

**APPENDIX A**

**PERHITUNGAN NERACA MASSA**

## APPENDIX A

### PERHITUNGAN NERACA MASSA

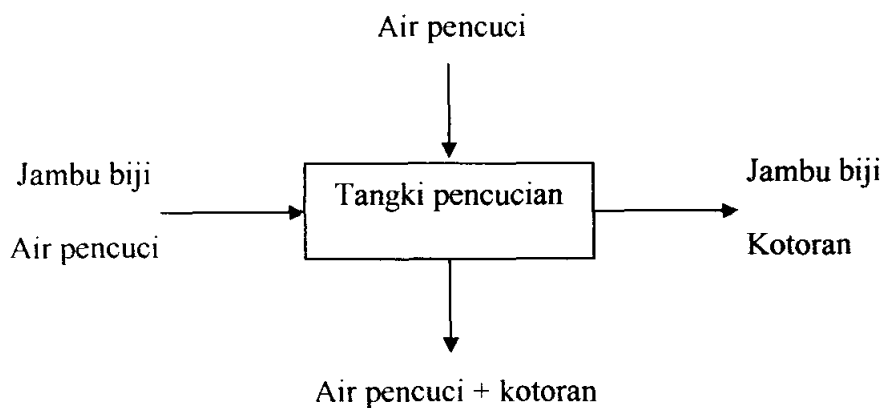
Kapasitas produksi 3300 ton/tahun.

Satuan massa = kilogram/hari.

Dalam 1 tahun pabrik beroperasi selama 300 hari.

Jadi kapasitas produksi dalam satu hari =  $\frac{3300}{300} = 11 \text{ ton} = 11000 \text{ kg}$

#### 1. BAK PENCUCIAN (F-112)



Dari hasil percobaan didapat :

- pengotor yang berupa tanah atau debu sebesar 0,5 % dari massa sebelum pencucian.
- air pencuci yang terikat sebesar 1% dari massa air pencuci masuk.

massa air pencuci = sebanyak massa jambu yang dicuci [1].

Massa jambu kotor (sebelum pencucian) = 6300 kg

Komponen masuk terdiri dari :

$$\text{Jambu biji kotor} = 6300 \text{ kg}$$

$$\text{Air pencuci} = 6300 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Total komponen masuk} &= \text{jambu biji kotor} + \text{air pencuci} \\ &= (6300 + 6300) \text{ kg} \\ &= 12600 \text{ kg} \end{aligned}$$

Komponen keluar terdiri dari :

$$\text{Kotoran} = \frac{0,5}{100} \times 6300 = 31,5 \text{ kg}$$

$$\text{Air pencuci} = 6300 - \left( \frac{1}{100} \times 6300 \right) = 6237 \text{ kg}$$

$$\text{Jambu biji bersih} = (\text{massa jambu biji kotor} - \text{massa kotoran}) + \text{Air pencuci}$$

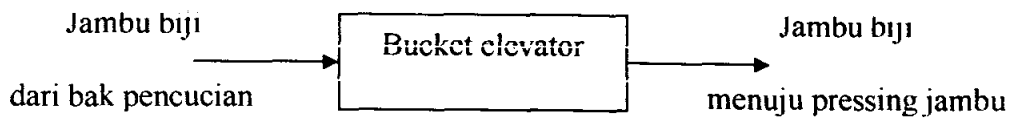
yang terikut

$$\begin{aligned} &= (6300 - 31,5) + \left( \frac{1}{100} \times 6300 \right) \\ &= 6331,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Keseluruhan dari perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

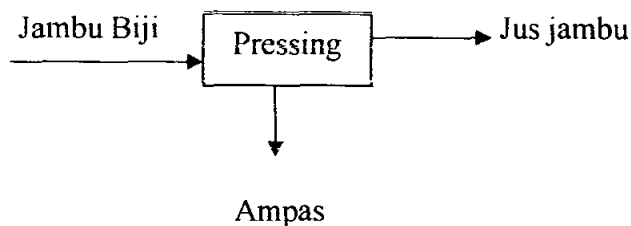
Masuk	Massa (kg)	Keluar	Massa (kg)
Jambu Biji Kotor	6300	<b>Ke pressing jambu (H-110):</b>	
Air pencuci	6300	Jambu biji bersih	6331,5
		<b>Ke pembuangan:</b>	
		Air pencuci	6237
		Kotoran	31,5
Total	12600	Total	12600

## 2. BUCKET ELEVATOR (J-112)



Masuk	Massa (kg)	Keluar	Massa (kg)
Dari bak pencucian (F-112) Jambu Biji	6331,5	Ke pressing jambu (H-110): Jambu biji	6331,5
Total	6331,5	Total	6331,5

## 3. PRESSING JAMBU (H-110A)



Dari hasil percobaan didapat :

- Daging buah dan biji sebesar 87,48% dari massa jambu biji.
- Daging buah dan biji setelah proses pressing menjadi jus jambu.
- Seluruh kulit terbuang menjadi ampas.
- Jus jambu yang terikut dalam ampas sebesar 5% dari massa jus yang dihasilkan dari pressing.

Komponen masuk : jambu biji bersih = 6331,5 kg

Komponen yang keluar terdiri dari :

### 1. Jus Jambu

$$\text{Jus Jambu hasil pressing} = \frac{87,48}{100} \times 6331,5 \text{ kg} = 5538,8 \text{ kg}$$

Jus Jambu yang menuju screening = Jus jambu hasil pressing – Jus jambu

yang terikut ampas

$$= 5538,8 \text{ kg} - \left(\frac{5}{100} \times 5538,8\right) \text{ kg}$$

$$= 5261,9 \text{ kg}$$

## 2. Ampas

Kulit jambu = jambu biji bersih – jus jambu

$$= 6331,5 \text{ kg} - 5538,8 \text{ kg}$$

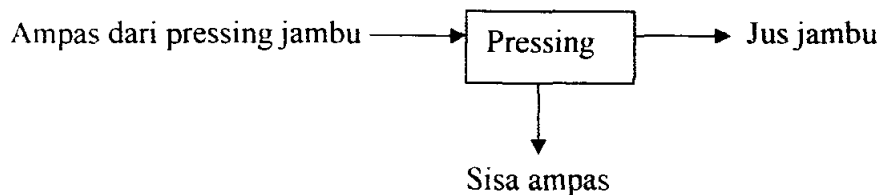
$$= 792,7 \text{ kg}$$

$$\text{Jus jambu yang terikut ampas} = \frac{5}{100} \times 5538,8 \text{ kg} = 276,9 \text{ kg}$$

Keseluruhan dari perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Masuk	Massa (kg)	Keluar	Massa (kg)
Dari bucket elevator (J-112) Jambu biji bersih	6331,5	Ke screening (H-111) Jus Jambu Ke pressing ampas (H-110B) Ampas : Kulit Jus jambu	5261,9  792,7 276,9
Total	6331,5	Total	6331,5

## 4. PRESSING AMPAS (H-110B)



Dari hasil percobaan didapatkan :

- Jus jambu yang dapat lolos pressing ampas sebesar 38,7 % dari massa ampas masuk.

