

## KOMPONEN-KOMPONEN DAN PERALATAN BANTU MIXER KAPASITAS 6,9 LITER PUTARAN 280 RPM

Siwan E. Perangin-angin<sup>1</sup>, Alfian Hamsi<sup>2</sup>, M. Sabri<sup>3</sup>, Ikhwanasyah Isranuri<sup>4</sup>, Indra<sup>5</sup>, Mahadi<sup>6</sup>

*edi\_siwan@yahoo.com*

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

### ABSTRAK

Pengadukan (mixing) merupakan suatu aktivitas operasi pencampuran dua atau lebih zat agar diperoleh hasil campuran yang homogen. Pada media fase cair, pengadukan ditujukan untuk memperoleh keadaan yang turbulen (bergolak). Perancangan Mesin mixer dengan menggunakan elemen pemanas ditujukan untuk pengadukan jenis bahan Thermoplastik antara campuran LDPE dan Remafin Blue. Perencanaan Mixer ini meliputi perencanaan motor penggerak, perencanaan sabuk, roda gigi, elemen pengaduk, elemen pemanas, sistem insulasi pada bejana aduk dan kelistrikan. Daya pengaduk ¼ Hp putaran 2800 rpm dan perbandingan transmisi roda gigi 1;10 menjadikan putaran maksimal 280 rpm. Elemen pemanas yang dipakai jenis *stripe Heater* dengan daya 2400 watt menghasilkan temperatur maksimal 300° C. LDPE adalah sejenis bahan *thermoplast* dengan suhu didih sekitar 115 -120 °C. bahan ini akan diaduk/ dicampurkan dengan remafin blue sebagai pewarna bahan plastik. Pengadukan dilakukan ketika bahan telah dicairkan terlebih dahulu. Dengan kapasitas dari mixer 6,9 liter.

*Kata kunci : Mixer, Komponen-komponen Mixer, Stripe Heater.*

### 1. PENDAHULUAN

Dalam sebuah industri, mesin dan alat merupakan sarana penunjang yang paling penting bagi kelancaran produksi. Untuk dapat bersaing dengan yang lain suatu industri harus bekerja secara efektif dan efisien. Cara kerja yang demikian dapat dicapai bila industri tersebut didukung oleh sistem manajemen yang baik dan juga bantuan mesin dan alat penunjang produksi yang tepat.

Proses pencampuran merupakan salah satu proses yang penting dan sering dijumpai pada sebuah industri. Pada proses pencampuran ini sebagian besar produk dihasilkan. Bahan baku dapat diolah dan dicampurkan dengan bahan – bahan lainnya. Mesin yang biasa digunakan untuk proses pencampuran ini disebut *mixer*. Bila dilihat dari segi fungsinya, mixer dapat digolongkan sebagai mesin pengolah. Mesin pengolah merupakan mesin yang digunakan untuk menyelenggarakan proses pengolahan.

Prinsip pencampuran bahan banyak diturunkan dari prinsip mekanika fluida dan perpindahan bahan akan ada bila terjadi gerakan atau perpindahan bahan yang akan dicampur baik secara horizontal ataupun vertikal. Prinsip pencampuran didasarkan pada peningkatan pengacakan dan distribusi- distribusi atau lebih komponen yang mempunyai sifat yang berbeda. Derajat pencampuran dapat dikarakterisasi dari waktu yang dibutuhkan, keadaan produk atau bahkan jumlah tenaga yang dibutuhkan untuk melakukan pencampuran. Derajat keseragaman pencampuran, dalam diukur dari sample yang diambil selama pencampuran, dalam hal ini jika komponen yang dicampur telah terdistribusi melalui komponen lain secara random (acak), maka dikatakan pencampuran telah berlangsung dengan baik. Proses pencampuran dimaksudkan untuk membuat suatu bentuk uniform dari beberapa konstituen baik liquid/ solid (pasta) atau solid/ solid dan kadang liquid-gas. Berbagai proses pencampuran harus dilakukan dalam industri pangan seperti pencampuran susu dengan coklat, tepung dengan gula atau CO<sub>2</sub> dengan air.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengertian Pencampuran

Pencampuran merupakan proses mencampurkan satu atau lebih bahan dengan menambahkan satu bahan ke bahan lainnya sehingga membuat suatu bentuk yang seragam dari beberapa konstituen baik cair-padat, padat-padat, maupun cair-gas. Komponen yang jumlahnya lebih banyak lebih banyak disebut fase kontinyu dan yang lebih sedikit disebut fase disperse. (Fellows, 1988)[1]..

