

PERANCANGAN INFRARED HEATER PADA BLOW MOLDING MACHINE

Septian Harry Nugroho^{1,a}, Cahyo Budiyanoro^{1,b}, M. Budi Nur Rahman^{1,c}

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia, 55183

Telp: +62 274 387656 (hunting), Faks: +62 274 387646

e-mail: ^aseptianharryn@yahoo.com, ^bcahyo_budi@umy.ac.id, ^cbudinurrahman@umy.ac.id

ABSTRACT

Plastic is one of raw materials to make a product packaging. Now plastic used very interested because the hardness, impervious to water and manufacturing easy. Many plastic used in society and occurs several plastic products, one of which is plastic bottle. Because a big opportunity and make a motivation in the manufacture of blow a molding machine with a PET bottle preform working system blow. One of the main component parts of blow a molding machine is the primary function of heating machine (heater). Body size dimensions outside 360 mm in length, wide 250 mm, and high 200 mm with materials galvalume consisting of 55 % an aluminum and 45 % zinc. Design an instrument heating bottle preform in blow a molding machine with the principle of use the three core heating (infrared) that structured and parallel on depends of the wall core layer, third heating this capable of producing room temperature an oven up to ± 250 °C until they reached temperature in a bottle preform evenly to a tipping point T_g (glass transition the temperate about ± 100 °C. Design machine heating in blow a molding machine used a software autodesk inventor professional 2015. Mechanical system bottle preform made using disc (base disc) with a rotational speed 0,56 rpm. The results of the displacement radiant heat and conduction occurring in the oven of heating infrared heater toward bottle preform a month 44,26 Watt \approx 44,26 joules/seconds, so it takes time heating bottle preform in the oven for 52,44 seconds.

Keywords: *blow molding, galvalume, autodesk professional inventor 2015, mold, preform bottle, plastic.*

INTISARI

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. Salah satu komponen utama proses blow molding yaitu mesin pemanas (heater). Ukuran dimensi bodi luar 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 ± 250 °C sehingga didapat suhu pada botol preform secara merata hingga titik batas T_g (glass transition) yaitu bertemperatur ± 100 °C. Pada perancangan mesin pemanas (heater) pada blow molding machine digunakan sebuah software Autodesk Inventor Profesional 2015. Sistem penggerak botol preform dibuat menggunakan piringan cakram (base disc) dengan kecepatan 0,56 rpm. Hasil perhitungan laju perpindahan panas radiasi yang terjadi dalam ruang oven dari pemanas Infrared heater menuju botol preform yaitu sebesar 44,26 Watt \approx 44,26 Joule/detik, sehingga dibutuhkan waktu pemanasan botol preform di dalam oven selama 52,44 detik.

Kata kunci: *blow molding, galvalum, autodesk inventor professional 2015, mold, bottle preform, plastik.*

1. PENDAHULUAN

Plastik merupakan salah satu bahan baku untuk membuat suatu produk kemasan. Suatu produk terjual dipasaran dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu ditentukan dari kemasannya. Kemasan yang buruk menyebabkan gangguan terhadap keberadaan atau kualitas suatu produk. Sebaliknya jika kemasan yang dibuat baik maka akan lebih menjamin kualitas produk tersebut. Kemasan dari bahan plastik dapat dibuat atau dicetak menjadi bentuk yang bermacam-macam, salah satunya adalah dalam bentuk botol. Botol plastik juga dapat diberi label atau diberi pewarnaan yang bagus sehingga dapat memperkuat ketertarikan konsumen terhadap produk.

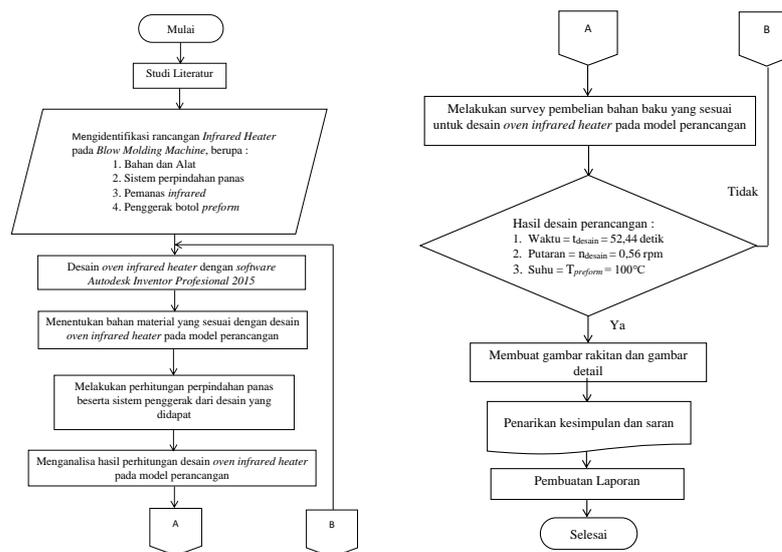
Blow molding merupakan suatu mesin mencetak benda kerja berongga dengan cara meniupkan atau menghembuskan udara kedalam material/bahan preform yang telah lunak akibat pemanasan. Material plastik yang digunakan untuk pembuatan preform adalah polyethylene terephthalate (PET) yang mempunyai sifat kekuatan (strength) tinggi, kaku (stiffness), dimensinya stabil, tahan bahan kimia, dan panas. Perancangan mesin dilakukan guna memenuhi syarat proses blow molding secara umum, disini lain juga sebagai perlengkapan alat laboratorium kampus. Dengan menimbang skala produksi yang non massal, maka mesin akan dirancang secara sederhana namun memiliki fungsi yang baik dan biaya pembuatan yang ekonomis. Dalam hal ini akan dirancang 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, sehingga didapat suhu pada botol preform secara merata hingga batas T_g (glass transition) yaitu bertemperatur $\pm 100^\circ\text{C}$, dimana pada batas ini material plastik PET mengalami perubahan polimer dari solid menjadi lunak dengan perenggangan rantai molekul di dalamnya.

