

PERANCANGAN ALAT PELELEH COKELAT UNTUK INDUSTRI RUMAH TANGGA

Nasrullah⁽¹⁾

⁽¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang

ABSTRACT

Recently domestic bakery industry melts chocolate blocks by applying conventional method. They heat certain container filled with water and then another container for melting the chocolate block is put in that container. This process consumes lots of time and money. Therefore, it is necessary to create a tool which can accelerate chocolate melting time, work efficiently and save more time. A device for melting the chocolate can be used to store 4,5 liter of capacity. The mechanism of heating process is based on changing electrical energy to heat with by applying heating element in which the heat will be adjusted by controlling device so the chocolate in the container will melt properly. After the chocolate melts, cooker can adjust the flow of melted chocolate in assigned channel. Allocated time for this melting process depends on the capacity of chocolate inserted in the container and adjustment of heating temperature in the controlling device.

Keywords: *chocolate machine, melting process*

1. PENDAHULUAN

Cokelat (chocolate) dibuat dengan menggunakan pasta cokelat. Yang ditambahkan dengan sukrosa, lemak cokelat, dengan atau tanpa susu dan bahan-bahan lain (flavoring agent, kacang-kacangan, pasta kopi, dan sebagainya). Bahan-bahan ini dicampur dalam sebuah mixer atau paster, sehingga dihasilkan pasta cokelat yang kental. Selanjutnya mengalami proses pelembutan (refining) dan pembentukan menjadi batangan cokelat.

Cokelat batangan tersebut bisa dimakan langsung dan juga digunakan untuk berbagai macam olahan makanan seperti kue, roti atau permen. Yaitu dengan cara dileburkan dan di bentuk dengan berbagai macam bentuk.

Pengrajin kue meleburkan cokelat yang berbentuk batangan tersebut dengan cara tradisional. Kompor digunakan sebagai media pemanas, membutuhkan bahan bakar minyak. Pada saat ini bahan bakar minyak sulit untuk didapatkan, kalau pun ada para pengrajin kue harus membeli dengan harga yang lebih mahal dari harga biasanya. Selain itu jumlah cokelat yang dileburkan terbatas dan membutuhkan waktu yang lama.

Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang tumbuh dengan cepatnya, telah mendorong manusia untuk dapat menciptakan suatu pergerakan yang dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi kerja. Apabila proses manual yang masih harus dipertahankan terus-menerus tentu terjadinya

penghambatan dalam jumlah produksi. Karena memakan waktu yang cukup lama.

Seiring dengan berkembangnya zaman dan meningkatnya jumlah pemesanan. Proses peleburan yang masih harus di lakukan menggunakan cara tradisional tentu menghabiskan energi yang banyak dan juga memerlukan pekerja lebih dari satu orang. Oleh karena itu perlu kiranya di lakukan usaha untuk meningkatkan jumlah produktifitas dan efisiensi kerja.

Pembuatan desain ini dilakukan berdasarkan faktor hubungan dan komposisi bahan. Kondisi dan bentuk dari proses, ukuran alat, tipe, peningkatan kualitas produksi, kepraktisan alat dan ekonomis. Karena peralatan yang digunakan akan sangat berpengaruh terhadap biaya total operasional.

Kondisi tersebutlah yang melatar belakangi di desainnya mesin pelebur cokelat pada Perancangan ini, dengan adanya mesin ini di harapkan bisa membantu produktifitas dan mengurangi pemakaian bahan bakar serta mampu memenuhi kebutuhan dalam proses produksi untuk kedepannya. Maka dari itu Perancangan ini akan di beri judul dengan :

***"PERANCANGAN ALAT PELELEH COKELAT
BATANGAN UNTUK INDUSTRI RUMAH
TANGGA"***

2. TINJAUAN PUSTAKA

Cokelat adalah sebutan untuk hasil olahan makanan atau minuman dari biji kakao (*Theobroma cacao*). Cokelat pertama kali dikonsumsi oleh penduduk Mesoamerika kuno sebagai minuman. Cokelat juga telah menjadi salah satu rasa yang paling populer di dunia, selain sebagai cokelat batangan yang paling umum dikonsumsi, cokelat juga menjadi bahan minuman hangat dan dingin.