Komponen masuk :

Ampas = Kulit + Jus jambu yang terikut dalam ampas

$$= 792,7 \text{ kg} + 276,9 \text{ kg}$$

$$= 1069,6 \text{ kg}$$

Komponen keluar terdiri dari :

1. Jus jambu

$$\text{Jus jambu} = \frac{38,7}{100} \times 1069,9 = 107,2 \text{ kg}$$

2. Sisa ampas = kulit + jus jambu sisa

$$= 792,7 \text{ kg} + (1069,6 - 107,2 - 792,7) \text{ kg}$$

$$= 792,7 \text{ kg} + 169,8 \text{ kg}$$

$$= 962,4 \text{ kg}$$

Total komponen keluar = jus jambu + sisa ampas

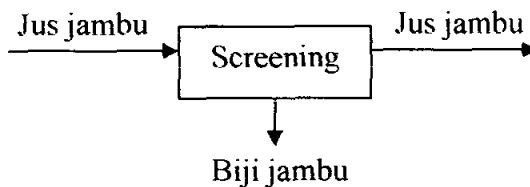
$$= 107,2 \text{ kg} + 962,4 \text{ kg}$$

$$= 1069,6 \text{ kg}$$

Keseluruhan dari perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Masuk	Massa (kg)	Keluar	Massa (kg)
<b>Dari pressing jambu (H-110A)</b>		<b>Ke screening (H-111)</b>	
Ampas :		Jus jambu	107,2
Kulit jambu	792,7	<b>Ke pembuangan</b>	
Jus jambu	276,9	Sisa ampas :	
		Kulit jambu	792,7
		Jus jambu sisa	169,8
<b>Total</b>	<b>1069,6</b>	<b>Total</b>	<b>1069,6</b>

## 5. SCREENING (H-111)



Asumsi : tidak ada biji jambu yang lolos screen

Dari hasil percobaan didapatkan bahwa persentase biji sebanyak 8,9 % dari massa jus jambu.

Komponen masuk berupa jus jambu yang terdiri dari :

1. Jus dari pressing jambu

$$\text{Jus jambu biji} = 5261,9 \text{ kg}$$

2. Dari pressing ampas

$$\text{Jus jambu biji} = 107,2 \text{ kg}$$

Jadi total komponen masuk = jus jambu dari pressing jambu + jus jambu dari pressing ampas

$$= 5261,9 + 107,2 \text{ kg}$$

$$= 5369 \text{ kg}$$

Komponen keluar terdiri dari :

1. Biji jambu =  $\frac{8,9}{100} \times 5369 \text{ kg} = 477,8 \text{ kg}$
2. Jus jambu (tanpa biji) = Jus jambu masuk – biji  
 $= 5369 \text{ kg} - 477,8 \text{ kg}$   
 $= 4891 \text{ kg}$

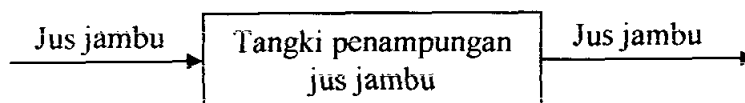
Total komponen keluar = jus jambu + biji jambu  
 $= 4891 \text{ kg} + 477,8 \text{ kg}$   
 $= 5369 \text{ kg}$

Keseluruhan dari perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Masuk	Massa (kg)	Keluar	Massa (kg)
Dari pressing jambu (H-110A) Jus jambu	5261,9	Ke tangki penampungan jus jambu (F-211)	4891
Dari pressing ampas (H-110B) Jus jambu		Jus dari pressing jambu dan ampas	
	107,2	Ke pembuangan	477,8
		Biji dari pressing jambu dan ampas	
Total	5369	Total	5369

## 6. TANGKI PENAMPUNGAN JUS JAMBU (F-211)

Tangki penampungan jus jambu digunakan untuk menampung jus jambu sebelum masuk ke proses mixing.



Komponen masuk: jus dari screening = 4891 kg

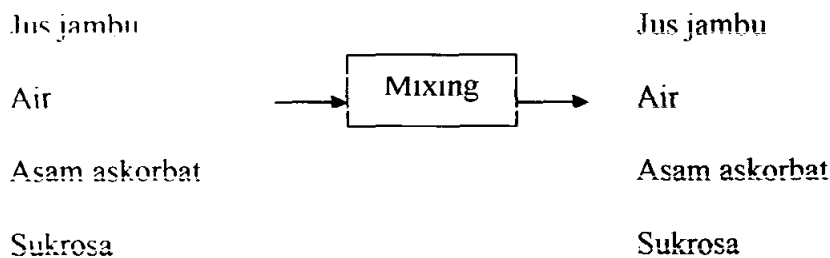
Komponen keluar = komponen masuk = 4891 kg



Keseluruhan dari perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Masuk	Massa(kg)	Keluar	Massa(kg)
Dari screening (H-111) : Jus jambu	4891	Ke mixing (M-210) : Jus jambu	4891
Total	4891	Total	4891

## 7. MIXING (M-210)



Asam askorbat yang digunakan sebesar 0,75% dari massa jus jambu [1]

Sukrosa yang digunakan sebesar 24,15 % dari massa jus jambu [1].

Air yang ditambahkan = massa jus jambu [1].

Komponen masuk terdiri dari :

$$\text{Jus jambu} = 4891 \text{ kg}$$

$$\text{sukrosa} = \frac{24,15}{100} \times 4891 \text{ kg} = 1181,2 \text{ kg}$$

$$\text{Asam askorbat} = \frac{0,75}{100} \times 4891 \text{ kg} = 36,7 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 4891 \text{ kg}$$

Total komponen masuk = Jus jambu + sukrosa + Asam askorbat + Air

$$= (4891 + 1181,2 + 36,7 + 4891) \text{ kg}$$

$$= 11000 \text{ kg}$$

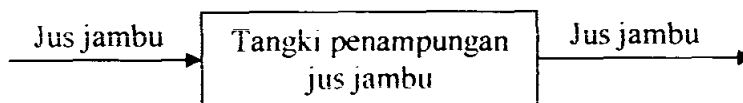
Komponen keluar = komponen masuk

Keseluruhan dari perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Masuk	Massa (kg)	Keluar	Massa (kg)
<b>Dari tangki penampungan jus jambu (F-211)</b>		<b>Ke PHE (E-310)</b>	
Jus jambu	4891	Jus jambu produk	11000
Air	4891		
Sukrosa	1181,2		
Asam askorbat	36,7		
<b>Total</b>	<b>11000</b>	<b>Total</b>	<b>11000</b>

### 8. TANGKI PENAMPUNGAN (F-312)

Tangki penampungan jus jambu digunakan untuk menampung jus jambu sebelum masuk ke PHE.



