

## PERNYATAAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Saya yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : Lutfi Khoirul Miftakhul Ni'am

NIM : 20130130090

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: **Desain dan Optimasi *Injection Mold* Sistem Slider pada Produk *Preform Stick T15*** 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, 31 Juli 2017

Yang menyatakan,

(Lutfi Khoirul Miftakhul Ni'am)  
NIM. 20130130090

## MOTTO

“Bermimpilah seakan - akan hidup selamanya,  
hiduplah seakan - akan mati hari ini”

(Lutfi)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib  
suatu kaum hingga mereka mengubah diri  
mereka sendiri”

(Terjemahan Q.S Ar-Ra'd ayat 11)

“Jangan pernah putus asa untuk menghadapi  
suatu masalah ya lut, kerja keras terus lut”

(Bapak)

“Berdoa terus yo le, nyuwun karo gusti Alloh  
mesti diwenehi kelancaran lan diparingi  
kesuksesan yo le”

(Ibu)

## PERSEMBAHAN



Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. **Bapak dan Ibuku tercinta, Tolkah dan Juyati.** 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. **Sugeng Taufik Firdaus,** terimakasih kakakku yang selalu memberikan motivasi untuk jangan pernah menyerah dan terus berjuang untuk meraih cita-cita. Semoga selalu diberi rizki yang halal dan umur yang panjang agar selalu memberikan kebahagiaan kepada orang tua.
3. **Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc. dan Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng.** Selaku dosen pembimbing, terimakasih atas bimbingan bapak sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini sampai selesai, semoga ilmu yang sudah diberikan bermanfaat.
4. **Totok Suwanda, S.T., M.T.** Selaku dosen penguji Tugas Akhir, terimakasih telah memberikan evaluasi, koreksi, dan saran yang membangun.
5. **Muhammad Firdaus Hidayat, dan Ali Khaerul Mufidz.** Sebagai tim seperjuangan perancangan injection molding, terimakasih atas kerjasamanya.
6. **Jiwangga Nur Hikam, Arizona Aditya S, Geger Pangayoman, Wisnu K, Danang Sony M, Lukman Hakim, Ade Tyas S, Wahyu Jatmiko, Nila Dara Mustika, Andika Kurnia Agata, Nugraheni S, Novi Endah H.** Terimakasih teruntuk sahabat-sahabat seperjuanganku yang telah memberikan motivasi, perhatian, dan kebersamaanya selama ini.
7. **Teman-teman Teknik Mesin UMY angkatan 2013 dan semua angkatan yang selalu memberi dukungan satu sama lain “M Forever”.**

## INTISARI

*Injection molding* adalah proses pembentukan suatu benda atau produk dari material plastik yang dipanaskan dan diinjeksikan kedalam cetakan. Pembuatan sebuah cetakan merupakan proses awal untuk memproduksi suatu produk dengan skala besar, kualitas suatu produk ditentukan dilangkah pembuatan cetakan injeksi. Pada perancangan cetakan kemasan makanan atau *perform stick* T15 kali ini, material plastik yang digunakan adalah *polyethylene terephthalate* (PET) dengan menggunakan cetakan injeksi jenis konstruksi *slider system*. Sistem *slider* pada cetakan injeksi merupakan konstruksi sebuah cetakan dimana produk yang dibuat mempunyai *undercut* dan tidak bisa dibuat di bagian *core* serta *cavity*.

*Software* yang digunakan untuk perancangan menggunakan CATIA V5R19 dan *software* simulasi produk menggunakan Autodesk Moldflow Insight 2016. Terdapat beberapa tahap dalam merancang sebuah unit cetakan injeksi pada produk *perform*. Tahap pertama adalah mengidentifikasi produk, dilanjutkan perhitungan pada *cooling* serta penginputan data hasil perhitungan kedalam moldflow insight. Tahap kedua adalah merancang konstruksi *slider mold* sekaligus menentukan *mold material* dan menghitung beberapa konstruksi cetakan. Tahap ketiga adalah menuangkan hasil perancangan kedalam gambar 2D untuk memberikan informasi yang detail dan jelas.

Hasil analisa dari moldflow insight didapatkan *cooling* yang optimal yaitu jenis *cooling seri* dan *baffle type 2*, dari sistem *slider* didapatkan hasil kemiringan *angular pin* yaitu  $37^\circ$  dengan panjang 120 mm. Sedangkan kemiringan dari *locking block*  $39^\circ$ , dari perancangan *support plate* tegangan tarik yang terjadi didapatkan hasil  $441,95 \text{ N/mm}^2$ , sedangkan beban ejeksi dari *pin ejector* 350,649 N, kemudian gaya satu *spring* 75,17 N. Kekuatan *screw core stop block* didapatkan diameter yang di ijin  $\emptyset 6,82$  untuk lebih amannya di pilih diameter M8, dan diameter *eye bolt* yaitu  $\emptyset 20,14$  dan dipilih diameter amannya M24. Maka dikatakan aman karena tegangan, gaya, dan penentuan material yang terjadi dibawah tegangan dan gaya ijin.

