

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Septian Harry Nugroho

NIM : 20140130164

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul: “Perancangan *Infrared Heater* pada *Blow Molding Machine*” merupakan hasil karya sendiri serta bukan karya plagiasi, . serta tidak terdapat pendapat yang pernah dituliskan atau dipublikasikan oleh orang lain terkecuali yang saya sebutkan sumbernya dalam naskah daftar pustaka. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isi sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada paksaan dan tekanan dari pihak manapun.

Yogyakarta, 28 Agustus 2018

METERAI
TEMPEL
No. 0047AFF065899544
6000
RUPIAH

Yang menyatakan

Septian Harry Nugroho
NIM. 20140130164

MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“jika kalian bersyukur pasti akan Aku tambah ni'mat-Ku padamu tetapi jika kalian kufur sesungguhnya adzab-Ku amat pedih”. (QS 14:7).

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang.

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang telah memberi kelancaran dalam mengerjakan tugas akhir dalam segala hal.
2. Orang tua dan keluarga besar Ibu Khadiroh yang saya sayangi yang telah memberikan dukungan dari awal sampai akhir baik moral maupun moril.
3. Teman-teman terutama team *blow molding* yang sudah bekerja keras dalam perancangan mesin *blow molding machine*.
4. Teman-teman kelas D fakultas teknik program studi teknik mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Teman-teman kos Gaffary yang telah membantu dalam penulisan skripsi.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahilahirabil'alamin atas segala karunia nikmat, rahmat dan hidayahnya sehingga kami dapat menyelesaikan tesis sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana S-1 di fakultas teknik program studi teknik mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang berjudul "**PERANCANGAN INFRARED HEATER PADA BLOW MOLDING MACHINE**". Plastik merupakan salah satu bahan baku untuk membuat suatu produk kemasan. Saat ini penggunaan plastik sangat diminati karena sifat kekerasannya, tahan terhadap air dan pembuatannya mudah. Banyaknya penggunaan plastik di lingkungan masyarakat maka muncul beberapa produk plastik, salah satunya adalah botol plastik. Karena peluang yang besar tersebut maka menjadikan sebuah motivasi dalam perancangan *blow molding machine* dengan sistem kerja meniup *PET bottle preform*.

Perancangan ini dilakukan untuk menentukan ukuran dimensi bodi luar yang mempunyai panjang 360 mm, lebar 250 mm, dan tinggi 200 mm dengan bahan material galvalume terdiri dari 55% aluminium dan 45% zinc. Perancangan sebuah alat pemanas botol *preform* pada *blow molding machine* dengan prinsip kerja menggunakan tiga buah inti pemanas (*infrared*) yang disusun secara tersusun dan sejajar dengan bertumpu pada dinding lapisan inti, ketiga pemanas ini mampu menghasilkan suhu ruang oven hingga $\pm 250^{\circ}\text{C}$ sehingga didapat suhu pada botol *preform* secara merata hingga titik batas T_g (*glass transition*) yaitu bertemperatur $\pm 100^{\circ}\text{C}$. Pada perancangan mesin pemanas (*heater*) pada *blow molding machine* digunakan sebuah *software Autodesk Inventor Profesional 2015*.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa laporan tugas akhir ini jauh dari sempurna, maka dari itu penyusun sangat mengharapkan kritik serta masukan dari berbagai pihak demi penyempurnaan dimasa mendatang.

Yogyakarta, Agustus 2018

Septian Harry Nugroho
NIM. 20140130164

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xivv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvv
INTISARI	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Perancangan	3
1.5. Manfaat Perancangan	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar Teori	7
2.2.1. Sejarah Penemuan Mesin <i>Blow Molding</i>	7
2.2.2. Mesin <i>Extrusion Blow Molding</i>	7
2.2.3. Mesin <i>Injection Blow Molding</i>	8
2.2.4. Mesin <i>Stretch Blow molding</i>	9
2.2.5. Mesin <i>Blow Molding</i>	10
2.2.6. Jenis Thermoplastik.....	12
2.2.6.1. Polietilena (PE).....	14
2.2.6.2. PET (<i>Polyethylene Terephthalate</i>)	16

2.2.6.3. Polipropilen (PP)	17
2.2.6.4. Polistirena	18
2.2.6.5. Polivinil Klorida (PVC).....	19
2.2.6.6. Politetrafluoroetilen (Teflon).....	19
2.2.6.7. Polimetil pentena (PMP)	19
2.2.7. Pemanas Infrared Heater	19
2.2.7.1. Material Elemen	20
2.2.7.2. Karakteristik <i>Infrared Heater</i>	21
2.2.8. Motor Penggerak	21
2.2.9. <i>Pulley Transmission</i>	23
2.2.10. Sabuk <i>V-belt</i>	24
2.2.11. Perpindahan Panas <i>Heat Transfer</i> pada Oven	27
2.2.11.1. Secara Radiasi.....	27
2.2.11.2. Secara Konveksi	30
2.2.12. Jenis Sambungan Las.....	30
2.2.13. Bahan Material Oven.....	32
2.2.13.1. Galvalume.....	32
BAB III METODOLOGI PERANCANGAN	34
3.1. Bahan Perancangan	34
3.2. Alat Perancangan.....	34
3.3. Prosedur Perancangan	37
3.3.1. Diagran Alir Perancangan	37
3.4. Mengidentifikasi Rancangan	40
3.4.1. Desain Perancangan.....	40
3.4.2. Perhitungan Perancangan	40
3.4.3. Mekanisme Sistem Kerja.....	40
3.4.4. Menentukan Bahan	41
3.5. Gambar Rakitan, Sub-rakitan dan Gambar Detail.....	41
3.6. Pembahasan Hasil dan Kesimpulan	41
BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN	42
4.1. Pembahasan Hasil Identifikasi Perancangan	42