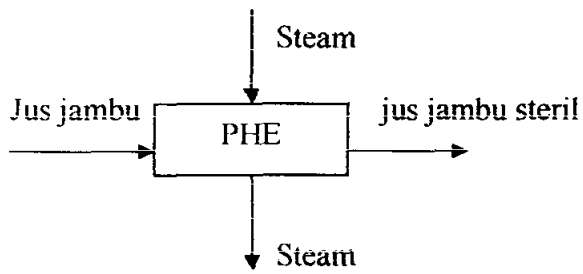
Komponen masuk: jus jambu dari mixing = 11000 kg

Komponen keluar = komponen masuk = 11000 kg

Keseluruhan dari perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Masuk	Massa(kg)	Keluar	Massa(kg)
<b>Dari mixing (M-210) :</b>		<b>Ke PHE (E-310) :</b>	
Jus jambu	11000	Jus jambu	11000
<b>Total</b>	<b>11000</b>	<b>Total</b>	<b>11000</b>

## 9. PHE (E-310)



Masuk	Massa (kg)	Keluar	Massa (kg)
Dari tangki penampungan (F-310)		Ke pengemasan (X-410)	
Jus jambu	11000	Jus jambu steril	11000
Total	11000	Total	11000

## **APPENDIX B**

### **PERHITUNGAN NERACA PANAS**

**APPENDIX B****PERHITUNGAN NERACA PANAS**

Kapasitas produksi : 3300 ton/tahun

Waktu produksi : 300 hari/tahun

Satuan panas : kJ

Basis waktu : 1 hari

Temperatur referensi : 25°C

Cp untuk masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

$$\text{❖ } C_p \text{ air pada suhu } 30^\circ\text{C} = 4,181 \text{ kJ/kg.K} \quad [14]$$

$$\text{❖ } C_p \text{ air pada suhu } 60^\circ\text{C} = 4,187 \text{ kJ/kg.K} \quad [14]$$

$$\text{❖ } C_p \text{ air pada suhu } 90^\circ\text{C} = 4,208 \text{ kJ/kg.K} \quad [14]$$

$$\text{❖ } C_p \text{ jus jambu biji} = 3,22 \text{ kJ/kg.K} \quad [12]$$

$$\text{❖ } C_p \text{ sukrosa} = 1,297\text{E-}03 \text{ kJ/kg.K} \quad [6]$$

$$\text{❖ } C_p \text{ asam askorbat} = A + BT + CT^2 \text{ (J/mol.K)} \quad [18]$$

$$\text{dengan: } A = -49,562$$

$$B = 0,3925$$

$$C = 0$$

**1. MIXING (M-210)**

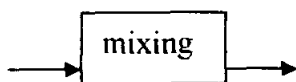
$$T = 30^{\circ}\text{C}$$

$$T = 60^{\circ}\text{C}$$

Jus Jambu

Jus Jambu

Air



Air

Asam Askorbat

Asam Askorbat

Sukrosa

Sukrosa

**Panas masuk**

- Jus jambu

$$\begin{aligned}\Delta H \text{ Jus jambu} &= m \times C_p \times \Delta T \\ &= 4891 \text{ kg} \times 3,22 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 78748 \text{ kJ}\end{aligned}$$

- Air

$$\begin{aligned}\Delta H \text{ air} &= m \times C_p \times \Delta T \\ &= 4891 \text{ kg} \times 4,181 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 102250 \text{ kJ}\end{aligned}$$

- Asam askorbat

$$\begin{aligned}C_p \text{ Asam askorbat} &= A + BT + CT^2 \\ &= -49,562 + (0,3925 \times 303) + 0 \\ &= 232,99 \text{ J/mol.K} = 1,32 \text{ J/kg.K}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H \text{ Asam askorbat} &= m \times C_p \times \Delta T \\ &= 36,7 \text{ kg} \times 0,00132 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 0,2 \text{ kJ}\end{aligned}$$

- Sukrosa

$$\begin{aligned}\Delta H \text{ Sukrosa} &= m \times C_p \times \Delta T \\ &= 1181,2 \text{ kg} \times 1,297\text{E-}03 \text{ kJ/kg.K} \times (303-298) \text{ K} \\ &= 7,7 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total } \Delta H \text{ masuk} &= \Delta H \text{ Jus jambu} + \Delta H \text{ Air} + \Delta H \text{ Asam askorbat} + \Delta H \text{ Sukrosa} \\ &= 78748 \text{ kJ} + 102250 \text{ kJ} + 0,2 \text{ kJ} + 7,7 \text{ kJ} \\ &= 181006 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Asumsi : } \Delta H \text{ loss} &= 15 \% \Delta H \text{ masuk} && [8] \\ &= 0,15 \times 181006 \text{ kJ} \\ &= 27151 \text{ kJ}\end{aligned}$$

### Panas keluar

- Jus jambu

$$\begin{aligned}C_p \text{ jus jambu campuran} &= (0,44 \times C_p \text{ jus jambu}) + (0,44 \times C_p \text{ air}) + \\ &\quad (T=333 \text{ K}) \quad (0,11 \times C_p \text{ sukrosa}) + (0,003 \times C_p \text{ asam askorbat}) \\ &= ((0,44 \times 3,22) + (0,44 \times 4,187) + (0,11 \times 1,297\text{E-}03) \\ &\quad + (0,003 \times 0,00148)) \text{ kJ/kg.K} \\ &= 3,26 \text{ kJ/kg.K}\end{aligned}$$

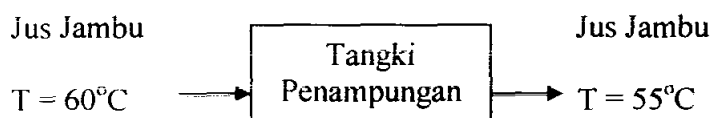
$$\begin{aligned}\Delta H \text{ Jus jambu} &= m \times C_p \times \Delta T \\ &= 11000 \text{ kg} \times 3,26 \text{ kJ/kg.K} \times (333-298) \text{ K} \\ &= 1255100 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$$\Delta H \text{ Masuk} + \text{supply panas} = \Delta H \text{ Keluar} + \Delta H \text{ loss}$$

$$\begin{aligned} \text{Supply panas} &= \Delta H \text{ Keluar} + \Delta H \text{ loss} - \Delta H \text{ Masuk} \\ &= 1255100 \text{ kJ} + 27151 \text{ kJ} - 181006 \text{ kJ} \\ &= 1101245 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Komponen	$\Delta H$ Masuk (kJ)	Komponen	$\Delta H$ Keluar (kJ)
Sukrosa	7,7	<b>Ke tangki penampungan (F-312)</b>	1255100
Asam askorbat	0,2		
Air	102250		
<b>Dari tangki penampungan jus jambu (F-211)</b>		Panas hilang	27151
Jus jambu	78748		
Supply panas	1101245		
total	1282251	total	1282251

