i>	65
4.12. Penentuan Nilai <i>Factor</i> dan <i>Level</i> Parameter Proses	66
4.13. <i>Design Of Experiment</i> (DOE) Metode Taguchi	67
4.14. Hasil Percobaan Simulasi <i>Moldflow</i>	69
4.15. Analisa S/N Ratio	74
4.16. <i>Analysis Of Variance</i> (ANOVA)	80
4.17. Analisis Parameter Optimum	89
4.18. Eksperimen Konfirmasi	92
BAB V PENUTUP	96
5.1. Kesimpulan.....	96
5.2. Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Reaksi sintesa PP.....	8
Gambar 2.2. <i>Injection molding</i>	11
Gambar 2.3. Bagian utama <i>mold unit</i>	14
Gambar 2.4. Tipe <i>runner</i>	16
Gambar 2.5. Letak posisi <i>gate</i>	18
Gambar 2.6. <i>Sprue gate</i>	19
Gambar 2.7. <i>Tab gate</i>	19
Gambar 2.8. <i>Fan gate</i>	20
Gambar 2.9. <i>Pin gate</i>	20
Gambar 2.10. <i>Sub gate</i>	21
Gambar 2.11. Nilai rasio <i>flow path</i>	22
Gambar 2.12. Penempatan <i>cooling system</i> efisien	22
Gambar 2.13. Jarak <i>cooling</i> dengan produk.....	23
Gambar 2.14. Saluran pendingin parallel.....	23
Gambar 2.15. Saluran pendingin seri	24
Gambar 2.16. <i>Baffle</i> dan <i>bubbler</i>	25
Gambar 2.17. Jenis elemen <i>mesh</i>	27
Gambar 2.18. <i>Type meshing</i>	28
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	37
Gambar 3.2. Sampel produk cacat top T dost	38
Gambar 3.3. Jangka sorong (<i>vernier caliper</i>)	39
Gambar 3.3. Kalkulator	40
Gambar 4.1. Gambar 3D produk top T dost.....	43
Gambar 4.2. Gambar 2D produk top T dost.....	43
Gambar 4.3. Lokasi <i>gate</i>	44
Gambar 4.4. <i>Input diameter gate</i>	45
Gambar 4.5. <i>Input diameter runner</i>	45

Gambar 4.6. <i>Input diameter cooling</i>	46
Gambar 4.7. <i>Layout runner 1</i>	46
Gambar 4.8. <i>Layout runner 2</i>	47
Gambar 4.9. <i>Layout cooling 1</i>	47
Gambar 4.10. <i>Layout cooling 2</i>	48
Gambar 4.11. <i>Layout cooling 3</i>	48
Gambar 4.12. <i>Gate location</i>	49
Gambar 4.13. <i>Grafik quality</i>	50
Gambar 4.14. <i>Grafik zone molding window</i>	51
Gambar 4.15. <i>Perbandingan fill time runner 1 dan runner 2</i>	52
Gambar 4.16. <i>Perbandingan cavity weight runner 1 dan runner 2</i>	53
Gambar 4.17. <i>Circuit coolant temperature type 1</i>	55
Gambar 4.18. <i>Circuit coolant temperature type 2</i>	56
Gambar 4.19. <i>Circuit coolant temperature type 3</i>	56
Gambar 4.20. <i>Circuit metal temperature type 1</i>	57
Gambar 4.21. <i>Circuit metal temperature type 2</i>	57
Gambar 4.22. <i>Circuit metal temperature type 3</i>	58
Gambar 4.23. <i>Time to reach ejection temperature, part type 1</i>	58
Gambar 4.24. <i>Time to reach ejection temperature, part type 2</i>	59
Gambar 4.25. <i>Time to reach ejection temperature, part type 3</i>	59
Gambar 4.26. <i>Circuit heat removal efficiency type 1</i>	60
Gambar 4.27. <i>Circuit heat removal efficiency type 2</i>	60
Gambar 4.28. <i>Circuit heat removal efficiency type 3</i>	60
Gambar 4.29. <i>Deflection, all effection type 1</i>	61
Gambar 4.30. <i>Deflection, all effection type 2</i>	61
Gambar 4.31. <i>Deflection, all effection type 3</i>	62
Gambar 4.32. <i>Cavity weight type 1</i>	62
Gambar 4.33. <i>Cavity weight type 2</i>	63
Gambar 4.34. <i>Cavity weight type 3</i>	63