Menurut Kusdarini (1997)[2]., tujuan pencampuran dengan menggunakan alat pencampur adonan (mixer) adalah untuk memperoleh adonan yang elastis dan menghasilkan pengembangan gluten yang diinginkan. Alat pencampur ini terdiri dari tempat untuk menampung bahan dan *as stainless steel*. *As stainless steel* yang bercabang tegak lurus berfungsi untuk mencampurkan bahan baku yang berputar akibat adanya puli penggerak. Batang-batang pengaduk tersebut akan memecah dan mengaduk bahan dengan meningkatkan pengacakan dan distribusi bahan, sehingga terjadi pencampuran. Campuran tersebut akan membentuk adonan yang kompak dan uniform..

## 2.2.Jenis-jenis Peralatan Pencampur

### 1. Planetary Mixer

*Planetary Mixer* merupakan alat pencampuran bahan viscous, seperti pasta.



Gambar 2.1 Planetary Mixer

### 2. Ribbon Blender

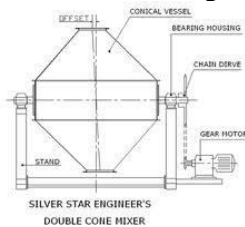
*Ribbon Blender* merupakan salah satu alat pencampur dalam sistem emulsi sehingga menghasilkan suatu dispersi/adonan yang seragam atau homogen.



Gambar 2.2 Ribbon Blender

### 3. Double Cone Blender

Alat ini merupakan alat pencampur sederhana, penggunaan energi dalam pencampurannya kecil dan cocok digunakan untuk mencampur bahan yang halus dan rapuh.



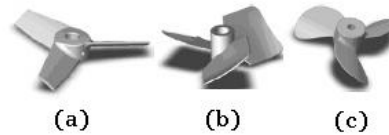
Gambar 2.3 Double Cone Mixer

## 2.3.Pengaduk

Pemilihan pengaduk yang tepat menjadi salah satu faktor penting dalam menghasilkan proses dan pencampuran yang efektif. Pengaduk jenis baling-baling (propeller) dengan aliran aksial dan pengaduk jenis turbin dengan aliran radial menjadi pilihan yang lazim dalam pengadukan dan pencampuran.

Jenis-jenis pengaduk:

### 1. Pengaduk jenis baling baling (*Propeller*)



Gambar 2.4 Pengaduk Propeler

## 2. Pengaduk Dayung (*Paddle*)



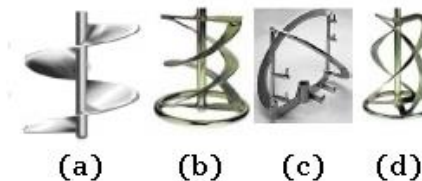
Gambar 2.5 Pengaduk Paddle

## 3. Pengaduk Turbin



Gambar 2.6 Pengaduk Turbin

## 4. Pengaduk Helical-Ribbon



Gambar 2.6 pengaduk Helical

### 2.4.Kecepatan Pengaduk

Salah satu variasi dasar dalam proses pengadukan dan pencampuran adalah kecepatan putaran pengaduk yang digunakan. Variasi kecepatan putaran pengaduk bisa memberikan gambaran mengenai pola aliran yang dihasilkan dan daya listrik yang dibutuhkan dalam proses pengadukan dan pencampuran. Secara umum klasifikasi kecepatan putaran pengaduk dibagi tiga, yaitu : kecepatan putaran rendah, sedang dan tinggi.

1. Kecepatan putaran rendah  
Kecepatan rendah yang digunakan berkisar pada kecepatan 400 rpm
2. Kecepatan Sedang  
Kecepatan sedang yang digunakan berkisar pada kecepatan 1150 rpm
3. Kecepatan tinggi  
Kecepatan tinggi yang digunakan berkisar pada kecepatan 1750 rpm

### 2.5.Jumlah Pengaduk

Penambahan jumlah pengaduk yang digunakan pada dasarnya untuk tetap menjaga efektifitas pengadukan pada kondisi yang berubah. Ketinggian fluida yang lebih besar dari diameter tangki, disertai dengan viskositas fluida yang lebih besar dan diameter pengaduk yang lebih kecil dari dimensi yang biasa digunakan, merupakan kondisi dimana pengaduk yang digunakan lebih dari satu buah, dengan jarak antar pengaduk sama dengan jarak pengaduk paling bawah ke dasar tangki. Penjelasan mengenai kondisi pengadukan dimana lebih dari satu pengaduk yang digunakan dapat dilihat dalam tabel 2.1.