**Kata kunci:** *Injection molding, slider, undercut, cooling.*

## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“DESAIN DAN OPTIMASI INJECTION MOLD SISTEM SLIDER PADA PRODUK PREFORM STICK T15”**. Pada tugas akhir ini akan menjelaskan proses perancangan sebuah cetakan dengan menggunakan *software* CATIA V5R19 yang memerlukan konstruksi *slider* pada sampel produk *preform stick* T15. Adapun proses perancangan cetakan injeksi ini meliputi identifikasi serta analisa produk, simulasi pada sistem pendingin, kemudian mendesain konstruksi *mold*, dan menuangkan gambar 2D untuk memberi informasi detail pada cetakan. Perancangan cetakan injeksi dengan sistem *slider* ini akan dilakukan perhitungan pada konstruksi *mold*, agar konstruksi *mold* dikatakan aman jika tegangan, gaya, dan penentuan material yang terjadi dibawah tegangan dan gaya ijin.

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.

Selanjutnya penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc. Selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberi bimbingan dan petunjuk sampai tugas akhir ini selesai.
2. Bapak Muhammad Budi Nur rahman S.T., M.Eng. Selaku dosen pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T. Selaku dosen penguji Tugas Akhir ini.
4. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng. Selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Seluruh pihak yang telah membantu kami, yang tak dapat kami sebutkan semua satu persatu.

Yogyakarta, 3 Agustus 2017

Lutfi Koirul Miftakhul Ni'am

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>INTISARI</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Perancangan .....	2
1.5. Manfaat .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b> .....	4
2.1. Tinjauan Pustaka .....	4
2.2. Dasar Teori.....	5
2.2.1. Morphologi ( <i>Amorphous</i> dan Semi-Kristalin).....	5
2.2.2. <i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET) .....	8
2.2.3. <i>Injection Molding</i> .....	11
2.2.4. Perancangan <i>Mold</i> .....	12
2.2.4.1. <i>Cavity</i> dan <i>Core</i> Produk .....	15
2.2.4.2. <i>Runner System</i> .....	15
2.2.4.3. Sistem <i>slider</i> .....	17
2.2.4.4. Sistem <i>Ejector</i> .....	20

2.2.5. <i>Clamping force</i> .....	23
2.2.6. <i>Hot Runner</i> .....	23
2.2.7. Pendingin ( <i>Cooling</i> ) <i>Mold</i> .....	26
2.2.8. Matrik Perbedaan <i>Mold</i> .....	29
2.2.9. Penentuan Material <i>Mold</i> .....	30
2.2.10. <i>Preform Stick</i> T15 .....	30
<b>BAB III METODOLOGI PERANCANGAN</b> .....	<b>32</b>
3.1. Bahan Perancangan .....	32
3.2. Alat Perancangan .....	32
3.3. Prosedur Perancangan .....	34
3.3.1. Diagram Alir Perancangan .....	34
3.4. Mengidentifikasi Produk.....	36
3.4.1. Bahan .....	36
3.4.2. <i>Parting Line</i> .....	36
3.4.3. <i>Ejector Mark</i> .....	36
3.4.4. Lokasi <i>Gate</i> .....	36
3.4.5. <i>Type Mold</i> .....	36
3.5. Perhitungan Desain .....	37
3.6. Input Perhitungan ke Dalam <i>Moldflow</i> .....	37
3.7. Penentuan Material <i>Mold</i> .....	37
3.8. Desain Perancangan .....	38
3.9. Gambar Rakitan, dan Gambar Detail .....	38
3.10. Proses kerja <i>Slider Mold</i> .....	38
3.11. Pembahasan Hasil dan Kesimpulan .....	38
<b>BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>39</b>
4.1. Pembahasan Hasil Identifikasi Produk .....	39
4.1.1. <i>Parting Line</i> .....	40
4.1.2. <i>Ejection System</i> .....	40
4.1.3. Lokasi <i>Gate</i> .....	41
4.2. Gambar Produk .....	42
4.3. Hasil Perhitungan Pada <i>Cooling</i> .....	43