4.2. Pemilihan Rancangan Awal	44
4.2.1. Perencanaan Kandidat Pertama	44
4.2.2. Perencanaan Kandidat Kedua	48
4.2.3. Perencanaan Kandidat Ketiga	52
4.3. Pemilihan Desain <i>Fix Infrared Heater Oven</i>	56
4.3.1. Gambar <i>Infrared Heater</i>	58
4.3.2. Gambar <i>Assembly Infrared Heater</i> dan <i>Inti Layer</i>	58
4.3.3. Pemilihan Bahan Material Lapisan Oven	59
4.4. Langkah Desain Komponen <i>Infrared Heater</i>	60
4.4.1. <i>Base Pin</i>	60
4.4.2. <i>Base Roller</i>	60
4.4.3. <i>Disc Shaft</i>	61
4.4.4. <i>Bush Disc Shaft</i>	62
4.4.5. <i>Base Layer</i>	63
4.4.6. <i>Covering</i>	63
4.4.7. <i>Inti Layer</i>	64
4.4.8. Meja	65
4.5. Perhitungan Rancang Bangun Mesin	66
4.6. Perhitungan <i>Heat Transfer</i>	66
4.7. Perhitungan Motor Penggerak	68
4.8. Perhitungan <i>Pulley Transmission</i>	69
4.9. Analisa Hasil Perhitungan Perancangan	79
4.10. Survei Pembelian Bahan Baku Material	83
4.11. Hasil Desain Akhir <i>Infrared Heater</i>	86
4.12. Perawatan <i>Infrared Heater Oven</i>	87
4.13. Rancangan Estimasi Biaya	87
BAB V PENUTUP	90
5.1. Kesimpulan	90
5.2. Saran	91
UCAPAN TERIMA KASIH	92
DAFTAR PUSTAKA	93

LAMPIRAN	95
-----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur Oven Pemanas <i>Infrared Heater</i>	6
Gambar 2.2. Proses <i>Extrusion Blow Molding</i>	8
Gambar 2.3. Proses <i>Injection Blow Molding</i>	9
Gambar 2.4. Proses <i>Stretch Blow Molding</i>	9
Gambar 2.5. PET <i>Carbonated Beverage</i> Botol	10
Gambar 2.6. Komponen Mesin <i>Blow Molding</i>	11
Gambar 2.7. Struktur rantai polietilena a. HDPE, b. LDPE, c. LLDPE.....	15
Gambar 2.8. <i>Infrared Heater</i>	20
Gambar 2.9. Motor Kipas Angin	22
Gambar 2.10. Klasifikasi Motor Listrik	22
Gambar 2.11. Sistem transmisi pada sabuk dan <i>pulley</i>	23
Gambar 2.12. Konstruksi Sabuk Berbentuk V	24
Gambar 2.13. Ukuran penampang sabuk V	25
Gambar 2.14. Posisi sabuk dan <i>pulley</i>	26
Gambar 2.15. Desain Bentuk Oven	27
Gambar 2.16. Perpindahan panas radiasi	27
Gambar 2.17. Jenis Sambungan Las.....	30
Gambar 2.18. Ukuran dan Kedalaman Leher Lasan <i>Fillet</i>	31
Gambar 2.19. Jenis Elektroda E6013	32
Gambar 3.1. <i>Software Autodesk Inventor Profesional 2015</i>	35
Gambar 3.2. Jangka Sorong (<i>vernier caliper</i>)	35
Gambar 3.3. Penggaris (Mistar)	36
Gambar 3.4. Kalkulator <i>Scientific</i>	36
Gambar 3.5. Diagram Alir Perancangan	38
Gambar 4.1. Spesifikasi Ukuran Botol <i>Preform PET</i>	43
Gambar 4.2. Desain Perencanaan Pertama.....	44
Gambar 4.3. Sistem Mekanisme Penggerak Desain Perencanaan Pertama	45