Table 2.1 Kondisi Untuk Pemilihan Pengaduk

| Satu Pengaduk                                 | Dua Pengaduk                                 |
|---|--|
| ➤ Fluida dengan viskositas rendah             | ➤ Fluida dengan viskositas sedang dan tinggi |
| ➤ Pengaduk menyapu dasar tangki               | ➤ Pengaduk pada tangki yang dalam            |
| ➤ Kecepatan balik aliran yang tinggi          | ➤ Gaya gesek aliran besar                    |
| ➤ Ketinggian permukaan cairan yang bervariasi | ➤ Ukuran mounting nozzle yang minimal        |

## 2.6. Elemen Pemanas

Electrical Heating Element (elemen pemanas listrik) banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam umah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. Bentuk dan type dari Electrical Heating Element ini bermacam-macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan di panaskan.

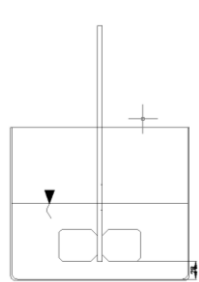
Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (Resistance Wire) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan.

## 2.7. Perpindahan Panas

Panas dapat berpindah dari suatu tempat atau benda ke tempat atau benda lain. Panas dapat berpindah dari suatu zat yang lebih panas ke zat yang lebih dingin. Dengan kata lain, panas hanya akan berpindah dari satu benda ke benda lainnya bila terdapat perbedaan temperatur diantara dua benda tersebut. Atau panas akan berpindah dari benda yang bertemperatur lebih tinggi ke benda yang temperatur lebih rendah. Karena itu dapat disimpulkan bahwa perbedaan temperatur ( $\Delta t$ ) adalah merupakan potensial pendorong bagi proses perpindahan panas. Dalam proses perpindahan panas, dikenal 3 macam metode perpindahan panas, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

## 3. PERHITUNGAN KOMPONEN ALAT

### 3.1. Menentukan Kapasitas Maksimum



Gambar 3.1 Kapasitas Bejana Aduk

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\pi}{4} \cdot D_j^2 \cdot Z \\
 &= \frac{\pi}{4} \cdot (280)^2 \cdot (112) \\
 &= 6892928 \text{ mm}^3 \\
 &= 6,9 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \\
 V &= 6,9 \text{ Liter}
 \end{aligned}$$

### 3.2. Menentukan Daya Pengaduk

$$\text{hp} = (1,29 \times 10^{-4}) (D_j^{1,1}) (L^{2,72}) (N^{2,86}) (Y^{0,3}) (Z^{0,6}) (\mu^c) (\rho^{0,86}) \dots \dots (\text{Ir. Sri Wuryani, Hal 152})$$

$$H_p = (1,29 \times 10^{-4}) (0,2465323) (0,00313) (81,58) (0,41427) (0,112^{0,6}) (585452,205) \\ (352,2266) \\ H_p = 174,256 \text{ Watt} \\ H_p = 0,174 \text{ KW}$$

### 3.3. Merencanakan Motor Penggerak

Tabel 3.1. Faktor-faktor Koreksi Daya yang Ditransmisikan

| No. | Daya yang akan ditransmisikan  | $F_c$     |
|-----|--------------------------------|-----------|
| 1.  | Daya rata-rata yang diperlukan | 1.2 – 2.0 |
| 2.  | Daya maksimum yang diperlukan  | 0.8 – 1.2 |
| 3.  | Daya normal                    | 1.0 – 1.5 |

Daya perencanaan dihitung dengan rumus :

$$P_d = P \cdot f_c \text{ (Sularso, hal 7)}$$

Dimana :

$$P = \text{Daya nominal motor} = 0,174 \text{ KW}$$

$$f_c = \text{Faktor koreksi daya} = 1,07$$

maka :

$$P_d = 0,174 \text{ KW} \times 1,07$$

$$P_d = 0,1865 \text{ KW}$$

Momen puntir

$$0,1865 = \frac{\left(\frac{T}{1000}\right)(2 \times 3.14 \frac{2800}{60})}{102}$$

$$0,1865 = \frac{\left(\frac{T}{1000}\right)(293,066)}{102}$$

$$186,5 = \frac{T (293,066)}{102}$$

$$19023 = T(293,066)$$

$$T = \frac{19023}{293,066}$$

$$T = 90,8744 \text{ kg.mm}$$

### 3.4. Merencanakan Ukuran Pasak

$$b = \frac{ds}{4} = \frac{14}{4} = 3,5 \text{ mm}$$

$$t = \frac{ds}{8} = \frac{14}{8} = 1,75 \text{ mm}$$

Mencari gaya tangensial (kg) yang terjadi

$$f = \frac{T}{\frac{ds}{2}} \\ = \frac{90,8744 \text{ kg/mm}^2}{14/2}$$

$$f = 12,982 \text{ kg}$$

$$0,59114 = \frac{12,982}{b.l}$$

$$b.l = \frac{12,982}{0,59114} \\ = 21,960$$

Jika  $b = 3,5 \text{ mm}$  maka :