## 2. TANGKI PENAMPUNGAN (F-312)



### Panas masuk

- Jus jambu

$$\begin{aligned} \Delta H \text{ Jus jambu} &= m \times C_p \times \Delta T \\ &= 11000 \text{ kg} \times 3,26 \text{ kJ/kg.K} \times (333-298) \text{ K} \\ &= 1255100 \text{ kJ} \end{aligned}$$



**Panas keluar**

- Jus jambu

$$\begin{aligned}
 \text{Cp jus jambu campuran} &= (0,44 \times \text{Cp jus jambu}) + (0,44 \times \text{Cp air}) + \\
 &\quad (T=328 \text{ K}) \quad (0,11 \times \text{Cp sukrosa}) + (0,003 \times \text{Cp asam askorbat}) \\
 &= ((0,44 \times 3,22) + (0,44 \times 4,168) + (0,11 \times 1,297\text{E-}03) \\
 &\quad + (0,003 \times 0,00146)) \text{ kJ/kg.K} \\
 &= 3,25 \text{ kJ/kg.K}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H \text{ Jus jambu} &= m \times \text{Cp} \times \Delta T \\
 &= 11000 \text{ kg} \times 3,25 \text{ kJ/kg.K} \times (328-298) \text{ K} \\
 &= 1072500 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

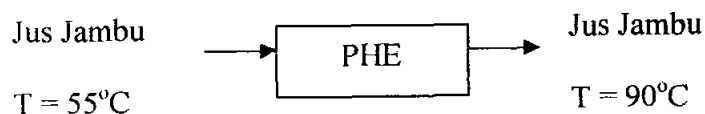
$$\Delta H \text{ Masuk} = \Delta H \text{ Keluar} + \Delta H \text{ loss}$$

$$\Delta H \text{ loss} = \Delta H \text{ Masuk} - \Delta H \text{ Keluar}$$

$$= 1255100 \text{ kJ} - 1072500 \text{ kJ}$$

$$= 182600 \text{ kJ}$$

Komponen	$\Delta H$ Masuk (kJ)	Komponen	$\Delta H$ Keluar (kJ)
<b>Dari mixing (M-210)</b>		<b>Ke PHE (E-310)</b>	
Jus jambu	1255100	Jus jambu	1072500
		Panas hilang	182600
total	1255100	total	1255100

**3. PHE (E-310)**

**Panas masuk**

- Jus jambu

$$\begin{aligned}\Delta H \text{ Jus jambu} &= m \times C_p \times \Delta T \\ &= 11000 \text{ kg} \times 3,25 \text{ kJ/kg.K} \times (328-298) \text{ K} \\ &= 1072500 \text{ kJ}\end{aligned}$$

Asumsi :  $\Delta H \text{ loss} = 10 \% \Delta H \text{ masuk}$  [8]

$$\begin{aligned}&= 0,1 \times 1072500 \text{ kJ} \\ &= 107250 \text{ kJ}\end{aligned}$$

**Panas keluar**

- Jus jambu

$$\begin{aligned}C_p \text{ jus jambu campuran} &= (0,44 \times C_p \text{ jus jambu}) + (0,44 \times C_p \text{ air}) + \\ &\quad (T=363 \text{ K}) \quad (0,11 \times C_p \text{ sukrosa}) + (0,003 \times C_p \text{ asam askorbat}) \\ &= ((0,44 \times 3,22) + (0,44 \times 4,21) + (0,11 \times 1,297E-03) \\ &\quad + (0,003 \times 0,00164)) \text{ kJ/kg.K} \\ &= 3,27 \text{ kJ/kg.K}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H \text{ Jus jambu} &= m \times C_p \times \Delta T \\ &= 11000 \text{ kg} \times 3,27 \text{ kJ/kg.K} \times (363-298) \text{ K} \\ &= 2338050 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$\Delta H \text{ Masuk} + \text{supply panas} = \Delta H \text{ Keluar} + \Delta H \text{ loss PHE} + \Delta H \text{ loss Tangki}$

Penampungan

Supply panas =  $\Delta H$  Keluar +  $\Delta H$  loss PHE +  $\Delta H$  loss Tangki Penampungan -

$\Delta H$  Masuk

$$= 2338050 \text{ kJ} + 107250 \text{ kJ} + 182600 \text{ kJ} - 1072500 \text{ kJ}$$

$$= 1555400 \text{ kJ}$$

Komponen	$\Delta H$ Masuk (kJ)	Komponen	$\Delta H$ Keluar (kJ)
<b>Dari tangki penampungan (F-312)</b>		<b>Ke pengemasan (X-410)</b>	
Jus jambu	1072500	Jus jambu	2338050
		$\Delta H$ loss PHE	107250
Supply panas	1555400	$\Delta H$ loss Tangki Penampungan	182600
total	2627900	total	2627900

## **APPENDIX C**

### **PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT**

## APPENDIX C

### PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT

#### 1. Warehouse Jambu Biji (F-111)

Fungsi : untuk menyimpan bahan baku berupa jambu biji

Tipe : gedung dengan konstruksi beton

Perhitungan :

- 1 minggu – 6 hari
- Kapasitas bahan baku = 6300 kg/hari = 37800 kg/minggu
- Kapasitas 1 kotak kayu = 8 kg jambu
- Jumlah kotak kayu yang dibutuhkan untuk menampung jambu sebesar 37800

$$\begin{aligned} \text{kg/minggu} &= \frac{37800 \text{ kg} \cdot \text{minggu}}{8 \text{ kg}} \\ &= 4725 \text{ kotak/minggu} \end{aligned}$$

- $\rho$  jambu biji = 100 kg/m<sup>3</sup> [20]

- volume 1 jambu =  $\frac{8 \text{ kg}}{100 \text{ kg} \cdot \text{m}^3} = 0,08 \text{ m}^3$

- faktor keamanan – 1.5

- volume kotak =  $1.5 \times 0,08 \text{ m}^3 = 0,12 \text{ m}^3$

- kotak kayu berbentuk persegi empat dengan:

- Tinggi = 0,35 m

- Panjang = 2 x lebar

- Volume = p x l x t

$$0,12 \text{ m}^3 = 2 \times l^2 \times 0,35$$

$$\text{Lebar} = 0,41 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 2 \times 0,41 \text{ m} = 0,82 \text{ m}$$

Warehouse dengan bentuk persegi empat dengan faktor keamanan 1,5 :

- Tinggi =  $1,5 \times 0,35 \text{ m} \times 8 = 4,2 \text{ m}$
- Panjang =  $1,5 \times 0,82 \text{ m} \times 24 = 29,6 \text{ m}$
- Lebar =  $1,5 \times 0,41 \text{ m} \times 25 = 15,4 \text{ m}$

#### Spesifikasi alat :

- Nama = *Warehouse* jambu biji
- Kapasitas = 6300 kg hari
- Tipe = gedung dengan konstruksi beton
- Panjang = 29,6 m
- Lebar = 15,4 m
- Tinggi = 4,2 m
- Jumlah = 1 buah

## 2. *Silo* Sukrosa (F-212)

Fungsi : untuk menyimpan sukrosa.