Komponen material lapisan bodi oven yang digunakan pada mesin harus memiliki daya tahan tinggi terhadap suhu tinggi kisaran $200-250^\circ\text{C}$, sehingga diharapkan hasil pemanasan botol preform lebih merata ke semua bagian. Pada perancangan ini akan dibuat sebuah komponen yang terdapat pada mesin blow molding dengan sebuah software Autodesk Inventor Profesional 2015 yang digunakan untuk merancang sebuah alat pemanas botol preform yang akan dilakukan sebelum proses blow molding untuk menjadikan sebuah kemasan botol plastik.

2. METODE PERANCANGAN

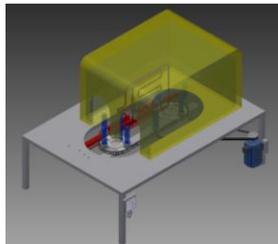
Alat yang dirancang adalah Infrared heater untuk blow molding machine dengan suhu pemanasan oven mencapai $\pm 200-250^\circ\text{C}$. Objek pemanas merupakan botol PET preform berkapasitas 70 ml. Bentuk bodi inti oven akan didesain dengan pemasangan tiga elemen pemanas infrared secara tersusun dan sejajar.

Tahapan proses perancangan ini berdasarkan diagram alur perancangan berikut.

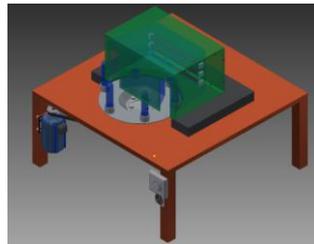


Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

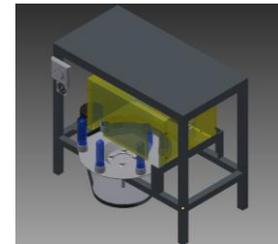
Pemilihan rancangan awal digunakan sebagai acuan untuk melakukan perancangan yang lebih rinci. Dalam langkah perancangan mesin oven pemanas ini mempunyai proses perencanaan pada tiap komponen. Proses perencanaan tersebut direkomendasikan agar dilakukan secara berurutan sesuai dengan diagram alir perancangan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi produksi. Dalam perancangan kandidat dilakukan pembahasan hasil identifikasi dari beberapa spesifikasinya masing-masing. Spesifikasi yang dimaksud adalah bahan material yang digunakan, dimensi ukuran, rincian biaya, kuantitas komponen yang digunakan, serta penilain kekurangan dan kelebihan.



Gambar 2. Desain Perencanaan Pertama



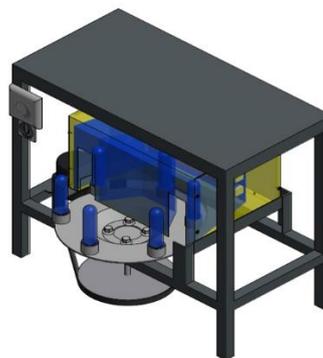
Gambar 3. Desain Perencanaan Kedua



Gambar 4. Desain Perencanaan Kedua

2.1 Pemilihan Desain Fix Infrared Heater Oven

Setelah dijabarkan tentang spesifikasi kelebihan dan kekurangan dari ketiga desain kandidat rancangan infrared heater diatas selanjutnya akan dipilih desain yang tepat untuk nantinya akan diproduksi dalam bentuk nyata, dilakukan analisa perhitungan dan identifikasi produk. Dari kedua desain tersebut maka dipilihlah desain rancangan ke tiga untuk dijadikan desain rancangan awal dalam pembuatan infrared heater, desain rancangan kandidat tiga dipilih karena memiliki bagian komponen yang dapat dan mudah ditemukan di toko pasaran. Desain bodi yang minimalis dan simple dengan ukuran dimensi 360x250x200 mm kemudian terdapat reflektor di dalamnya sehingga penyebaran panas lebih merata.