$$3,5 \text{ mm } l = 21,960$$

$$l = \frac{21,960}{3,5 \text{ mm}}$$

$$l = 6,27 \text{ mm}$$

jadi ukuran pasak =  $b \cdot h \cdot l$

$$= 3,5 \times 1,7 \times 6,27$$

$$vp = 148,128 \text{ mm}^3$$

### 3.5. Merencanakan Sabuk Penggerak

- Type Sabuk Yang dipakai adalah type A

Dimana:

$$2\beta = 40^\circ$$

$$\beta = 20^\circ$$

$$\text{tg } \beta = \frac{x}{9}$$

$$x = \text{tg } 20^\circ = 3,275 \text{ mm}$$

$$b = 12,5 - 2x$$

$$= 12,5 - 2(3,275)$$

$$= 5,95 \text{ rpm}$$

- Mecari Luas sabuk

$$A = 9 \cdot b + (2 \times 0,5 \times 3,275 \times 9)$$

$$= (9 \times 5,95) + (2 \times 0,5 \times 3,275 \times 9) = 83,025 \text{ mm}^2$$

- Tegangan Sabuk

$$pd = P \times fc$$

$$pd = 0,1865 \times 1$$

$$= 0,1865 \text{ KW}$$

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 (0,1865/2800)$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times 6,6607 \times 10^{-5}$$

$$T_1 = 64,87 \text{ kg.mm}$$

$$T_2 = 9,74 \times 10^5 (0,1865/1680)$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times 1,110 \times 10^{-4}$$

$$T_2 = 108,4914 \text{ kg.mm}$$

- Menentukan Panjang Sabuk

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (dp + Dp) + \frac{1}{2} (Dp - dp)^2 - \frac{1}{4C} (Dp - dp)^2$$

$$= 2C + \frac{\pi}{2} (dp + Dp) + \frac{1}{4C} (Dp - dp)^2$$

$$= 2(33) + \frac{\pi}{2} (6 + 10) + \frac{1}{4(33)} (10 - 6)^2$$

$$= 91,24 \text{ cm}$$

$$= 912,4 \text{ mm}$$

### 3.6. Merencanakan Roda Gigi

Sebelum perancangan Roda Gigi, lebih awal kita rancangan poros roda gigi agar sesuai dengan kekuatan dan kondisi yang kita inginkan. Perancangan poros roda gigi ini juga berguna untuk perancangan bantalan yang akan dipakai untuk media untuk mengurangi gaya gesek yang terjadi pada poros, agar poros dapat tahan lama dan dapat bekerja secara optimal.



Gambar 3.2 Gambar 3 dimensi Roda Gigi

- Efisiensi transmisi

$$\begin{aligned}\eta_R &= 1 - \frac{1}{7} \left[ \frac{9 + 54}{9 \times 54} \right] \\ &= 1 - \frac{1}{7} \left[ \frac{63}{468} \right] \\ &= 1 - \frac{1}{7} [0,129] \\ &= 1 - 0,018 \\ &= 0,981 \\ &= 98,1 \%\end{aligned}$$

- Efisiensi Mekanis

$$\begin{aligned}\eta_R &= 98,1 \% \times 95\% \\ &= 0,981 \times 0,95 \\ &= 0,93195 \\ \eta_{Max} &= 93,195 \%\end{aligned}$$

- Kerugian Daya

$$\begin{aligned}P_g &= 0,1865 (1 - 0,93195) \\ &= 0,1865 (0,06805) \\ &= 0,0126 \text{ kw}\end{aligned}$$

- Efisiensi Total

$$\begin{aligned}\eta_{total} &= \left[ \frac{P_{max} - P_g}{P_{max}} \right] 100 \% \\ &= \left[ \frac{0,1865 - 0,0126}{0,1865} \right] 100 \% \\ &= \left[ \frac{0,1739}{0,1865} \right] 100\% \\ &= 93,24 \%\end{aligned}$$

### 3.7. Merencanakan Bantalan Roda gigi

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban sehingga putaran atau gerakan bolak-balik bekerja secara halus dan aman. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros dan bagian-bagian lainnya bekerja dengan baik. Pada perencanaan ini dipakai bantalan pada ujung poros. Bantalan tersebut diharapkan dapat menahan dan menjaga beban radial dan sedikit beban aksial. Berdasarkan besarnya diameter poros yaitu 10 mm, maka pada perencanaan bantalan dipilih *standar JIS 6000* untuk bantalan bola glinding.