Tipe : silo dengan tutup atas *flat* dan tutup bawah konis

Dasar pemilihan : tutup *flat* memiliki harga yang lebih murah dan tutup konis memudahkan pengeluaran sukrosa.

Perhitungan:

### a. Volume tangki :

Direncanakan waktu tinggal 1 minggu = 6 hari

T operasi = 30 °C

sg sukrosa = 1,572

[6]

$$\rho \text{ air } (4^{\circ}\text{C}) = 1000 \text{ kg/m}^3 \quad [14]$$

$$\begin{aligned} \text{sukrosa yang disimpan} &= 1181,2 \text{ kg / hari} \times 6 \text{ hari} \\ &= 7087,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ camp} &= sg \text{ sukrosa} \times \rho \text{ air}(4^{\circ}\text{C}) \\ &= 1,572 \times 1000 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1572 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume sukrosa} &= \frac{7087,2 \text{ kg}}{1572 \text{ kg / m}^3} \\ &= 4,51 \text{ m}^3 = 159,268 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tangki} &= 1,2 \times \text{vol. sukrosa} \\ &= 1,2 \times 4,51 \text{ m}^3 \\ &= 5,41 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

#### b. Dimensi tangki :

Ditetapkan :

- Bahan konstruksi tangki adalah *stainless steel SA-240* (tipe 304 grade C).
- *Allowable stress value* dari SA-240 adalah 18750 psi [21]
- Las yang digunakan adalah *double welded butt joint* dengan efisiensi 0,85[21]
- *Corrossion allowance* (c) adalah 3 mm [15, hal 556]
- $\frac{H \text{ shell}}{D \text{ shell}} = 1,5/1$
- Sudut konis ( $\alpha$ ) =  $45^{\circ}$

Perhitungan nozzle output :

Diketahui	: Massa sukrosa	= 131,24 kg
	Densitas sukrosa	= 1572 kg/m <sup>3</sup>
	Output time	= 20 menit
	Viskositas sukrosa	= 1,92.10 <sup>-3</sup> Pa.s

Perhitungan :

$$\text{Rate volumetric (Q)} = \frac{131,24 \text{ kg}}{(1572 \text{ kg/m}^3 \times 20 \text{ menit})} = 0,000069 \text{ m}^3/\text{s}$$

Asumsi aliran turbulen (Nre > 2100)

Dari [15, hal 496] didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{ID opt} &= 0,363 \times Q_f^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 0,363 \times 0,000069^{0,45} \times 1572 \text{ kg/m}^{3 \times 0,13} \\ &= 0,0127 \text{ m} = 0,499 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih steel pipe (IPS) ukuran 1/2 in sch 80 [22, table 11 p 844]:

$$\begin{aligned} \text{ID} &= 0,546 \text{ in} &= 0,0139 \text{ m} \\ \text{OD} &= 0,840 \text{ in} &= 0,0213 \text{ m} \\ \text{A} &= 0,235 \text{ in}^2 &= 0,00016 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

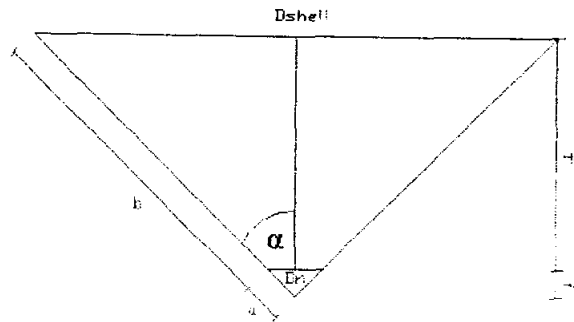
$$\text{Linear velocity (v)} = \frac{0,000069 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00016 \text{ m}^2} = 0,4313 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Nre} &= \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{1572 \text{ kg/m}^3 \times 0,0139 \text{ m} \times 0,4313 \text{ m/s}}{1,92 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}} \\ &= 4.908,46 \end{aligned}$$

Asumsi benar, diambil steel pipe (IPS) ukuran 1/2 in sch 80

Ditetapkan diameter nozzle (D<sub>n</sub>) = 0,546 in = 0,0455 ft = 0,0139 m





Gambar C.1 Tangki Konis I

Keterangan:

$D_{shell}$  = diameter shell

H = tinggi shell

$H_k$  = tinggi konis

$H_n$  = tinggi nozzle

$D_n$  = diameter nozzle

$$H_n = \frac{D_n}{2 \times \operatorname{tg} \alpha}$$

$$\begin{aligned} H_k &= \frac{D_{shell}}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} - H_n = \frac{D_{shell}}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} - \frac{D_n}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} \\ &= \frac{D_{shell} - D_n}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume shell} &= \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times H = \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times 1,5 \times D_{shell} \\ &= 1,1786 D_{shell}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume konis} &= \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times H_k - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_n^2 \times H_n \\ &= \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times \frac{D_{shell} - D_n}{2 \times \operatorname{tg} 45} - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_n^2 \times \frac{D_n}{2 \times \operatorname{tg} 45} \end{aligned}$$

$$= \frac{\pi}{24 \times \text{tg } 45} (D_{\text{shell}}^3 - D_n^3)$$

$$= 0,1310 (D_{\text{shell}}^3 - D_n^3)$$

Volume tangki = volume *shell* + volume konis

$$5,41 \text{ m}^3 = \left( \frac{\pi}{4} \times D_{\text{shell}}^2 \times H \right) + 0,1310 (D_{\text{shell}}^3 - D_n^3)$$

$$5,41 \text{ m}^3 = \left( \frac{1,5 \times \pi}{4} \times D_{\text{shell}}^3 \right) + 0,1310 (D_{\text{shell}}^3 - 0,0139^3)$$

$$5,41 \text{ m}^3 = 1,18 D_{\text{shell}}^3 + 0,1310 D_{\text{shell}}^3$$

$$5,41 \text{ m}^3 = 1,311 D_{\text{shell}}^3$$

$$D_{\text{shell}}^3 = 4,1266 \text{ m}^3$$

$$D_{\text{shell}} = 1,6039 \text{ m} \approx 6 \text{ ft}$$

$$H_{\text{shell}} = 1,5 \times D$$

$$= 1,5 \times 1,6039 \text{ m}$$

$$= 2,4059 \text{ m} \approx 8 \text{ ft}$$

$$H_{\text{konis}} = \frac{D_{\text{shell}} - D_n}{2 \times \text{tg } \alpha}$$

$$= \frac{1,6039 \text{ m} - 0,0139 \text{ m}}{2 \times \text{tg } 45}$$

$$= 0,795 \text{ m}$$

$$H_{\text{nozzle}} = \frac{D_n}{2 \times \text{tg } \alpha}$$

$$= \frac{0,0139 \text{ m}}{2 \times \text{tg } 45}$$

$$= 0,0069 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 H \text{ silo total} &= H_{shell} + H_{konis} + H_{nozzle} \\
 &= 2,4059 \text{ m} + 0,795 \text{ m} + 0,0069 \text{ m} \\
 &= 3,2078 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \sqrt{\left(\frac{D_n}{2}\right)^2 + H_n^2} \\
 &= \sqrt{\left(\frac{0,0139}{2}\right)^2 + 0,0069^2} \\
 &= 0,0097 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\left(\frac{D_{shell}}{2}\right)^2 + (H_k + H_n)^2} \\
 &= \sqrt{\left(\frac{1,6039}{2}\right)^2 + (0,795 + 0,0069)^2} \\
 &= 1,13 \text{ m} \approx 1,2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= s - a \\
 &= (1,2 - 0,0097) \text{ m} \\
 &= 1,19 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bahan dalam konis} &= \frac{\pi}{24 \times \text{tg } 45} (D_{shell}^3 - D_n^3) \\
 &= 28,274 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