Gambar 5. Hasil Desain 3D Infrared Heater

2.2 Parameter Suhu

Plastic	Melt temperature		Stretch orientation temperature		Maximum stretch ratio
	°C	°F	°C	°F	
PET	250	490	88-116	190-240	16
PVC	199	390	99-116	210-240	7
PAN	210	410	104-127	220-260	9
PP	168	334	121-136	250-280	6

Tabel 1. Sifat-sifat Thermal Plastik

2.3 Perhitungan Rancang Bangun Mesin

Pada tahap analisa perhitungan rancang bangun mesin ini nantinya akan dilakukan analisa secara teoritis untuk mengetahui berapa besar heat transfer yang terjadi di dalam oven dan mekanika penggerak botol preform . Komponen-komponen tersebut adalah sebagai berikut:

1. Infrared Heater

Digunakan untuk memberikan temperatur suhu panas pada botol preform agar material menjadi lunak. Perhitungan perpindahan panas ini yaitu untuk mencari berapa energi kalor yang di pancarkan di dalam ruangan oven terhadap beberapa botol preform yang ada.

2. Motor Listrik

Berfungsi sebagai sumber penggerak pada poros pulley. Perhitungan daya yang dibutuhkan oleh motor diperlukan agar perancang mengetahui berapa jumlah daya supaya sistem penggerak dapat berjalan sesuai kecepatan putar yang diminta.

3. Pulley dan sabuk v-belt

Sebagai komponen atau penghubung gerakan yang diterima tenaga dari motor diteruskan dengan menggunakan v-belt ke sistem penggerak botol preform.

Setelah mengetahui komponen-komponen dan berbagai fungsinya, maka untuk menghitung nya perlu digunakan rumus dan tahapan yang sesuai.

2.3.1 Perhitungan Heat Transfer

Perpindahan panas radiasi adalah proses dimana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah bila benda-benda itu terpisah di dalam ruang, bahkan jika terdapat ruang hampa di antara benda - benda tersebut. Energi radiasi dikeluarkan oleh benda karena temperatur, yang dipindahkan melalui ruang antara, dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Bila energi radiasi menimpa suatu bahan, maka sebagian radiasi dipantulkan, sebagian diserap dan sebagian diteruskan, sedangkan besarnya energi dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

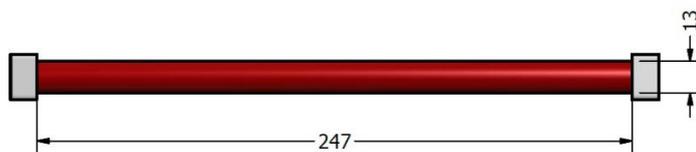
$$\dot{Q}_{rad} = e\sigma A_{inf}(T_w^4 - T_{\infty}^4) \dots\dots\dots(Cengel, 2003)$$

Dimana \dot{Q}_{rad} merupakan laju perpindahan panas radiasi (Watt atau J/s), e = emisivitas permukaan infrared ($0 \leq e \leq 1$), σ = konstanta Stefan-Boltzmann, $5,67 \times 10^{-8}$ (W/m²K⁴), A_{inf} = luas permukaan pindah panas (m²), T_w = suhu sumber (°K), T_{∞} = suhu ruangan (°K).

$$\begin{aligned} A_{inf} &= \text{luas permukaan infrared} \\ &= \pi \cdot d \cdot t \\ &= \pi \cdot 13 \text{ mm} \cdot 247 \text{ mm} \\ &= 10087,6 \text{ mm}^2 \approx 0,01 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Di dalam layer inti terdapat tiga buah *infrared*, sehingga total luas permukaan dapat ditulis dengan rumus:

$$\begin{aligned} A_{inf \text{ total}} &= 0,01 \text{ m}^2 \times 3 \\ &= 0,03 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 6. Infrared Heater

$$\begin{aligned} T_w &= (250+273 \text{ }^\circ\text{K}) \\ T_{\infty} &= (27+273 \text{ }^\circ\text{K}) \end{aligned}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{rad} &= e\sigma A_{inf}(T_w^4 - T_{\infty}^4) \\ &= 0,39 \cdot (5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4) \cdot 0,03 \text{ m}^2 \cdot (523 \text{ }^\circ\text{K}^4 - 300 \text{ }^\circ\text{K}^4) \\ &= 44,26 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Jadi laju perpindahan panas radiasi yang terjadi dalam ruang oven dari pemanas *Infrared heater* menuju botol *preform* yaitu sebesar 44,26 Watt \approx 44,26 Joule/detik.