Cokelat merupakan makanan yang diolah dari biji kakao. Kata cokelat berasal dari *xocoatl* (bahasa nasional suku Aztec) yang kemudian kata tersebut berkembang menjadi kata *chocolat* yang berarti minuman pahit. Ada dua jenis-jenis cokelat yang digunakan dalam peleburan cokelat, sebagai berikut.

2. Couverture Chocolate

Jenis couverture adalah cokelat asli yang biasanya mengandung lemak cokelat, chocolate mass dan rasanya cenderung pahit serta harganya lebih mahal. couverture adalah jenis cokelat yang disebut “real chocolate” oleh para penggemar cokelat sejati. Cokelat jenis ini selain cepat lumer di mulut, juga memiliki rasa “fruity” yang agak pahit.

Secara garis besar kandungan di dalam cokelat couverture adalah cocoa mass dan cocoa butter dan gula. Untuk pahit dan manisnya tergantung dari keseimbangan antar jumlah real chocolatenya dengan gula. Selain rasanya enak, baik untuk kesehatan tetapi punya kelemahan secara penyimpanan dan penanganan (khususnya buat praline dan agak sensitif terhadap panas). Pengolahan cokelat ini adalah dengan cara di “temper” atau dileburkan.



Gambar 2.1. Couverture Chocolate

3. Compound Chocolate

Compound Chocolate komposisinya hampir sama dengan couverture chocolate tetapi cocoa butter yang ada digantikan oleh lemak nabati lainnya yang murah seperti minyak kelapa atau soya. Cocoa butter juga

sebenarnya termasuk lemak nabati tetapi kenapa disebut butter mungkin karena memiliki sama warna kuning dan harganya mahal seperti butter. Secara rasa compound chocolate cenderung semi-sweet atau sweet karena banyak pemahaman kalo cokelat pahit itu bukanlah cokelat, namun secara penanganan lebih mudah. Compound chocolate lebih banyak digunakan untuk cokelat dekorasi dan terkadang juga untuk buat ganache, praline dan lain-lain. Karena pertimbangan harga yang jauh lebih murah dari couverture.



Gambar 2.2. Compound Chocolate

Ada 3 jenis chocolate compound yaitu :

- 1) Dark chocolate compound yaitu cokelat batangan yang berwarna pekat, rasa cokelatnya lebih terasa dan tidak mengandung susu. Cokelat jenis ini baik digunakan untuk kue, cake, dan aneka makanan ringan lainnya.
- 2) Milk chocolate compound yaitu cokelat batangan yang berwarna cokelat yang merupakan campuran gula, kakao, cokelat cair, susu, dan vanila.
- 3) White chocolate compound yaitu cokelat batangan yang berwarna putih, mengandung cokelat batangan yang berwarna putih, mengandung cokelat dan cacao butter.

2.1. Prinsip kerja

Mesin pelebur cokelat batangan ini memiliki dua buah wadah yang ukurannya berbeda. Wadah utama lebih besar dari wadah kedua, wadah pertama berada di dalam wadah kedua yang di isi air sebagai media penghantar panas, yang mana wadah kedua akan dipanaskan dengan menggunakan elemen pemanas. Komponen pemanas yaitu berupa elemen kelistrikan yang dipasang pada wadah kedua.

Prinsip dasar dari mesin ini adalah melakukan pemanasan pada wadah kedua. Dengan ketentuan temperatur tertentu, suplai panas berasal dari arus listrik dari wadah kedua tersebut akan dihantarkan oleh air yang berada didalam wadah kedua ke wadah pertama yang berisikan cokelat. Pada wadah pertama

juga ada pipa saluran buang untuk aliran keluar dari cokelat yang telah dileburkan, yang mana pada ujung luar dari pipa tersebut ada sebuah katup yang berfungsi untuk membuka dan menutup dari aliran cokelat yang telah dileburkan. Jadi kita tidak perlu mengambil cokelat yang telah dileburkan tersebut dengan menggunakan sendok lagi.