- Bantalan pertama

Kapasitas nominal bantalan dinamis (C) = 360 kg

Kapasitas nominal statis (CO) = 196 kg

Diameter lubang (d) = 10 mm

Diameter luar (D) = 26 mm

Lebar cincin (B) = 14 mm

Jari-jari t (r) = 8 mm

Putaran transmisi = 1680 rpm

Daya pada bantalan = 4,21 KW

Umur Bantalan pertama:

$$\begin{aligned}L_b &= \frac{3157,61}{8 \times 365} \\ &= 1,08 \text{ tahun}\end{aligned}$$

- Bantalan kedua

kapasitas normal dinamis (C)=400kg

kapasitas normal statis (CO)=229 kg

diameter lubang (d) = 12 mm

diameter luar (D) = 28 mm

lebar cincin (B) = 9 mm

jari-jari fillet (l) = 0,5 mm

Putaran transmisi = 280 rpm

Daya pada bantalan = 4,5 KW

Umur bantalan kedua:

$$L_b = \frac{6487,203}{8 \times 365} \\ = 2,22 \text{ tahun}$$

### 3.7. Menentukan Putaran Pengaduk

Putaran pengaduk direncanakan adalah 280 rpm. Untuk menentukan putaran digunakan gearbox atau transmisi menggunakan gear (roda gigi) dengan perbandingan  $i = 1:6$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \\ \frac{1680}{n_2} = \frac{54}{9} \\ n_2 = \frac{15120}{54} \\ n_2 = 280 \text{ rpm}$$

### 3.8. Poros Pengaduk

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu pada mesin dipegang oleh poros.

Pada perancangan poros pengaduk ini bahan yang digunakan adalah Stenlis steel disamping sifat-sifat fisiknya yang kuat dan tangguh, bahan ini juga mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan tidak bereaksi terhadap bahan lain apabila keadaan panas tinggi, berbeda dengan bahan jenis lainnya seperti Baja carbon dll.

- **Momen Puntir Poros Pengaduk**

$$0,264 = \frac{\left(\frac{T}{1000}\right)(2 \times 3.14 \frac{280}{60})}{102}$$

$$0,264 = \frac{\left(\frac{T}{1000}\right)(29,3066)}{102}$$

$$264 = \frac{T(29,3066)}{102}$$

$$26928 = T(29,3066)$$

$$T = \frac{26928}{29,3066}$$

$$T = 918,84 \text{ kg.mm}$$

- **Tegangan Geser yang diijinkan**

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \times Sf_2}$$

$$\tau_a = \frac{81,55}{5,6 \times 1,3}$$

$$\tau_a = 11,202 \text{ kg/mm}^2$$

- **Diameter Poros Pengaduk**

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3}$$

$$d_s = \left[ \frac{5,1}{11,202} \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 918,84 \right]^{1/3}$$

$$d_s = [501,99]^{1/3}$$

$$d_s = 7,931 \text{ mm}$$

- **Kecepatan Keliling Pengaduk**

$$VP = \frac{\pi \times 128 \times 280}{60000}$$



$$= \frac{112537,6}{60000}$$

$$= 1,875 \text{ m/}$$

### 3.9.Termostat

Termostat adalah alat kontrol untuk mengatur suhu didalam tabung pada batas suhu yang tertentu dengan membuka dan menutup kontak listrik secara otomatis. Thermostat ini sudah ditentukan sendiri dari pabrikannya. Ada yang harus diperhatikan dalam merangkai kelistrikan dari thermostat, tidak boleh sampai terbaik dalam memasang setiap terminalnya karna akan mengganggu kerja dari thermostat dan elemen pemanas yang bias mengakibatkan rusak atau terbakarnya Thermostat maupun Elemen Pemanas



Gambar 3.4Termostat

### 3.10.rockwool

Bahan ini digunakan sebagai lapisan isolator,digunakan untuk mencegah panas dari *solar box* hilang keluar.



Gambar 3.5 Rockwool

### 3.11.Plat Alumeniun

Bahan ini digunakan sebagai kolektor. Plat Aluminium yang memiliki konduktivitas yang bagus dan di beri cat hitam agar radiasi yang masuk pada *solar box* akan diserap sepenuhnya oleh plat aluminium.



Gambar 3.6 Plat Aluminium

### 3.12.termometer

Thermometer berguna sebagai indicator/penunjuk suhu yang telah tercapai pada alat mixer



Gambar 3.7 Termometer

### 3.13.Speed Control

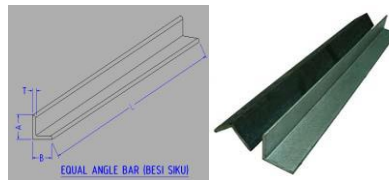
Speed control berfungsi untuk mengatur kecepatan motor tersebut. Kecepatan motor induksi ditentukan oleh frekuensi tegangan dan jumlah kutub motor, seperti yang dijelaskan dalam Kontrol kecepatan router ini bekerja dengan Universal sikat-jenis motor AC / DC.