Kebutuhan kalor diartikan sebagai banyaknya kalor yang diserap oleh suatu benda bermassa tertentu untuk menaikkan suhu sebesar ΔT ($^{\circ}\text{C}$). Untuk mengetahui banyaknya kalor yang dilepas atau diterima oleh suatu zat digunakan persamaan:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \dots\dots\dots (\text{Cengel, 2003})$$

Dimana Q = kalor yang dibutuhkan (J), m = massa benda yang menerima atau melepas kalor (kg), c = kalor jenis zat ($\text{J}/\text{Kg}^{\circ}\text{C}$), ΔT_{pref} = perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Jawab : $Q = m \cdot c \cdot \Delta T_{\text{pref}}$
 $= 0,0265 \text{ kg} \cdot 1200 \text{ J}/\text{Kg}^{\circ}\text{C} \cdot 73 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 $= 2321,4 \text{ J}$

Selanjutnya untuk mencari waktu lama pemanasan di dalam oven yaitu dengan membagi kalor yang dibutuhkan (Q) dengan laju perpindahan kalor (\dot{Q}_{total}), penulisan rumus dapat ditulis sebagai berikut:

$$t = \frac{Q}{Q_{\text{rad}}}$$

$$= \frac{2321,4 \text{ J}}{44,26 \text{ J}/\text{detik}}$$

$$= 52,44 \text{ detik}$$

Jadi lama waktu pemanasan botol *preform* saat masuk kedalam oven adalah selama 52,44 detik.

2.3.2 Perhitungan Motor Penggerak

Kecepatan putaran yang dihasilkan suatu Motor Listrik, juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: Frekuensi dan Jumlah Kutub. Kecepatan Putaran (Rpm) biasa juga dituliskan dengan huruf N, dan besar Rpm ini ditentukan oleh seberapa besar frekuensi listrik yang digunakan dikali dengan sudut phase (120°) dibagi dengan jumlah kutub sebanyak 4 gulungan (Pole).

$$N = ((f \times 120))/P$$

Dimana N merupakan Jumlah Putaran permenit (Rpm), F merupakan Frekuensi (Hz), P merupakan Jumlah kutub gulungan (Pole).

$$N = ((f \times 120))/P$$

$$= ((50 \text{ Hz} \times 120))/4$$

$$= 1500 \text{ Rpm}$$

Jadi kecepatan putar standar tanpa menggunakan saklar dimmer pada motor listrik penggerak adalah 1500 Rpm

2.3.3 Perhitungan Pulley dan Sabuk V

Kecepatan sudut adalah sudut tempuh dibagi dengan waktu tempuh. Rumus menentukan kecepatan sudut (kelajuan sudut) dari suatu benda yang bergerak melingkar adalah sebagai berikut:

$$\omega = 2\pi/T$$

Dimana ω merupakan kecepatan sudut (rad/sekon), π merupakan konstanta lingkaran = 3,14, T merupakan periode (sekon).

$T = 1204,88$ detik, periode ini didapat dari kebutuhan waktu pemanasan botol selama di dalam oven yaitu 52,44 detik dikalikan 2 sehingga menjadi waktu satu putaran penuh pada base disc.

$$\omega = 2\pi/T$$

$$= 2\pi/(104,88 \text{ detik})$$

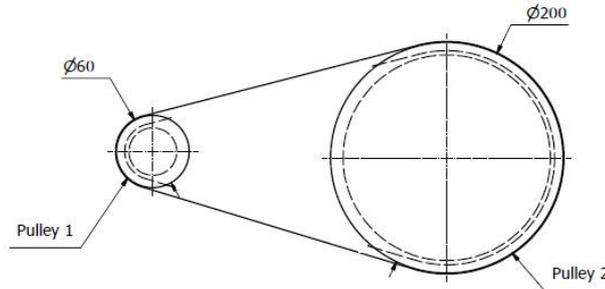
$$= 0,059 \text{ rad}/\text{detik}$$

Setelah kecepatan sudut diperoleh maka kemudian dikonversikan menjadi kecepatan putar satuan rpm dengan rumus sebagai berikut :

$$v = (0,059 \times 60)/2\pi$$

$$= 0,56 \text{ rpm}$$

➤ Jadi kecepatan putaran poros base disc yang diminta yaitu sebesar 0,56 rpm.



Gambar 7. Ukuran Pulley 1 dan Pulley 2

Perbandingan putaran pulley 3 dan pulley 4 dapat diperoleh dari perhitungan :

$$i = D1/D2 = (60 \text{ mm})/(200 \text{ mm}) = 3/10 , \text{ perbandingan rasio yaitu } 3:10$$

$$N2/N1 = D1/D2 \dots\dots\dots (\text{Khurmi, R. S. \& J. K. Gupta, 2002})$$

Dimana D1 merupakan diameter pulley pada penggerak (mm), D2 merupakan diameter pulley yang digerakan (mm), N1 merupakan putaran pulley pada penggerak (rpm), N2 merupakan putaran pulley yang digerakan (rpm).

$$\begin{aligned} N2/N1 &= D1/D2 \\ 0,56/N1 &= 60/200 \\ N1 &= (0,56 \times 200)/60 \\ N1 &= 1,86 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Jadi kecepatan putaran motor listrik penggerak yang diminta yaitu sebesar 1,86 rpm