Volume bahan dalam shell = volume (bahan total - bahan dalam konis)

$$\frac{\pi}{4} D^2 H = 159,268 \text{ ft}^3 - 28,274 \text{ ft}^3$$

$$\frac{\pi}{4} 6^2 H = 130,994 \text{ ft}^3$$

$$H = 4,6329 \text{ ft}$$

Tinggi bahan tinggi (bahan dalam shell + bahan dalam konis)

$$= 4,6329 \text{ ft} + 2,6076 \text{ ft}$$

$$= 7,2405 \text{ ft}$$

**c. Tebal Shell & Konis :**

$$\begin{aligned} P \text{ hidrostatik} &= \left( \frac{\rho \times H}{144} \right) \text{ psia} \\ &= \left( \frac{98.14 \text{ lb / ft}^3 \times 7,2405 \text{ ft}}{144} \right) \text{ psia} \\ &= 4.93 \text{ psi} \end{aligned}$$

P operasi = P hidrostatik + P udara luar

$$= 4.93 \text{ psi} + 14,696 \text{ psi}$$

$$= 19,626 \text{ psi}$$

P design = 1,2 x P operasi

$$= 1,2 \times 19,626 \text{ psi}$$

$$= 23,55 \text{ psi}$$

Dengan menggunakan persamaan [23,hal 23] :

$$t_s = \left( \frac{P \times R}{SE - 0,6P} \right) + c$$

- Dimana :  $t_d$  = tebal minimum *dish (head/bottom)*, mm, in  
 $P$  = *internal design pressure*, kPa, psi (gauge)  
 $R$  = *inside radius dari shell*, mm, in  
 $S$  = *allowable stress value*, kPa, psi  
 $E$  = *joint efficiency*  
 $c$  = *corrossion allowance*, mm

Sehingga :

$$= \left( \frac{23,55 \text{ psi} \times 3 \text{ ft}}{\left( (18750 \text{ psi} \times 0,85) - 0,6 \cdot 23,55 \text{ psi} \right) \times 3,2808 \frac{\text{ft}}{\text{m}}} \right) + 3 \text{ mm}$$

$$= 1,352 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$$

$$= 4,352 \text{ mm} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$\text{Tebal head} = \text{tebal shell} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal konis dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$t_k = \left( \frac{P \cdot R}{\cos \alpha (SE - 0,6P)} \right) + c$$

dimana :  $t_k$  = tebal minimum konis, mm, in

$P$  = *internal design pressure*, kPa, psi (gauge)

$R$  = *inside radius dari shell*, mm, in

$\alpha$  = sudut kemiringan konis

$S$  = *allowable stress value*, kPa, psi

$E$  = *joint efficiency*

$c$  = *corrossion allowance*, mm

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi, } t_k &= \left( \frac{P \times R}{\cos \alpha (SE - 0,6P)} \right) + c \\
 &= \left( \frac{23,55 \text{ psi} \times 3 \text{ ft}}{\cos 45^\circ ((18750 \text{ psi} \times 0,85) - (0,6 \times 23,55 \text{ psi}) \times 3,2808 \frac{\text{ft}}{\text{m}})} \right) + c \\
 &= 3,9125 \text{ mm} \approx \frac{3}{16} \text{ in}
 \end{aligned}$$

Perhitungan nozzle input :

1. *Nozzle* sukrosa

Diketahui	: massa sukrosa dalam <i>silo</i>	= 7087,2 kg
	Densitas sukrosa	= 1572 kg/m <sup>3</sup>
	Viskositas sukrosa	= 1,92.10 <sup>-3</sup> kg/m.s
		= 1,92.10 <sup>-3</sup> Pa.s
	Output time	= 20 menit

Perhitungan :

$$\text{Rate volumetric (Q)} = \frac{7087,2 \text{ kg}}{(1572 \text{ kg / m}^3 \times 20 \text{ menit})} = 0,003757 \text{ m}^3/\text{s}$$

Asumsi aliran turbulen ( $N_{re} > 2100$ )

Dari [15, hal 496] didapatkan :

$$\begin{aligned}
 \text{ID opt} &= 0,363 \times Q_f^{0,45} \times \rho^{0,13} \\
 &= 0,363 \times 0,003757^{0,45} \times 1572 \text{ kg / m}^{3^{0,13}} \\
 &= 0,0766 \text{ m} = 3,016 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dipilih steel pipe (IPS) ukuran 3 in sch 40 [22, table 11 p 844]:

$$\text{ID} = 3,068 \text{ in} = 0,0779 \text{ m}$$

$$\text{OD} = 3,5 \text{ in} = 0,0889 \text{ m}$$

$$\text{A} = 7,38 \text{ in}^2 = 0,0048 \text{ m}^2$$

$$\text{Linear velocity (v)} = \frac{0,003757 \text{ m}^3 / \text{s}}{0,0048 \text{ m}^2} = 0,7827 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Nre} &= \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{1572 \text{ kg} / \text{m}^3 \times 0,0779 \text{ m} \times 0,7827 \text{ m} / \text{s}}{1,92 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}} \\ &= 49.921,095 \end{aligned}$$

Asumsi benar, diambil *steel pipe* (IPS) ukuran 3 in sch 40

Ditetapkan diameter nozzle ( $D_n$ ) = 3,068 in = 0,2557 ft = 0,0779 m

#### Spesifikasi alat :

- Kapasitas : 7087,2 kg/minggu
- Bahan konstruksi : *stainless steel*
- Jumlah alat : 1 buah
- Tinggi konis : 0,80 m
- Tinggi *nozzle* : 0,007 m
- Tinggi *silo* : 3,21 m
- Tinggi silinder : 2,41 m

### 3. Bak Pencucian (F-112)

Fungsi : untuk mencuci jambu biji

Bentuk : silinder

Bahan konstruksi : *stainless steel*

Dasar pemilihan :

- Cocok untuk pencucian padatan dengan kapasitas yang diinginkan.