2.1.1. Proses peleburan cokelat

Proses peleburan cokelat dengan menggunakan mesin ini yaitu.

1. Kita harus memilih cokelat batangan yang sesuai kebutuhan
2. Masukkan air secukupnya pada wadah pertama
3. Masukan cokelat batangan yang telah dipilih kedalam wadah kedua yang berfungsi sebagai tempat peleburan cokelat tersebut.
4. Tutup katup atau kran yang berada pada ujung pipa saluran buang agar cokelat yang akan dileburkan tidak keluar jika cokelat batangan tersebut sudah melebur.
5. Nyalakan mesin atau alat tersebut dengan cara menekan tombol on/off yang berada pada panel listrik yang telah terhubung dengan arus listrik sebelumnya.

Setelahnya cokelat batangan tersebut melebur. Kita tidak perlu menggunakan sendok untuk mengambil atau mengeluarkan cokelat yang telah melebur dari wadah. Operator hanya tinggal membuka katup kran yang berada pada ujung saluran buang, maka cokelat tersebut akan mengalir keluar dengan sendirinya.

3. METODOLOGI DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Diagram Alir Proses Perancangan

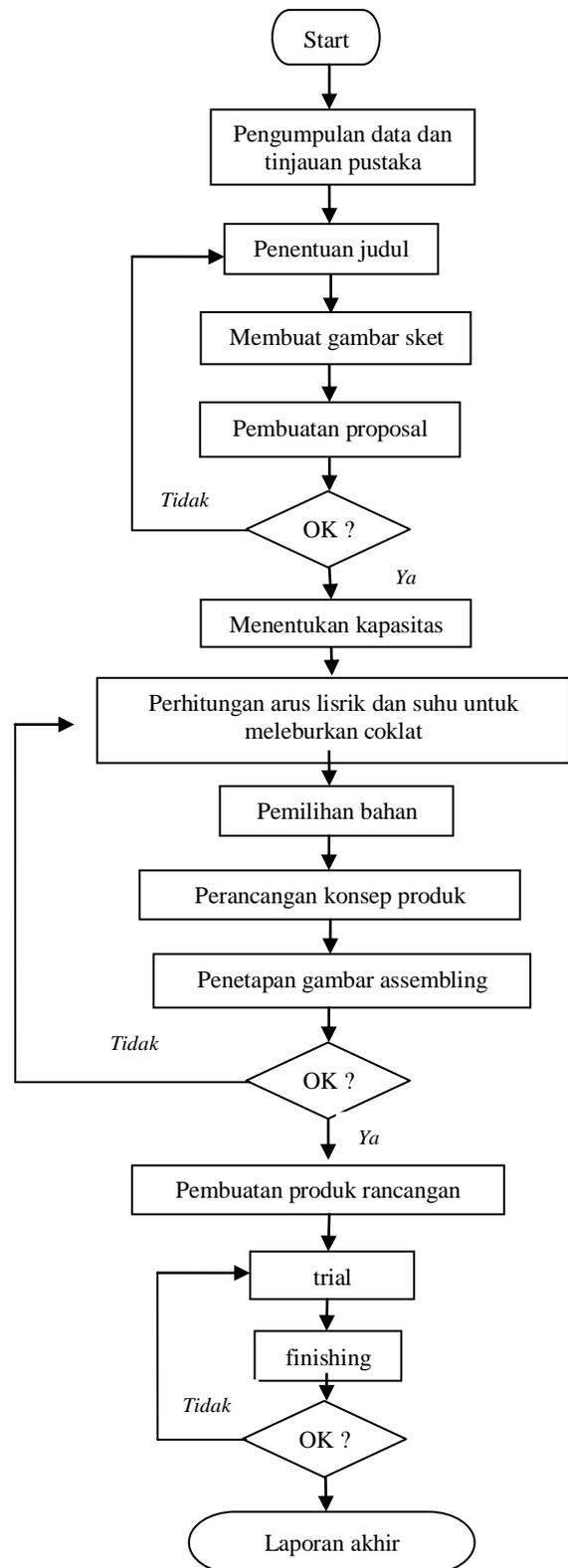
Diagram alir adalah suatu gambaran utama yang dipergunakan untuk dasar dalam bertindak. Pada perancangan diperlukan suatu diagram alir yang bertujuan untuk mempermudah dalam pelaksanaan proses perancangan.