Panjang Sabuk dan Jarak Poros

Perhitungan panjang sabuk

Perhitungan panjang sabuk v-belt yang menghubungkan pulley poros penggerak dan pulley pisau penggerak. Besar diameter pulley pada poros penggerak adalah 60 mm dan diameter pulley untuk pisau penggerak berdiameter 200 mm. Jarak rencana antara pulley yang ditransmisikan (x) 260 mm, sehingga perhitungan panjang v-belt adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L &= \pi (r_1 + r_2) + 2 \cdot x + \frac{(r_2 - r_1)^2}{x} \\ &= \pi (30 + 100) + 2 \cdot 260 + \frac{(100 - 30)^2}{260} \\ &= 408,4 + 520 + 18,84 \\ &= 947,24 \text{ mm} \approx 950 \text{ mm} \rightarrow \text{A-37 } \frac{1}{2} \end{aligned}$$

Jadi panjang sabuk yang dibutuhkan pada poros penggerak menuju poros penggerak adalah 950 mm. V-belt yang dipakai untuk poros penggerak menuju poros penggerak menggunakan sabuk tipe v-belt A-37 1/2 yang mempunyai panjang 950 mm.

Jarak kedua sumbu poros pulley yang dipakai

Jarak kedua sumbu poros pulley dapat dtuliskan dengan rumus:

$$x = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D1 - D2)^2}}{8}$$

Dimana: $b = 2L - 3,14 (D1 + D2)$
 $= 2 \cdot (950) - 3,14(60 + 200)$
 $= 1083,18 \text{ mm}$

Sehingga,

$$x = \frac{1083,18 + \sqrt{1083,18^2 - 8(60 - 200)^2}}{8}$$

$$x = 261,42 \text{ mm}$$

Jadi jarak sesungguhnya antara kedua poros pulley yaitu 261,42 mm

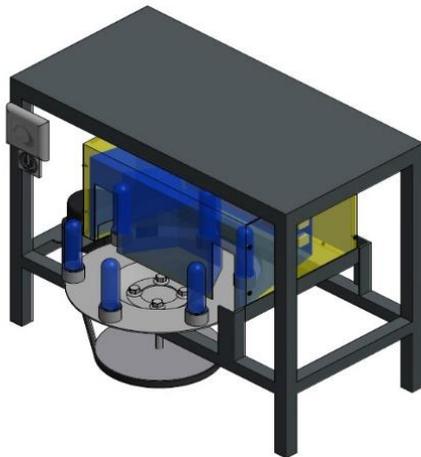
Daya Pada Motor

Jadi daya pada motor dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

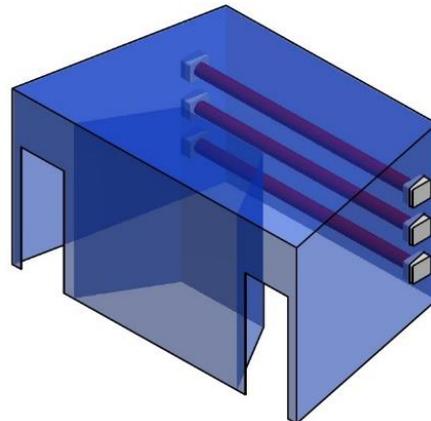
$$\begin{aligned}
 P_{pulley\ motor} &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T_{pulley\ motor}}{60} \\
 &= \frac{2 \cdot \pi \cdot 1,86 \cdot 0,04932}{60} \\
 &= 0,0096\ \text{Watt} \approx 0,000012\ \text{HP} \\
 P_{pulley\ disc\ shaft} &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T_{pulley\ disc\ shaft}}{60} \\
 &= \frac{2 \cdot \pi \cdot 15,6 \cdot 0,1644}{60} \\
 &= 0,0320\ \text{Watt} \approx 0,000042\ \text{HP}
 \end{aligned}$$

Jadi setelah dilakukan perhitungan maka didapat hasil daya input Ppulley motor sebesar 0.000012 HP dan daya output Ppulley disc shaft sebesar 0.000042 HP.

3. HASIL PERANCANGAN



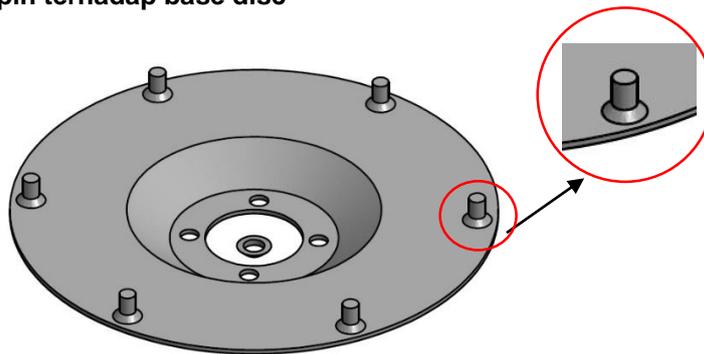
Gambar 8. Hasil Gambar 3D Rancangan Infrared Heater



Gambar 9. Pemanas Infrared Heater dan Inti Layer

Setelah dilakukan beberapa tahapan pemilihan kandidat perancangan awal hingga langkah desain fix infrared heater yang digunakan untuk mencari desain terbaik untuk digunakan sebagai desain perancangan akhir dari infrared heater pada blow molding machine, kemudian analisa rancang bangun mesin untuk mengetahui penyambungan antar komponen, lalu dengan analisa laju perpindahan kalor untuk mengetahui seberapa cepat laju yang terjadi antara pemanas infrared heater dengan bahan PET sehingga perancang mengetahui berapa lama waktu pemanasan botol preform saat dimasukkan kedalam ruangan oven.