- Dengan bentuk silinder memudahkan proses pencucian dan transportasi menuju ke alat berikutnya.
- Bahan stainless steel sehingga tahan lama dan mudah dibersihkan.

Asumsi :

Kapasitas 1 bak pencucian = 350 kg jambu biji

$$\rho_{\text{jambu}} = 100 \text{ kg/m}^3 \quad [20]$$

Perbandingan tinggi (H) dan diameter (D) bak diambil  $D = H \times 1,5$

Perhitungan :

$$\rho_{\text{jambu}} = \frac{\text{Massa jambu}}{\text{Volume jambu}}$$

$$100 \text{ kg} \cdot \text{m}^3 = \frac{350 \text{ kg}}{\text{Volume jambu}}$$

$$0,1 \text{ kg L} = \frac{350 \text{ kg}}{\text{Volume jambu}}$$

$$\text{Volume tomat} = 3500 \text{ L} = 3.500.000 \text{ cm}^3$$

Asumsi volume tomat = 80 % volume bak pencucian

$$\text{Volume bak pencucian} = \frac{100}{80} \times 3.500.000 \text{ cm}^3 = 4.375.000 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume bak pencucian} = V_{\text{silinder}}$$

$$= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

$$4.375.000 \text{ cm}^3 = \frac{\pi}{4} \times (H \times 1,5)^2 \times H$$

$$H^3 = 2475743,559 \text{ cm}^3$$

$$H = 135,28 \text{ cm} \approx 136 \text{ cm}$$

$$D = 204 \text{ cm}$$



**Spesifikasi alat:**

- Kapasitas 1 bak pencucian : 250 kg
- Dimensi tangki : H = 136 cm  
D = 204 cm
- Bahan konstruksi : Stainless steel
- Jumlah : 1 buah

**4. Bucket Elevator (J-112)**

Fungsi : Mengangkut jambu biji dari bak pencuci ke *Expeller Press*.

Tipe : *Continuous-discharge bucket elevators*

Dasar pemilihan : Ekonomis dan cocok untuk mengangkut jambu biji.

Kondisi operasi : P = 1 atm, T = 30° C

Untuk kapasitas 14 ton/jam [8, tabel 21-8]:

- Kecepatan *bucket elevator* = 225 ft/menit

- Putaran head shaft = 43 rpm

Perhitungan:

$$\text{Kecepatan } \textit{bucket elevator} = \frac{0,25 \text{ ton/jam}}{14 \text{ ton/jam}} \times 225 \text{ ft/menit} = 4,018 \text{ ft/menit}$$

$$\text{Putaran } \textit{head shaft} = \frac{0,25 \text{ ton/jam}}{14 \text{ ton/jam}} \times 43 \text{ rpm} = 0,7679 \text{ rpm}$$

Ditetapkan tinggi *bucket elevator* berdasarkan tinggi level = 7,32 m  $\approx$  24 ft

$$\text{Power yang dibutuhkan} = \frac{\text{TPH} \times 2 \times L}{1000} \quad [17]$$

di mana : TPH = kapasitas *bucket* = 0,25 ton/jam

L = tinggi elevasi *bucket* = 24 ft

$$\text{Power} = \frac{0,25 \times 2 \times 24}{1000} = 0,012 \text{ Hp}$$

Efisiensi = 80% [15, figure 14-38, halaman 521]

$$\text{Power yang dibutuhkan} = \frac{0,012}{0,8} = 0,015 \text{ Hp} \approx 0,25 \text{ hp}$$

#### Spesifikasi Alat:

- Tipe : *Continuous-discharge bucket elevators*
- Kapasitas : 250 kg/jam
- Tinggi *bucket elevator* : 7,32 m
- Kecepatan *bucket elevator* : 1,23 m/menit
- Putaran head shaft : 0,77 rpm
- Ukuran *bucket elevator* : 0,2 m × 0,21 m × 0,4 m
- Power : 0,25 Hp
- Bahan : *Stainless Steel*
- Jumlah : 1 buah

#### 5. *Expeller Press (H-110 A,B)*

Fungsi : untuk mengeluarkan sari buah dari jambu biji

Tipe : *Anderson Expeller Press*

Dasar pemilihan : cocok untuk pengepresan buah berbiji

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 6331,5 kg/hari

Dari [24] :

Kapasitas : 8 ton/hari

Ukuran : Panjang = 33 in = 0,84 m

Lebar = 20 in = 0,51 m

Tinggi = 40 in = 1,02 m

**Spesifikasi *Expeller Press I* :**

Tipe : *Anderson Expeller Press*

Kapasitas : 6331,5 kg/hari

Ukuran : Panjang = 33 in = 0,84 m

Lebar = 20 in = 0,51 m

Tinggi = 40 in = 1,02 m

Jumlah : 1 unit

Dengan cara yang sama didapatkan spesifikasi *Expeller Press II* untuk mengepres ampas

**Spesifikasi *Expeller Press II* :**

Tipe : *Anderson Expeller Press*

Kapasitas : 1069,6 kg/hari

Ukuran : Panjang = 33 in = 0,84 m

Lebar = 20 in = 0,51 m

Tinggi = 40 in = 1,02 m

Jumlah : 1 unit

## 6. Vibratory screen (H-111A)

Tipe : *Vibrating screen*

Dasar pemilihan : efisiensi tinggi, kapasitas besar, *maintenance cost* rendah, ruang yang dibutuhkan kecil [8].

Fungsi : untuk memisahkan sari buah jambu dari bijinya

Perhitungan :

Ukuran biji jambu : 0,3 mm

Kapasitas : 5369 kg/hari

Jumlah : 2 buah

Dari [25, hal 223] ditetapkan :

- Kapasitas maks : 0.06 m<sup>3</sup>/s
- Panjang screen : 2 m
- Lebar screen : 1,5 m
- Ukuran screen : 300 μm ≈ 48 mesh

$$\text{Power} = \frac{1600 \times \text{kapasitas}}{\text{Diameter partikel}} = \frac{1600 \times 0,06214}{300, \mu\text{m}} = 0,33 \text{ hp} \approx 0,5 \text{ hp}$$

### Spesifikasi screen I :

- Tipe : *vibrating screen*

- Kapasitas: 5369 kg/hari

- Ukuran : Ukuran lubang screen : 300 μm ≈ 48 mesh

Panjang screen : 2 m

Lebar screen : 1,5 m

- Power screen : 0,5 hp

- Jumlah : 1 unit

Dengan cara yang sama didapatkan spesifikasi *Screening* II dengan :

**Spesifikasi screen II :**

- Tipe : *vibrating screen*
- Kapasitas: 5369 kg/hari
- Ukuran : Ukuran lubang screen : 300  $\mu\text{m} \approx 48$  mesh
  - Panjang screen : 2 m
  - Lebar screen : 1,5 m
- Power screen : 0,5 hp
- Jumlah : 1 unit

**7. Tangki Penampungan Jus Jambu (F-211)**

Fungsi : untuk menampung jus jambu biji yang keluar dari screen sebelum dialirkan ke tangki *mixing*

Tipe : silinder tegak dengan tutup atas *torispherical* dan tutup bawah konis.