1. Perencanaan dan penjelasan tugas
2. Perencanaan konsep produk
3. Perencanaan produk (*embodiment design*)

Berdasarkan kasus masalah yang dihadapi yaitu perencanaan pelebur cokelat batangan, pendekatan konsep yang digunakan adalah perencanaan produk dengan perencanaan simultan atau perencanaan dengan pendekatan proses produksi.

Konsep perencanaan simultan terdapat empat elemen utama, yaitu: fungsi, bentuk, material, dan produksi. Fungsi merupakan elemen penting diantara keempat

elemen perencanaan simultan. Bentuk harus disesuaikan juga dengan keadaan. Material menentukan bagaimana kualitas mesin yang akan dibuat dan ketahanannya. Setelah semuanya terdesain dengan baik produksi baru bisa berjalan.



3.2. Komponen-komponen utama

1. Wajan Utama

Wadah atau wajan yang digunakan terbuat dari bahan anti karat atau korosi, agar mesin atau alat tersebut dapat tahan lama dan tidak cepat rusak yang disebabkan oleh karat atau korosi, karena wajan utama ini adalah sebagai komponen utama dari mesin peleburan coklat tersebut. Bagian ini harus terbuat dari bahan yang mudah menghantarkan panas atau penghantar panas yang baik, karena dalam perencanaannya wajan utama akan berhubungan langsung dengan media pemanas atau berhubungan langsung dengan elemen pemanas, oleh sebab itu bagian ini harus diperhitungkan dalam pemilihan bahannya.

2. Wajan Kedua

Bagian ini spesifikasinya juga harus sama dengan bagian dari wajan utama, bagian ini juga harus terbuat dari bahan yang mudah menghantarkan panas dan terbuat dari bahan antikorosi atau korosi, karena bagian ini akan berhubungan langsung dengan bahan makanan atau coklat yang akan dilelehkan, akan tetapi wajan atau panci ini berukuran lebih kecil dari wajan utama, karena wajan kedua ini penempatannya berada di dalam wajan utama

3. Pipa

Bagian ini berfungsi sebagai saluran buang atau tempat keluar dari coklat yang telah melebur, bagian ini berhubungan dengan wajan atau panci kedua, bagian ini juga harus terbuat dari bahan antikorosi. Karena bagian ini akan berhubungan langsung dengan coklat yang telah melebur.

4. Katup

Bagian ini berhubungan dengan pipa saluran buang dari wajan kedua, jadi bahan dari katup ini juga harus terbuat dari bahan anti karat karena katup ini akan berhubungan langsung dengan coklat yang telah meleleh. Katup ini berfungsi untuk membuka dan menutup saluran keluar dari aliran coklat yang telah melebur.

5. Pengontrol panas

Panel listrik berfungsi sebagai kontrol elektrik yang akan mengalirkan arus listrik ke elemen pemanas yang berada di dalam masing-masing plat. Pada panel dipasang termokopel untuk mengontrol temperatur pemanasan yang diinginkan.

6. Elemen pemanas

Elemen pemanas ini sangat penting pada mesin ini karena elemen ini berfungsi sebagai sumber panas atau sebagai media untuk merubah energi listrik menjadi energi panas, elemen ini berhubungan langsung dengan wajan utama yang mana elemen ini

akan merubah energi listrik menjadi energi panas dan menghantarkannya pada wajan utama secara langsung.