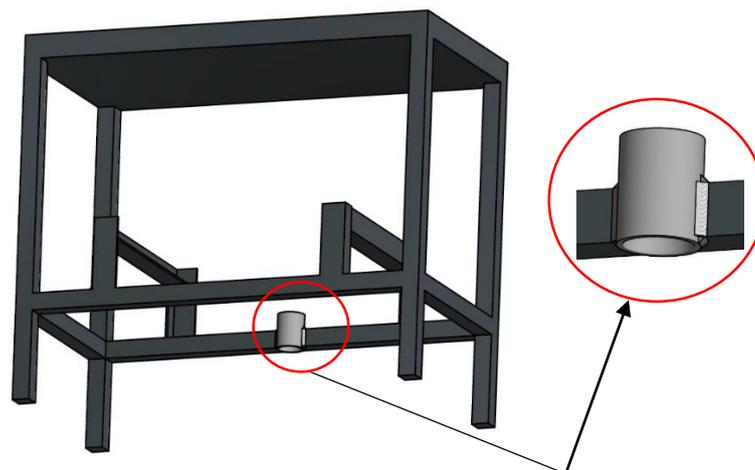
3.1 Penyambungan base pin terhadap base disc



Gambar 10. Penyambungan Las *base pin* terhadap *base disc*

Jumlah pin ini sebanyak 6 buah dengan dipasangkan pada ball bearing bagian atasnya dan bagian bawah di las SMAW dengan disc base (Gambar 4.29.) dengan tinggi lasan 3 mm dan panjang lingkaran lasan 28 mm. Material yang digunakan yaitu baja low carbon tipe steel ASTM A36 yang memiliki kadar karbon sekitar 0,25% -0,29% dengan kekuatan sebesar 360 Ksi (250 MPa).

3.2 Penyambungan bush disc shaft terhadap cantilever plate horizontal



Gambar 11. Penyambungan Las Bush Disc Shaft terhadap Cantilever Plate Horizontal

Fungsi utama dari komponen ini adalah sebagai penopang dua buah ball bearing JIS B 1521-6201 12x32x10. Bearing ini menjadi bantalan utama poros disc shaft untuk dapat melakukan putaran dengan mengurangi hambatan gesekan. Material yang digunakan yaitu baja low carbon tipe steel ASTM A36. Pada komponen ini dilakukan sambungan menggunakan las SMAW dihubungkan dengan cantilever plate horizontal pada meja Gambar 4.30.

3.3 Perhitungan laju perpindahan panas (heat transfer)

Sistem penggerak akan terus berputar di dalam ruang oven infrared heater sehingga dibutuhkan waktu pemanasan yang sesuai dengan total panas yang diserap oleh botol preform yaitu hingga temperatur $\pm 100^{\circ}\text{C}$. Dari perhitungan yang didapat yaitu laju perpindahan panas konveksi yang terjadi dalam ruang oven dari pemanas Infrared heater menuju botol preform yaitu sebesar 44,26 Watt \approx 44,26 Joule/detik. Setelah dilakukan perhitungan laju perpindahan panas radiasi, kemudian dihitung kebutuhan kalor terhadap botol *preform* dan kemudian pembagian laju perpindahan panas radiasi terhadap kebutuhan kalor *preform*, maka didapat lama waktu pemanasan botol preform masuk