4.4. Input Data Hasil Perhitungan kedalam Moldflow Insight .....	43
4.5. Hasil Analisa Produk <i>Preform Stick</i> T15 dengan Moldflow Insight .....	44
4.5.1. Hasil Analisa <i>Gate</i> .....	44
4.5.2. Hasil Analisa <i>Fill Time Hot Runner</i> .....	45
4.5.3. Hasil Analisa <i>Cooling System</i> .....	46
4.6. Hasil Perancangan <i>Mold</i> dari Analisis Moldflow .....	53
4.6.1. Langkah Urutan Desain .....	53
4.6.2. Hasil Desain <i>Mold</i> .....	68
4.7. Penentuan <i>Mold Material</i> .....	70
4.8. Hasil Perhitungan Kontruksi.....	71
4.8.1. Hasil Perhitungan <i>Clamping Force</i> .....	71
4.8.2. Hasil Perhitungan Kekuatan <i>ejector</i> .....	71
4.8.3. Hasil Perhitungan <i>Push Back Spring</i> .....	72
4.8.4. Hasil Perhitungan <i>Screw Core Stop Block</i> .....	73
4.8.5. Hasil Perhitungan <i>Eye Bolt</i> .....	73
4.9. Proses Kerja <i>Slider Mold</i> .....	73
4.9.1. <i>Molding Close</i> .....	74
4.9.2. <i>Molding Open (1/2)</i> .....	75
4.9.3. <i>Molding Open Full (Slider)</i> .....	76
4.9.4. <i>Molding Open dan Ejection</i> Produk .....	77
4.9.5. <i>Locking Block</i> .....	78
4.10. Kebutuhan Mesin.....	79
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	80
5.1. Kesimpulan .....	80
5.2. Saran .....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	82



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur polimer dalam kondisi cair dan solid .....	6
Gambar 2.2. <i>Injection molding</i> .....	11
Gambar 2.3. Desain ketebalan dinding produk kurang baik dan lebih baik .....	13
Gambar 2.4. Desain produk kurang baik dan lebih baik.....	13
Gambar 2.5. Perbandingan sudut desain produk kurang baik dan lebih baik .....	13
Gambar 2.6. Penambahan ketebalan pada desain produk dan pemberian <i>rib</i> .....	14
Gambar 2.7. <i>Parting line</i> .....	14
Gambar 2.8. Bagian cetakan <i>core and cavity</i> .....	15
Gambar 2.9. <i>Runner system</i> .....	16
Gambar 2.10. Nilai rasio <i>flow path</i> .....	17
Gambar 2.11. Contoh produk <i>undercut</i> .....	17
Gambar 2.12. Sistem <i>slider</i> .....	18
Gambar 2.13. Panjang <i>angular pin</i> .....	19
Gambar 2.14. Sudut kemiringan <i>locking block</i> dan <i>angular pin</i> .....	19
Gambar 2.15. <i>Pin gate</i> .....	21
Gambar 2.16. <i>Unit standard ejection</i> .....	21
Gambar 2.17. <i>Stripper plate ejection</i> .....	22
Gambar 2.18. <i>Hot runner system</i> .....	24
Gambar 2.19. Sistem dari <i>hot runner system</i> .....	25
Gambar 2.20. <i>Valve gate</i> .....	26
Gambar 2.21. Prinsip dasar pendinginan .....	27
Gambar 2.22. Pendinginan <i>core insert (baffle)</i> .....	27
Gambar 2.23. Rekomendasi dasar pendinginan.....	28
Gambar 2.24. <i>Preform Stick T15</i> .....	31
Gambar 3.1. Sampel produk <i>preform stick T15</i> .....	32
Gambar 3.2. Jangka sorong ( <i>vernier caliper</i> ) .....	33
Gambar 3.3. Kalkulator.....	33

Gambar 4.1. <i>Parting line</i> .....	40
Gambar 4.2. <i>Parting line pada cavity</i> .....	40
Gambar 4.3. <i>Parting line pada slider</i> .....	40
Gambar 4.4. <i>Stripper plate</i> .....	41
Gambar 4.5. Lokasi <i>gate</i> .....	41
Gambar 4.6. Model 3D produk <i>preform stick T15</i> .....	42
Gambar 4.7. Model 2D produk <i>preform stick T15</i> .....	42
Gambar 4.8. Input diameter <i>channel (cooling)</i> .....	43
Gambar 4.9. Input data <i>hot runner system</i> .....	44
Gambar 4.10. Input diameter <i>gate hot runner</i> .....	44
Gambar 4.11. <i>Gate location</i> .....	45
Gambar 4.12. <i>Fill Time</i> .....	46
Gambar 4.13. <i>Cooling seri dan baffle type 1</i> .....	46
Gambar 4.14. <i>Cooling seri dan baffle type 2</i> .....	46
Gambar 4.15. <i>Circuit Coolant Temperature type 1</i> .....	47
Gambar 4.16. <i>Circuit Coolant Temperature type 2</i> .....	47
Gambar 4.17. <i>Circuit metal temperature type 1</i> .....	48
Gambar 4.18. <i>Circuit metal temperature type 2</i> .....	49
Gambar 4.19. <i>Time to reach ejection temperature type 1</i> .....	49
Gambar 4.20. <i>Time to reach ejection temperature type 2</i> .....	49
Gambar 4.21. <i>Circuit heat removal efficiency type 1</i> .....	50
Gambar 4.22. <i>Circuit heat removal efficiency type 2</i> .....	50
Gambar 4.23. <i>Deflection, all effects type 1</i> .....	51
Gambar 4.24. <i>Deflection, all effects type 2</i> .....	52
Gambar 4.25. standar <i>moldbase Futaba D.E series 4060</i> .....	54
Gambar 4.26. <i>Cavity plat</i> .....	55
Gambar 4.27. <i>Core plat</i> .....	56
Gambar 4.28. <i>Slide Core (Slider)</i> .....	57
Gambar 4.29. <i>Insert core</i> .....	59