Gambar 4.35. <i>Volumetric shrinkage type 1</i>	64
Gambar 4.36. <i>Volumetric shrinkage type 2</i>	64
Gambar 4.37. <i>Volumetric shrinkage type 3</i>	64
Gambar 4.38. <i>Volumetric shrinkage initial condition</i>	70
Gambar 4.39. <i>Cavity weight initial condition</i>	70
Gambar 4.40. <i>Main plot effect S/N Ratio optimasi shrinkage</i>	76
Gambar 4.41. <i>Main plot effect S/N Ratio optimasi short shot</i>	79
Gambar 4.42. Hasil kombinasi parameter proses optimum <i>shrinkage</i>	93
Gambar 4.43. Hasil kombinasi parameter proses optimum <i>short shot</i>	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat-sifat PP	9
Tabel 3.1 Spesifikasi TOSHIBA L840	39
Tabel 4.1. Data produk.....	42
Tabel 4.2. Data hasil analisa <i>fill time</i> dan <i>cavity weight</i>	54
Tabel 4.3. Hasil nilai perbandingan <i>cooling</i>	65
Tabel 4.4. Rekomendasi proses parameter <i>moldflow</i>	66
Tabel 4.5. <i>Setting</i> faktor dan level parameter proses optimasi <i>shrinkage</i>	67
Tabel 4.6. <i>Setting</i> faktor dan level parameter proses optimasi <i>short shot</i>	67
Tabel 4.7. Data percobaan dan faktor metode taguchi optimasi <i>shrinkage</i>	68
Tabel 4.8. Data percobaan dan faktor metode taguchi optimasi <i>short shot</i>	69
Tabel 4.9. Hasil simulasi optimasi <i>shrinkage</i>	71
Tabel 4.10. Hasil simulasi optimasi <i>short shot</i>	72
Tabel 4.11. Nilai S/N Ratio optimasi <i>shrinkage</i>	75
Tabel 4.12. Respon S/N Ratio optimasi <i>shrinkage</i>	75
Tabel 4.13. Nilai S/N Ratio optimasi <i>short shot</i>	78
Tabel 4.14. Respon S/N Ratio optimasi <i>short shot</i>	78
Tabel 4.15. Presentase kontribusi parameter untuk optimasi <i>shrinkage</i>	84
Tabel 4.16. Presentase kontribusi parameter untuk optimasi <i>short shot</i>	88
Tabel 4.17. Kombinasi parameter proses optimum S/N Ratio <i>shrinkage</i>	89
Tabel 4.18. Kombinasi parameter proses optimum S/N Ratio <i>short shot</i>	89
Tabel 4.19. Respon parameter proses optimum S/N Ratio	89
Tabel 4.20. Respon parameter proses optimum ANOVA	90

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN

1. Perhitungan diameter *gate*
2. Perhitungan diameter *runner*
3. Perhitungan diameter *cooling*
4. Tabel *holding and cooling values*

INTISARI

Optimasi sebuah desain cetakan merupakan proses untuk mendapatkan hasil yang ideal dari suatu produk. Sering terjadi kegagalan produk yang dialami para industri plastik akibat cacat *short shot* dan *shrinkage* yang menyebabkan biaya produksi meningkat. Kedua cacat tersebut terjadi akibat proses pendinginan yang kurang optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendesain *cooling system* dan *runner system* optimal pada produk instalasi listrik *top T dost*.

Software Autodesk Moldflow Insight 2016 digunakan untuk mensimulasikan desain *cooling* dan *runner system* untuk memprediksi respon *short shot* dan *shrinkage* dan mengoptimalkan kualitas produk. Proses pertama yaitu dengan mendesain beberapa *layout cooling* dan *runner system*, kemudian mensimulasikan desain tersebut ke dalam Moldflow untuk mengetahui desain terbaik dalam mereduksi cacat. Proses kedua adalah menganalisa parameter proses optimal menggunakan metode analisis S/N Ratio dan ANOVA. Proses terakhir adalah dengan melakukan eksperimen konfirmasi untuk mengetahui parameter proses yang dinyatakan optimal oleh analisa S/N Ratio benar-benar bisa mereduksi *short shot* dan *shrinkage* pada produk *top T dost*.

Optimasi desain *cooling system* dan *runner system* menggunakan metode Taguchi terbukti bisa meminimalisir terjadinya *short shot* dan *shrinkage* pada produk *top T dost* dengan menggunakan parameter proses *injection pressure* 100 MPa, *mold temperature* 30 °C, *melt temperature* 200 °C, *injection time* 0,6 detik pada respon *shrinkage* menjadi 11,13 % . Sedangkan parameter proses optimal untuk mereduksi *short shot* adalah *injection pressure* 100 MPa, *mold temperature* 60 °C, *melt temperature* 200 °C, *holding time* 4 detik menghasilkan nilai *cavity weight* 3,519 gram, hasil optimasi ini lebih baik dari *initial condition*.

Kata kunci : *Short Shot, Shrinkage, Cooling, Runner, Moldflow Insight*

ABSTRACT

Optimization of a mold design is a process to get the ideal results from a product. Product failures often occur in the plastic industry due to short shot and shrinkage defects that cause production costs to increase. Both defects occur due to the less than optimal cooling process. The purpose of this study is to design an optimal cooling system and runner system for top T dost electrical installation products.

The 2016 Autodesk Moldflow Insight software is used to simulate the cooling and runner system design to predict short shot and shrinkage responses and optimize product quality. The first process is to design several cooling layouts and runner systems, then simulate the design into Moldflow to find out the best design in reducing defects. The second process is analyzing optimal process parameters using the S / N Ratio and ANOVA analysis methods. The last process is to conduct a confirmation experiment to find out the process parameters that are stated to be optimal by the S / N Ratio analysis which can actually reduce short shot and shrinkage on top T dost products.

Optimization of the cooling system design and runner system using the Taguchi method proved to be able to minimize the occurrence of short shot and shrinkage on top T dost products using injection pressure 100 MPa process parameters, mold temperature 30 °C, melt temperature 200 200C, injection time 0.6 seconds in the shrinkage response to 11.13%. While the optimal process parameters for reducing short shot are injection pressure 100 MPa, mold temperature 60 °C, melt temperature 200 °C, holding time 4 seconds produces a cavity weight value of 3.519 grams, the optimization results are better than initial condition.

Keywords: *Short Shot, Shrinkage, Cooling, Runner, Moldflow Insight*