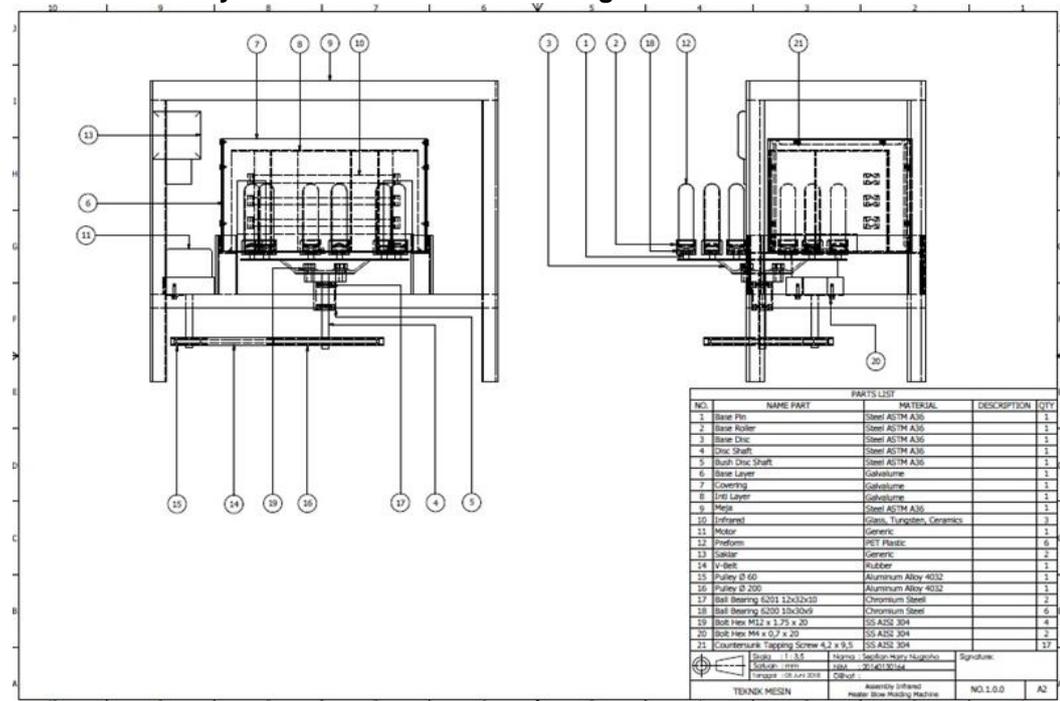
kedalam oven adalah selama 52,44 detik. Hasil waktu pemanasan ini selanjutnya digunakan untuk mendapatkan kecepatan putar base disc.

3.4 Perhitungan pulley transmission

Perhitungan kecepatan putar didapatkan dari lama waktu yang dibutuhkan untuk pemanasan sehingga didapatkan kecepatan sudut pada poros, kemudian dari kecepatan sudut dikonversikan menjadi kecepatan putar poros pulley base disc sehingga didapat kecepatan putar 4,68 rpm. Perbandingan rasio antara pulley motor dan pulley base disc yaitu 3 : 10.

Dari perhitungan tegangan antara tegangan kencang T1 1,804 N dan tegangan kendor T2 0,16 N maka didapatkan torsi pulley motor sebesar 0,04932 Nm kemudian dari hasil ini dimasukkan kedalam rumus daya pada pulley motor sehingga didapatkan hasil daya sebesar 0,0096 Watt \approx 0,000012 HP. Jadi setelah dilakukan perhitungan maka didapat hasil daya input yang dibutuhkan oleh Ppulley motor sebesar 0,000012 HP.

3.5 Full Assembly Infrared Heater Blow Molding Machine



Gambar 12. Hasil Desain 2D Full Assembly Infrared Heater Blow Molding Machine

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan infrared heater pada blow molding machine kapasitas volume botol 300 ml, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil desain akhir perancangan infrared heater pada blow molding machine didapatkan ukuran dimensi bodi luar dengan panjang 360 mm, lebar 250 mm, dan tinggi 200 mm dengan bahan material galvalum. Penyusunan sambungan antara beberapa komponen dilakukan dengan proses sambungan las dan baut-mur.
2. Pada perancangan infrared heater pada blow molding machine digunakan tiga pemanas infrared heater yang disusun bertumpuk sejajar dengan bertumpu pada dinding inti layer. Ketiga pemanas ini mampu menghasilkan suhu ruang oven hingga $\pm 250^{\circ}\text{C}$ dengan daya listrik sebesar 300 watt. Suhu yang diinginkan oleh botol preform (PET) untuk mencapai titik Tg (glass transition) yaitu hingga

temperatur $\pm 100^{\circ}\text{C}$. Laju perpindahan panas konveksi yaitu sebesar 44,26 Watt \approx 44,26 Joule/detik. Waktu pemanasan selama 52,44 detik.

3. Sistem penggerak botol *preform* dibuat dengan menggunakan piringan cakram (*base disc*) yang disambungkan melalui poros disc shaft dan dihungkan lagi pada pulley 2, kemudian daya yang didapat yaitu dari pulley 1 motor yang ditransmisikan menuju pulley 2 dengan menggunakan v-belt type A-37 ½ dengan jarak antara poros keduanya yaitu 261,42 mm. Dengan perhitungan perbandingan besar diameter pulley maka didapat kecepatan putar poros pulley base disc sebesar 0,56 rpm, sedangkan kecepatan putar poros pulley motor yaitu 1,86 rpm.
4. Pada perancangan infrared heater pada blow molding machine diperkirakan estimasi total biaya pembuatannya yaitu sebesar Rp 965.900