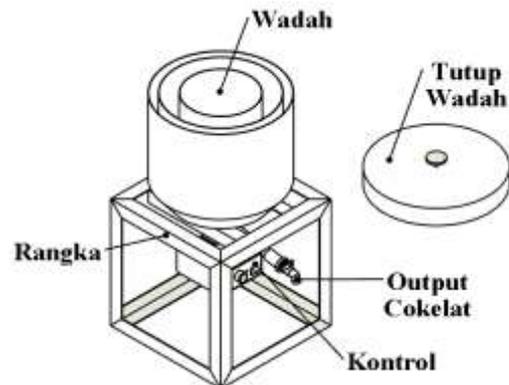
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan dan Perancangan Wadah

Untuk membuat suatu alat atau mesin dengan konstruksi yang aman serta mempunyai kekuatan dan daya yang bisa dipertanggungjawabkan. Tidak boros dalam pemakaian bahan dan alat, maka mesin perlu direncanakan terlebih dahulu. Dengan melakukan perancangan maka akan diperoleh barang-barang atau ukuran yang tetap dan sesuai dengan ketentuan yang ada. Sehingga dengan perancangan yang tepat dapat mempermudah proses pembuatan dan perakitan.

4.1.1. Luas Permukaan Wadah dan Pelindung Komponen

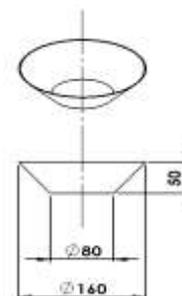
Luas permukaan bagian alat yaitu wadah dan pelindung komponen perlu dilakukan perhitungan untuk dapat menentukan berapa banyak bahan yang diperlukan untuk bagian tersebut, selain itu juga berguna untuk perhitungan tahap selanjutnya yang terkait dengan luas permukaan wadah.



Gambar 4.1. Gambar Rancangan Alat

1. Luas Dan Volume Permukaan Wadah Cokelat

a) Kerucut



Gambar 4.2. Dimensi kerucut terpotong pada wadah coklat

$$L = \sqrt{h^2 + (R + r)^2}$$

$$= 6,4 \text{ cm}^2$$

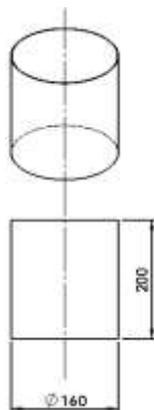
$$A = \pi \times \{r \times (r + L)\}$$

$$= 130,62 \text{ cm}^2$$

$$V = \frac{\pi \times h \times (R^2 + r^2 + R \times r)}{3}$$

$$= 556,1 \text{ cm}^3$$

b) Tabung



Gambar 4.3. Dimensi tabung pada wadah coklat

$$A = 2 \times \pi \times r \times h$$

$$= 1004,8 \text{ cm}^2$$

$$V = L \times t$$

$$= \pi r^2 \times t$$

$$= 3919,34 \text{ cm}^3$$

c) Luas permukaan dan Volume total

Jadi luas permukaan wadah 1 adalah luas permukaan kerucut ditambah luas permukaan tabung.

$$= 130,62 + 1004,8$$

$$= 1135,42 \text{ cm}^2$$

volume wadah 1 adalah volume kerucut ditambah volume Tabung.

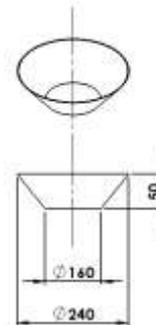
$$= 3919,34 \text{ cm}^3 + 556,1 \text{ cm}^3$$

$$= 4475,44 \text{ cm}^3$$

$$= 4,5 \text{ L}$$

2. Luas Permukaan dan Volume Wadah 2

a) Kerucut



Gambar 3.3. Dimensi kerucut terpotong pada wadah air

$$L = \sqrt{h^2 + (R + r)^2}$$

$$= 6,4 \text{ cm}^2$$

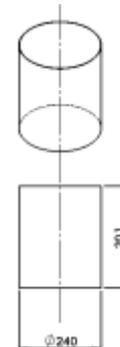
$$A = \pi \times \{r \times (r + L)\}$$

$$= 346,65 \text{ cm}^2$$

$$V = \frac{\pi \times h \times (R^2 + r^2 + R \times r)}{3}$$

$$= 1528,49 \text{ cm}^3$$

b) Tabung



Gambar 3.5. Dimensi tabung pada wadah air

$$A = 2 \times \pi \times r \times h$$

$$= 1514,73 \text{ cm}^2$$

$$V = L \times t$$

$$= 8937,57 \text{ cm}^3$$

c) Luas permukaan dan volume total

Jadi luas permukaan wadah 2 adalah luas permukaan kerucut ditambah luas permukaan tabung.