Gambar 4.4. Desain Perencanaan Kedua.....	48
Gambar 4.5. Sistem Mekanisme Penggerak Desain Perencanaan Kedua	49
Gambar 4.6. Desain Perencanaan Kedua.....	52
Gambar 4.7. Sistem Mekanisme Penggerak Desain Perencanaan Ketiga.....	53
Gambar 4.8. Hasil Desain 2D <i>Infrared Heater</i>	57
Gambar 4.9. Hasil Desain 3D <i>Infrared Heater</i>	57
Gambar 4.10. Pemanas <i>Infrared Heater</i>	58
Gambar 4.11. Pemanas <i>Infrared Heater</i> dan <i>Inti Layer</i>	58
Gambar 4.12. Pelat Galvalume.....	59
Gambar 4.13. Desain 2D dan 3D <i>Base Pin</i>	60
Gambar 4.14. Desain 2D dan 3D <i>Base Roller</i>	61
Gambar 4.15. Desain 2D <i>Disc Shaft</i>	61
Gambar 4.16. Desain 3D <i>Disc Shaft</i>	62
Gambar 4.17. Desain 2D dan 3D <i>Bush Disc Shaft</i>	63
Gambar 4.18. Desain 2D dan 3D <i>Base Layer</i>	63
Gambar 4.19. Desain 2D dan 3D <i>Covering</i>	64
Gambar 4.20. Desain 2D dan 3D <i>Inti Layer</i>	65
Gambar 4.21. Desain 2D dan 3D Meja	65
Gambar 4.22. <i>Infrared Heater</i>	67
Gambar 4.23. Spesifikasi Kapasitor Motor Listrik.....	69
Gambar 4.24. Sistem Transmisi Penggerak Botol <i>Preform</i>	70
Gambar 4.25. Ukuran <i>Pulley 1</i> dan <i>Pulley 2</i>	71
Gambar 4.26. Sudut Kontak Sabuk	75
Gambar 4.27. Tegangan sisi tarik dan kendur sabuk.....	76
Gambar 4.28. Hasil Gambar 3D Rancangan <i>Infrared Heater</i>	79
Gambar 4.29. Gambar kerja jarak <i>base pin</i> terhadap <i>base disc</i>	80
Gambar 4.30. Penyambungan Las <i>base pin</i> terhadap <i>base disc</i>	80
Gambar 4.31. Penyambungan Las <i>Bush Disc Shaft</i> terhadap <i>Cantilever Plate Horizontal</i>	81
Gambar 4.32. Desain Akhir <i>Infrared Heater</i>	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Titik leleh thermoplastik	13
Tabel 2.2. Sifat-sifat Thermal Plastik.....	14
Tabel 2.3. Sifat-sifat PET	16
Tabel 2.4. Perbandingan <i>Specific Gravity</i> Material Thermoplastik.....	18
Tabel 2.5. Temperatur Leleh Material Thermoplastik	18
Tabel 3.1. Spesifikasi Lenovo G410	34
Tabel 4.1. Data Spesifikasi Bahan Produk (<i>botol preform</i>)	42
Tabel 4.2. Data Spesifikasi <i>Infrared Heater Oven</i> Kandidat Pertama	45
Tabel 4.3. Penilaian Desain Perencanaan Pertama.....	47
Tabel 4.4. Data Spesifikasi <i>Infrared Heater Oven</i> Kandidat Kedua.....	49
Tabel 4.5. Penilaian Desain Perencanaan Kedua	51
Tabel 4.6. Data Spesifikasi <i>Infrared Heater Oven</i> Kandidat Kedua.....	53
Tabel 4.7. Penilaian Desain Perencanaan Ketiga	55
Tabel 4.8. Sambungan Las <i>Disc Shaft</i>	62
Tabel 4.9. Sambungan Las <i>Base Pin</i> dan <i>Base Disc</i>	81
Tabel 4.10. Sambungan Las <i>Bush Disc Shaft</i>	82
Tabel 4.11. Peninjauan Bahan Material Komponen.....	85
Tabel 4.12. Rancangan Estimasi Biaya	88

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I Tabel Standar Perhitungan.....	95
LAMPIRAN II Desain Hasil Perancangan.....	104

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	=	luas permukaan pindah panas (m^2)
a	=	percepatan gravitasi ($9,8 m/s^2$)
c	=	kalor jenis zat ($J/Kg^{\circ}C$)
d	=	diameter (mm)
D1	=	diameter <i>pulley</i> pada penggerak (mm)
D2	=	diameter <i>pulley</i> yang digerakan (mm)
e	=	emisivitas permukaan ($0 \leq e \leq 1$)
f	=	frekuensi (Hz)
F	=	gaya (Newton)
m	=	massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg)
n	=	jumlah putaran permenit (Rpm)
N1	=	putaran <i>pulley</i> pada penggerak (rpm)
N2	=	putaran <i>pulley</i> yang digerakan (rpm)
p	=	jumlah kutub gulungan (Pole)
P	=	daya (HP)
Q	=	kalor yang dibutuhkan (J)
\dot{Q}_{rad}	=	laju perpindahan panas radiasi (Watt)
r	=	jari-jari (mm)
t	=	periode (sekon)
T	=	torsi (Nmm)
T_{∞}	=	suhu ruangan ($^{\circ}C$)
T_w	=	suhu sumber ($^{\circ}C$)
ΔT	=	perbedaan temperatur yang dinginkan ($T_2 - T_1$) ($^{\circ}C$)
π	=	konstanta lingkaran = 3,14
σ	=	konstanta Stefan-Boltzmann $5,67 \times 10^{-8}$ (W/m^2K^4)
ω	=	kecepatan sudut (rad/sekon)