REFERENSI

- Affi, J. 2007. "Pengaruh Lapisan Oksida Tambahan pada Elektroda E6013 Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Lasan Baja Karbon Rendah". Sumatra Barat: Jurnal Teknik Mesin. Universitas Andalas.
- Amri, A. 2009. "Pengaruh Pendinginan Dalam Proses *Injection Molding* Pembuatan *Acetabular Cup* Pada Sambungan *Hip*". Surakarta: Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Budiyantoro, C. 2009. "Thermoplastik Dalam Industri". Surakarta: Teknika Media.
- Cengel, Y. A. 2003. "*Heat Transfer: A Practical Approach Second Edition*". New York: McGraw-Hill.
- Firdaus dan Soejono T. 2002. "Studi Eksperimental Pengaruh Paramater Proses Pencetakan Bahan Plastik Terhadap Cacat Penyusutan (*Shrinkage*) Pada Benda Cetak *Pneumatics Holder*". *Bachelor thesis*, Universitas Kristen Petra.
- Hakim, E. Z. R., Hafidh H., dan Syukriyadin. 2017. "Perancangan Mesin Pengering Hasil Pertanian Secara Konveksi dengan Elemen Pemanas *Infrared* Berbasis Mikrokontroler *Arduino Uno* dengan Sensor DS18B20". Banda Aceh: Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala.
- Harper, C. 2006. "*Plastic Processes*". p.305. Maryland Wiley.
- Kazmer, D. 1992. "*Simulation of the Blow Molding and Thermoforming Processes*". Chicago: *Proceedings of the International Industrial Engineering Conference*, p. 269-275, IL.
- Khurmi, R. S. dan J. K. Gupta. 2005, "*Text Book of Machine Design Eurasia, Publising House*". New Delhi: ltd Ram Nagar.
- Krismasurya, P. A., Nasir W. S., dan Ceria F. M. T. 2015. "Pendekatan Six Sigma untuk Mengurangi Defect pada Proses Pembuatan Botol Plastik di Mesin Blow Molding ASB 2000 ml". Malang: Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri vol. 3 no. 1 Teknik Industri Universitas Brawijaya.
- Kristiyantoro, T. 2009. "*Optimization of Cycle Time by Response Surface Method in Manufacturing Chamomile 120 ml Bottle Using Blow Molding Process*". Depok: *Proceeding of the 11th International Conference on QiR (Quality Faculty of Engineering, University of Indonesia, Depok, Indonesia*.
- Mas'ud, M. 2017. "Optimasi Proses Mesin *Stretch Blow Moulding* pada Botol 600 ml dengan Metode RSM (*Response Surface Methodology*) Studi Kasus di PT. Uniplastindo Interbuana". Pasuruan: Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin Universitas Yudharta Pasuruan.
- Mujiarto, I. 2005. "Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Adiktif". Semarang: Jurnal, Traksi Vol.3 No.2, Desember 2005. AMNI Semarang.
- Lee, N. C. 2000. "*Understanding Blow Molding*". North Carolina: *Second Edition Hanser*.

Saputra dan Trisna J. 2004. "Elektroda untuk Pengelasan Baja Lunak". Magelang: Jurnal Teknik vol.22 no.2. Universitas Tidar Magelang.

Setyono, B., Mrihrenaningtyas, dan Abdul H. 2016. "Perancangan dan Analisis Kekuatan Frame Sepeda Hibrid "Trisona" Menggunakan Software Autodesk Inventor". Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

Sularso dan Kiyokatsu S. 2002. "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin". Jakarta: PT. Pradnya Paramitha.

Winarto. 2011. "Teknologi Pengelasan". Indonesia: *Indonesian Welding Society*.

Yang, Z., Wasif N., Gary M., Jing D., dan Kang L. 2014. "Advanced Modelling and Optimization of Infrared Oven in Injection Stretch Blow-moulding for Energy Saving". Africa: *Preprints of the 19th World Congress The International Federation of Automatic Control. Queen's University*.

Zacche, R. 2012. "Simulation and Design of an Oven for PET Blow Molding Machines". Italy: *Excerpt from the Proceedings of the 2012 COMSOL Conference in Milan*.

Program Studi Teknik Mesin

Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: Perancangan Infrared Heater pada Blow Molding Machine

Judul Naskah Publikasi: Perancangan Infrared Heater pada Blow Molding Machine

Nama Mahasiswa: Septian Harry Nugroho

NIM: 20140130164

Pembimbing 1: Cahyo Budiantoro, S.T., M.Sc.

Pembimbing 2: M. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng.

Hal yang dimintakan persetujuan *:

- | | | | |
|---|--|--------------------------------|--------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Indonesia | <input checked="" type="checkbox"/> Naskah Publikasi | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Inggris | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

*beri tanda ✓ di kotak yang sesuai



Tanda Tangan
Septian Harry Nugroho

30/08-2018

Tanggal

Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

Disetujui

30/08-2018

Tanda Tangan
Dosen Pembimbing

Tanggal

30/08-2018

Tanda Tangan

Ketua/Sekretaris Program Studi

Tanggal

Formulir persetujuan ini mohon diletakkan pada lampiran terakhir pada naskah TA.