$$= 346,65 + 1514,73$$

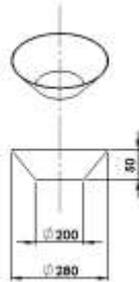
$$= 1861,38 \text{ cm}^2$$

Jadi volume wadah 2 adalah volume kerucut ditambah volume tabung kemudian dikurang volume wadah 1.

$$\begin{aligned}
 &= (8937,57 + 1528,49) - 4475,44 \\
 &= 5990,62 \text{ cm}^3 \\
 &= 5,9 \text{ L}
 \end{aligned}$$

3. Luas Permukaan Pelindung Komponen

a) Kerucut

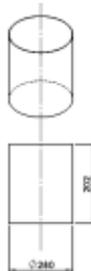


Gambar 3.6. Dimensi kerucut terpotong pada pelindung komponen

$$\begin{aligned}
 L &= \sqrt{h^2 + (R + r)^2} \\
 &= 6,4 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= \pi \times (r \times (r + L)) \\
 &= 541,96 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

b) Tabung :



Gambar 3.7. Dimensi tabung pelindung komponen

$$\begin{aligned}
 A &= 2 \times \pi \times r \times h \\
 &= 1775,98 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

c) Luas permukaan total

Jadi luas permukaan pelindung komponen adalah luas permukaan kerucut ditambah luas permukaan tabung.

$$\begin{aligned}
 &= 541,96 + 1775,98 \\
 &= 2317,94 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

4.2. Perhitungan Kalor

4.2.1. Jumlah Kalor

Jumlah kalor yang diperlukan untuk meleburkan 1 Kg cokelat adalah:

$$Q = m \cdot L$$

Dengan :

Q = jumlah kalor (J atau kal)

m = massa benda (kg)

L = kalor lebur zat (J/Kg)

Diket :

m = 1 Kg

L = 93 Kj/Kg = 93 x 10³ J/Kg

Jawab :

$$\begin{aligned}
 Q &= m \cdot L \\
 &= 93 \times 10^3 \text{ J}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya Kalor yang satuannya joule di konversikan ke satuan Kalori. (1 Joule = 0.239 Kalori)

$$\begin{aligned}
 Q &= 93 \times 10^3 \cdot 0,239 \\
 &= 22227 \text{ Kal}
 \end{aligned}$$

Jumlah air yang dibutuhkan untuk mencapai kalor 93 x 10³ J adalah:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Diket :

Q = 93 x 10³ J

c = 4,182 x 10³ J/Kg

ΔT = 40°C - 25°C = 15°C

$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T}$$

$$m = \frac{93 \times 10^3}{(4,182 \times 10^3) \cdot 15}$$

m = 1,48 Kg

$$V = \frac{m}{\rho_{\text{air}}}$$

= 1,4 L

4.3. Perhitungan Energi Listrik

4.3.1. Elemen Pemanas

Merupakan komponen vital dari alat yang telah dirancang maka perlu dilakukan perhitungan untuk mengetahui daya listrik yang bekerja pada elemen pemanas, serta untuk mengetahui kalor yang dihasilkan elemen pemanas tersebut.

Penulis menggunakan kawat nikelin (pemanas dispenser) yang memiliki daya 350 watt dan waktu pemanasan 180 detik.