Gambar 3.8 Speed Control

### 3.14.Rangka Mesin Mixer

Untuk rangka darimesin mixer menggunakan Besi jenis siku 30 atau dalam kehidupan sehari-hari sering disebut juga Besi L 30.



Gambar 3.9 Besi Siku

### 3.15.Mesin Mixer Dengan Pemanas

Dari hasil pecancangan elemen-elemen mesin dan komponen-komponen peralatan maka di bawah ini hasil jadi dari perancangan



Gambar 3.10 Mesin Mixer

## 4. PERHITUNGAN ELEMEN PEMANAS

### 4.1.Elemen Pemanas Pada Mixer

Elemen pemanas merupakan piranti yang mengubah energi listrik menjadi energi panas melalui proses *Joule Heating*. Prinsip kerja elemen panas adalah arus listrik yang mengalir pada

elemen menjumpai resistansinya, sehingga menghasilkan panas pada elemen. Dalam hal ini Elemen Pemanas digunakan pada mesin Mixer.

#### 4.2. Perencanaan Elemen Pemanas

Dalam merencanakan Elemen Pemanas banyak factor yang harus dilihat dari pemilihan jenis Elemen Pemanas, Perencanaan daya maksimal yang akan digunakan, temperature perencanaan pada elemen pemanas sesuai dengan kebutuhan atau spesifikasi mesin yang akan dibuat, dan salah satu factor yang paling penting kelistrikan dari rangkaian elemen pemanas, kelistrikan adalah salah satu factor yang harus diperhatikan sebaik mungkin, karna listrik ada sumber energi yang apabila salah penggunaannya atau salah perangkaiannya akan menyebabkan kerugian pada pemakai alat tersebut.

Maka dibawah ini adalah garis besar dari tahap perencanaan suatu elemen pemanas dari suatu mesin Mixer.

##### 4.2.1. Pemilihan Jenis Elemen Pemanas

Elemen Pemanas yang digunakan adalah jenis Stripe Heater. Bentuk Stripe ini kemudian di bulatkan dengan mesin rol sehingga menjadi bentuk sabuk yang diameternya disesuaikan dengan wadah/bejana aduk. Bejana aduk pada mesin mixer ini mempunyai diameter sebesar  $d = 280 \text{ mm}$ .



Gambar 4.1 Elemen Pemanas Strip

##### 4.2.2. Analisa Perencanaan Elemen Pemanas

- Menhitung kuat arus

$$P = I \cdot V$$

Dimana:

$P$  = Daya ( Watt )

$I$  = Besarnya Arus ( Amper )

$V$  = Beda Potensial/Tegangan ( Volt )

$$2400 = I \times 220$$

$$I = \frac{2400}{220}$$

$$I = 10,9 \text{ A} \approx 11 \text{ A}$$

- Besarnya Hambatan

$$R = \frac{220}{11}$$

$$R = 20 \Omega$$

- Menghitung Panjang Elemen Pemanas

$$L = 2 \pi R$$

Dimana:

$L$  = Panjang elemen Pemanas

$r$  = Jari-jari Bejana (0,140 m)

$$L = 2 \pi (0,280)$$

$$L = 0,87 \text{ m}$$

- Menentukan Luas permukaan Elemen pemanas

Untuk tebal elemen pemanas disimbolkan dengan  $t = 3 \text{ mm}$  dan tinggi Elemen Pemanas disimbolkan dengan  $H = 100 \text{ mm}$

$$A = H \times t$$

$$A = 0,01 \cdot 0,003$$

$$A = 0,00003 \text{ m}^2$$

Dengan demikian kita dapat menentukan nilai ketetapan relatifitas Elemen Pemanas

$$20 = \rho \frac{0,87}{0,00003}$$

$$\rho = \frac{0,0006}{0,87}$$

$$\rho = 0,000689 \Omega \text{ m} = 0,69 \Omega \text{ mm}$$

Menghitung besarnya Koefesien Konfeksi dari Elemen pemanas jenis Mika

$$2400 = h (0,00003) (0,87) (300 - 50)$$

$$2400 = h (0,006525)$$

$$h = \frac{2400}{0,006525}$$

$$h = 367816,092 \text{ watt/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

menghitung besarnya Kalor yang dihasilkan persatuan volume (q) dapat digitung dari.

$$\rho = q \cdot v$$

dimana:

$\rho$  =Ketetapan Relatifitas elemen Pemanas

$v$  = volume dari elemen Pemanas (  $A \times L$  )

$q$  = Kalor yang diperlukan persatuan volume

$$0,000689 = q (0,00003) (0,87)$$

$$0,000689 = q (0,00002610)$$

$$q = \frac{0,000689}{0,0000261}$$

$$q = 26,39 \Omega \text{m}$$

#### 4.3.Kelistikan Elemen Pemanas

Karna dibutuhkan rangkaian listik untuk menghubungkan antara Terminal 1 dengan Terminal yang lain, dalam hal ini Kabel Listrik sebagai Penghubung antar peralatan listrik juga harus dipertimbangkan atau direnakan dengan baik, agar nantinya tidak terjadi gangguan atau kesalahan yang berakibat buruk dikemudian hari. Dengan itu untuk menentukan kabel listik yang akan digunakan dapat dilihat dari penggunaan daya maksimum dan pengaruhnya terhadap jumlah arus suatu peralatan listik, dimana Elemen Pemanas mempunyai Daya maksimum 2400 watt.