Gambar 4.30. <i>Locking Block</i> .....	60
Gambar 4.31. <i>Support plate</i> .....	61
Gambar 4.32. <i>Distance Block</i> .....	62
Gambar 4.33. <i>Ejector plate</i> .....	63
Gambar 4.34. <i>Ejector back plate</i> .....	64
Gambar 4.35. <i>Bottom clamping plate</i> .....	65
Gambar 4.36. <i>Manifold block</i> .....	66
Gambar 4.37. <i>Top clamping plate</i> .....	67
Gambar 4.38. Hasil perancangan <i>slider mold</i> .....	68
Gambar 4.39. Hasil gambar rakitan dan gambar detail <i>slider mold</i> .....	69
Gambar 4.40. <i>Clamping Force</i> .....	71
Gambar 4.41. <i>Molding close (horizontal)</i> .....	74
Gambar 4.42. <i>Molding close (Isometric 2D)</i> .....	74
Gambar 4.43. <i>Molding open 1/2 (vertical)</i> .....	75
Gambar 4.44. <i>Molding open 1/2 (Isometric 2D)</i> .....	75
Gambar 4.45. <i>Molding open full slider (Vertical)</i> .....	76
Gambar 4.46. <i>Molding open full slider (Isometric 2D)</i> .....	76
Gambar 4.47. <i>Molding open dan ejection produk (vertical)</i> .....	77
Gambar 4.48. <i>Molding open dan ejection produk (horizontal)</i> .....	77
Gambar 4.49. <i>Locking block (vertical)</i> .....	78
Gambar 4.50. <i>Locking block (Isometric 2D)</i> .....	78

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbedaan sifat morfologi polimer .....	7
Tabel 2.2 Sifat-sifat PET .....	8
Tabel 2.3 Sifat-sifat dan parameter proses injeksi untuk rynite PET 545 NC010. 10	
Tabel 2.4 Matrik perbedaan <i> mold </i> .....	29
Tabel. 3.1 Spesifikasi Lenovo B40 .....	32
Tabel 4.1. Data produk.....	39
Tabel 4.2. Daftar Tuntutan Perancangan.....	39
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan dasar <i> cooling </i> .....	43
Tabel 4.4. Hasil nilai perbandingan <i> cooling </i> .....	52
Tabel 4.5. Hasil rekomendasi <i> cooling </i> .....	53
Tabel 4.6. Penentuan <i> Mold Material </i> .....	70
Tabel 4.7. Hasil Perbandingan <i> Spring </i> .....	72
Tabel 4.8. Hasil Perhitungan <i> Spring </i> .....	72
Tabel 4.9. Data kebutuhan mesin injeksi .....	79

## DAFTAR LAMPIRAN

### LAMPIRAN A

- LAMPIRAN A.1 Perhitungan Dasar *Cooling*
- LAMPIRAN A.2 Perhitungan *Clamping Force*
- LAMPIRAN A.3 Perhitungan *Support Plate*
- LAMPIRAN A.4 Perhitungan kekuatan *pin ejector*
- LAMPIRAN A.5 Perhitungan *Slider* dan *Locking Block*
- LAMPIRAN A.6 Perhitungan *Push Back Spring*
- LAMPIRAN A.7 Perhitungan *screw core stop block*
- LAMPIRAN A.8 Perhitungan Diameter *Eye Bolt*
- LAMPIRAN A.9 Perhitungan *Flow Path*

**LAMPIRAN B** - *Moldbase Futaba D.E series 4060*

**LAMPIRAN C** - *Data Sheet Machine Arburg ALLROUNDER 570S*

### LAMPIRAN D

- LAMPIRAN D.1 *Product Preform Stick T15*
- LAMPIRAN D.2 *Cavity Plate*
- LAMPIRAN D.3 *Core Plate*
- LAMPIRAN D.4 *Slide Core 1*
- LAMPIRAN D.5 *Slide Core 2*
- LAMPIRAN D.6 *Insert Core*
- LAMPIRAN D.7 *Locking Block*
- LAMPIRAN D.8 *Mold for Preform Stick T15*