Diketahui :

$$P = 350 \text{ Watt}$$

$$V = 220 \text{ v}$$

$$R = \frac{V^2}{P}$$

$$= 160 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 1,37 \text{ A}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai panas/kalor (Q) 22227 Kal adalah

$$Q = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t$$

$$t = \frac{Q}{0,24 \cdot I^2 \cdot R}$$

$$= 578,8 \text{ detik}$$

4.4. Perpindahan Kalor

Laju Perpindahan Kalor Pada Wadah Cokelat

$$\frac{Q}{t} = \frac{k \times A \times \Delta T}{l}$$

Keterangan :

- Q/t = Laju perpindahan kalor (J/s)
- k = Konduktivitas termal bahan (W/mK)
- A = Luas penampang bahan (m²)
- ΔT = Perbedaan suhu (K)
- l = Tebal Penghantar (m)

Diket:

$$K = 80,2 \text{ w/m K}$$

$$A = 1135,42 \text{ cm}^2 = 11,35 \text{ m}^2$$

$$\Delta T = 40 - 25 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$l = 1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$$

$$\frac{Q}{t} = \frac{k \times A \times \Delta T}{l}$$

$$= \frac{80,2 \times 11,35 \times 15}{0,001}$$

$$= 13654050 \text{ j/s}$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian - uraian penulisan diatas dan sesudah melalui beberapa tahapan proses pembuatan alat peleleh cokelat batangan, penulis dapat menyimpulkan:

1. Mesin peleleh cokelat batangan merupakan salah satu solusi dan upaya menghemat waktu, biaya dan juga para pengrajin makanan atau kue yang berhubungan dengan cokelat
2. Adapun data – data yang didapat pada mesin tersebut yaitu :

- 1) Jumlah kalor yang diperlukan untuk memanaskan air pada wadah yang kedua adalah: 444181,5 Kal
 - 2) Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai panas/kalor (Q) 444181,5 Kal atau 222090,75 Kal (untuk 2 elemen pemanas) adalah: 3081,4 detik
 - 3) Dimensi alat, rangka : 300 mm x 300 mm, wadah 1 : Ø 160 mm x 250mm, wadah 2 : Ø 240 mm x 251 mm, wadah 3 : Ø 280 mm x 252 mm
 - 4) Daya listrik yang dibutuhkan : 350 watt
 - 5) Kontrol yang digunakan adalah thermostat
 - 6) Kapasitas untuk wadah cokelatnya adalah : 4,5 L
 - 7) Harga jual untuk alat ini adalah Rp. 1.500.000
3. Untuk perancangan mesin peleleh cokelat batangan ini tidak semua komponen dibuat dengan proses permesinan tetapi ada juga pembelian bahan yang sudah jadi dengan ukuran standar, seperti pengontrol suhu, elemen pemanas dan lain-lain
 4. Kontrol suhu berfungsi untuk mengontrol, menghubungkan, memutuskan atau menstabilkan arus yang dibawa pengontrol panas pada mesin peleleh cokelat batangan sehingga cokelat dapat melebur dengan sempurna.

4.2. Saran

Adapun saran yang diberikan disini setelah melihat hasil dari pembuatan alat pelebur cokelat kapasitas 4,5 L adalah :

1. Periksa kondisi alat sebelum digunakan.
2. Setelah pemakaian, wadah cokelat harus segera di bersihkan agar sisa cokelat yang melekat tidak mengeras, sehingga dalam selang waktu yang lama menyebabkan saluran output cokelat dapat tersumbat.
3. Agar usia mesin ini dapat maksimal, maka sebaiknya dilakukan perawatan teratur.
4. Lakukan pekerjaan sesuai prosedur kerja.

PUSTAKA

1. A. Spivakovsky and Dyackov, *Conveyor and Related Equipment*, Peace Publisher. Moscow.
2. Josephe Shigdey Larry. D. Michell, *Perencanaan Teknik Mesin*, Penerbit Air Erlangga 1983.
3. RS Khurmi, J.K. Gupta, *Text Book Machine Design, Publishing House (PUT)*, Ram Nagar New Delhi
4. Sularso, Kiyotsu Suga, *Dasar Perencanaan Dan Pemeliharaan Mesin*, Penerbit PT. Pradya Paramita, Jakarta 1988