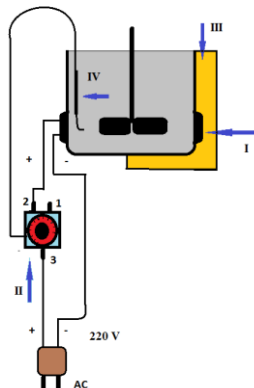
$$P = V.I$$

$$I = \frac{2400}{220}$$

$$I = 10,9 \text{ A}$$

##### 4.3.1.Rangkaian Listrik

Rangkaian Listrik adalah suatu kumpulan komponen elektronika yang saling di hubungkan atau di rangkai dengan sumber tegangan menjadi satu kesatuan yang memiliki fungsi dan kegunaan tertentu. Rangkaian Listrik hanya terdapat arus listrik yang dapat mengalir jika listrik tersebut berada dalam keadaan terbuka.



Gambar 4.2 Rangkaian Listrik

Ket:

I = Elemen Pemanas Jenis Strip

II = Thermostat

1 = Terminal 1 Thermostat

Pada Terminal ini dapat juga digunakan indikator seperti lampu, sirine atau lain-lain untuk menunjukkan pencapaian suhu yang diinginkan

2 = Terminal 2 Thermostat

3 = Terminal 3 Thermostat

III = Rockwool

IV = Thermocouple

#### 4.4. Insuline Material Pada Elemen Pemanas

Pada system Pemanasan pada mesin ini digunakan Insuline yang bertujuan untuk menahan panas keluar system agar tidak banyak energy yang terbuang, dalam hal ini energy berupa energy Panas (Kalor). Apabila tidak diberikan insulin pada elemen pemanas, maka beban/resistansi yang terjadi akan semakin besar yang berbanding lurus dengan meningkatnya nilai kuat arus listrik (I). Jika jumlah yang mengalir melebihi dari kapasitas/daya maksimum, maka akan menyebabkan jebolnya atau kerusakan pada elemen pemanas dan elemen-elemen kelistrikan yang lain. Maka diperlukan insulin material untuk mengurangi kerugian energy yang terbuang. Untuk insulin material digunakan Rockwool.



Gambar 4.3 Rockwool

#### 4.5. Menghitung Laju Perpindahan Panas

Dari system yang sudah dibuat, kita dapat menghitung laju perpindahan panas melalui bejana Aduk dan insulin material. Untuk menghitung koefisien perpindahan panas pada bejana atau berjaket/insuline dengan menggunakan rumus

$$\frac{h_j D_j}{k} = 0,36 \left[ \frac{L^2 n \rho}{\mu} \right]^{2/3} \left[ \frac{C \mu}{k} \right]^{1/3} \left[ \frac{\mu}{\mu_w} \right]^{1/4}$$

$$\frac{h_j D_j}{k} = 0,36 \left[ \frac{L^2 n \rho}{\mu} \right]^{2/3} \left[ \frac{C \mu}{k} \right]^{1/3} \left[ \frac{\mu}{\mu_w} \right]^{1/4}$$

$$\frac{h_j(0,280)}{0,32} = 0,36 [2,83 \times 10^{-3}]^{2/3} [142406250]^{1/3} [1]^{1/4}$$

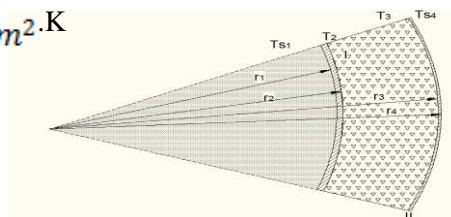
$$\frac{h_j(0,280)}{0,32} = 0,36 (0,020086) (518,95) (1)$$

$$h_j(0,280) = 3,7525 \times 0,32$$

$$h_j(0,280) = 1,2008$$

$$h_j = \frac{1,2008}{0,280}$$

$$h_j = 4,28858 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$



Gambar 4.4 Analisa Laju Perpindahan panas pada bejana aduk

Untuk menghitung suhu persinggungan terhadap Bejana Aduk (stenlis Steel), Rockwool dan Aluminium, maka dapat dilakukan dengan cara :

$$Q = \frac{T_{\infty,1} - T_{s,1}}{\frac{1}{h_1 2\pi r_1 L}}$$

$$\begin{aligned} T_{s,1} &= T_{\infty,1} - \frac{Q}{h_1 2\pi r_1 L} \\ &= 115 - \frac{Q}{(4,28858)2\pi(0,14)(0,240)} \\ &= 115 - \frac{51,51}{0,905} \\ &= 115 - 57 \end{aligned}$$

$$T_{s,1} = 58^\circ\text{C}$$

- Pada Rockwool

$$\begin{aligned} Q &= \frac{T_{s,1} - T_2}{\frac{l_n r_2 / r_1}{2\pi k L}} \\ T_2 &= T_{s,1} - \frac{Q \left( \frac{l_n r_2}{r_1} \right)}{2\pi k L} \\ &= 58 - \frac{51,51 \left( \frac{l_n (0,1405)}{(0,14)} \right)}{2\pi (15,1)(0,240)} \\ &= 58 - \frac{51,51 (0,003565)}{22,75872} \\ &= 58 - 0,0080688 \end{aligned}$$

$$T_2 = 57,992^\circ\text{C}$$

- Pada Aluminium

$$\begin{aligned} Q &= \frac{T_2 - T_3}{\frac{l_n r_3 / r_2}{2\pi k_I L}} \\ T_3 &= T_2 - \frac{Q \left( \frac{l_n r_3}{r_2} \right)}{2\pi k_I L} \\ &= 57,992 - \frac{51,51 \left( \frac{l_n (0,1805)}{(0,1405)} \right)}{2\pi (0,042)(0,240)} \\ &= 57,992 - \frac{51,51 (0,2505)}{0,633} \\ &= 57,992 - 20,384 \end{aligned}$$

$$T_3 = 37,6^\circ\text{C}$$

- Pada dinding luar aluminium

$$\begin{aligned} Q &= \frac{T_3 - T_{s,4}}{\frac{l_n r_4 / r_3}{2\pi k_{II} L}} \\ T_{s,4} &= T_3 - \frac{Q \left( \frac{l_n r_4}{r_3} \right)}{2\pi k_{II} L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 37,6 - \frac{51,51 \left( l_{n(0,1807)} / (0,1805) \right)}{2\pi(237)(0,240)} \\
&= 37,6 - \frac{51,51(0,010742)}{357,2064} \\
&= 37,6 - 0,0016 \\
T_{s,4} &= 37,5998 \text{ }^{\circ}\text{C}
\end{aligned}$$

## 5. KESIMPULAN

1. Pada perancangan alat Mixer dengan Pemanas ini dapat diketahui besarnya daya dan kapasitas Maksimum Bejana aduk sebesar  
 $P = 0,1865 \text{ kw}$   
 $V = 6,9 \text{ Liter}$
2. Pada Perancangan Elemen Pemanas ini kita Jenis Elemen Pemanas yang sesuai adalah jenis elemen Pemanas Jenis Stripe.
3. Pada Perancangan Elemen Pemanas dapat diketahui besarnya:  
 Daya  $= 2400 \text{ Watt}$   
 Panjang Elemen pemanas (L)  $= 0,87 \text{ m}$   
 Luas Permukaan Elemen (A)  $= 0,00003 \text{ m}^2$   
 Nilai ketetapan Elemen  $(\rho) = 0,000689 \text{ } \Omega \text{ mm}$   
 Koefisien Konfeksi Elemen  $(h) = 367816,092 \text{ watt/m}^3 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 Kalor yang dihasilkan (q)  $= 26,39 \text{ } \Omega \text{ m}$
4. Laju Perpindahan Panas Pada system Bejana aduk dengan insulin material  
 Laju Perpindahan Panas (Q)  $= 51,51 \text{ watt}$

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fellows .1988. Pengadukan Mixer.jakarta
- [2] Kusdarini.1997.Pencampuran bahan.jakarta
- [3] Ansys Inc. *Ansys Fluent Documentation*. Ansys Inc
- [4] D. S. DICKEY .1988“*Mechanical Design of Mixing Equipment*”. *Mix Tech, Inc.*
- [5] Spott,M.F, 1987.”*Design Of Machine Element*”, Fifth Edition, Prentice - Hall, New – Jersey :1
- [6] Wahyuni Sri. Ir,1990 “ *Perpindahan Panas*” Erlangga : Jakarta
- [7] Kent’s.1950“*Mechanical Engineers’s Handbook*”,Twelfth Edition Design and Production Voleme,Tokyo Japan: Wiley Toppan.
- [8] Rajamani , Gokul Krishnan. 2006. *CFD Analysis of Air Flow Interactions in Vehicle Platoons*. School of Aerospace, Mechanical and Manufacturing Engineering RMIT University