Dasar pemilihan : tutup *torispherical* memiliki harga yang lebih murah dan cocok untuk menyimpan liquid. Tutup konis memudahkan proses pengeluaran jus jambu.

Perhitungan :

**a. Volume Tangki**

T operasi = 30 °C

Sari buah jambu biji yang disimpan = 4891 kg/hari x 1 hari  
= 4891 kg

$\rho$  jus jambu biji = 1,038 gr/cm<sup>3</sup> = 1038 kg/m<sup>3</sup> [12]

Volume jus jambu biji =  $\frac{4891 \text{ kg}}{1038 \text{ kg/m}^3}$

$$= 4,712 \text{ m}^3 \approx 166,403 \text{ ft}^3$$

Volume tangki = 1,2 x vol. jus jambu biji

$$= 1,2 \times 4,712 \text{ m}^3$$

$$= 5,6544 \text{ m}^3$$

### b. Dimensi dan Tebal *Shell*

Ditetapkan :

- Bahan konstruksi tangki adalah *stainless steel* SA-240 (tipe 304 grade C).
- *Allowable stress value* dari SA-240 adalah 18750 psi [21].
- Las yang digunakan adalah *double welded butt joint* dengan efisiensi 0,85 [21, hal 46].
- *Corrossion allowance* (c) adalah 0,1250 in [15, hal 556]
- $\frac{H_{shell}}{D_{shell}} = \frac{1,5}{1}$
- Sudut konis ( $\alpha$ ) = 45 °

Perhitungan *nozzle* output:

Diketahui : massa jus dalam tangki penampung = 543,44 kg

$$\text{Densitas jus} = 1038 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Viskositas jus} = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$= 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$$

$$\text{Output time} = 20 \text{ menit}$$

Perhitungan :

$$\text{Rate volumetric (Q)} = \frac{543,44 \text{ kg}}{(1038 \text{ kg/m}^3 \times 20 \text{ menit})} = 0,00044 \text{ m}^3/\text{s}$$

Asumsi aliran turbulen ( $N_{re} > 2100$ )

Dari [15, hal 496] didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{ID opt} &= 0,363 \times Q_f^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 0,363 \times 0,00044^{0,45} \times 1038 \text{ kg/m}^3^{0,13} \\ &= 0,0276 \text{ m} = 1,087 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih steel pipe (IPS) ukuran 1 1/4 in sch 80 [22, table 11 p 844]:

$$\text{ID} = 1,278 \text{ in} = 0,0325 \text{ m}$$

$$\text{OD} = 1,660 \text{ in} = 0,0422 \text{ m}$$

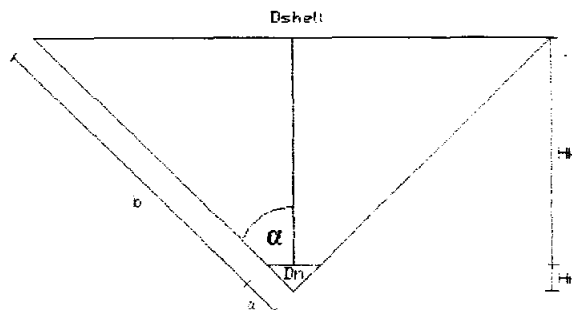
$$\text{A} = 1,28 \text{ in}^2 = 0,00083 \text{ m}^2$$

$$\text{Linear velocity (v)} = \frac{0,00044 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00083 \text{ m}^2} = 0,5301 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Nre} &= \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{1038 \text{ kg/m}^3 \times 0,0325 \text{ m} \times 0,5301 \text{ m/s}}{1,65 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}} \\ &= 10.838,135 \end{aligned}$$

Asumsi benar, diambil steel pipe (IPS) ukuran 1 1/4 in sch 80

Ditetapkan diameter nozzle ( $D_n$ ) = 1,278 in = 0,1065 ft = 0,0325 m



Gambar C.2 Tangki Konis II

Keterangan:

$D_{\text{shell}}$  = diameter shell

H = tinggi shell

$H_k$  = tinggi konis

$H_n$  = tinggi nozzle

$D_n$  = diameter nozzle

$$H_n = \frac{D_n}{2 \times \operatorname{tg} \alpha}$$

$$\begin{aligned} H_k &= \frac{D_{shell}}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} - H_n = \frac{D_{shell}}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} - \frac{D_n}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} \\ &= \frac{D_{shell} - D_n}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume shell} &= \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times H = \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times 1,5 \times D_{shell} \\ &= 1,1786 D_{shell}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume konis} &= \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times H_k - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_n^2 \times H_n \\ &= \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times \frac{D_{shell} - D_n}{2 \times \operatorname{tg} 45} - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_n^2 \times \frac{D_n}{2 \times \operatorname{tg} 45} \\ &= \frac{\pi}{24 \times \operatorname{tg} 45} (D_{shell}^3 - D_n^3) \\ &= 0,1310 (D_{shell}^3 - D_n^3) \end{aligned}$$

Volume tangki = volume *shell* + volume *head* + volume *bottom*

$$5,65 \text{ m}^3 = \left( \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times H \right) + 0,000049 D_{shell}^3 + 0,1310 (D_{shell}^3 - D_n^3)$$

$$5,65 \text{ m}^3 = \left( \frac{1,5 \times \pi}{4} \times D_{shell}^3 \right) + 0,000049 D_{shell}^3 + 0,1310 (D_{shell}^3 - 0,0779^3)$$

$$5,65 \text{ m}^3 = 1,1781 D_{shell}^3 + 0,000049 D_{shell}^3 + 0,1310 D_{shell}^3$$

$$5,65 \text{ m}^3 = 1,309 D_{shell}^3$$



$$D_{shell}^3 = 4,3163 \text{ m}^3$$

$$D_{shell} = 1,6282 \text{ m} \approx 5,34 \text{ ft} \approx 6 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} H_{shell} &= 1,5 \times D_{shell} \\ &= 1,5 \times 1,6282 \text{ m} \\ &= 2,4423 \text{ m} \approx 8 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{konis} &= \frac{D_{shell} - D_n}{2 \cdot \text{tg } \alpha} \\ &= \frac{1,6282 \text{ m} - 0,0325 \text{ m}}{2 \times \text{tg } 45} \\ &= 0,7979 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{nozle} &= \frac{D_n}{2 \times \text{tg } \alpha} \\ &= \frac{0,0325 \text{ m}}{2 \times \text{tg } 45} \\ &= 0,0163 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{\left(\frac{D_n}{2}\right)^2 + H_n^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{0,0325}{2}\right)^2 + 0,0163^2} \\ &= 0,02 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\left(\frac{D_{shell}}{2}\right)^2 + (H_k + H_n)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{1,6282}{2}\right)^2 + (0,7979 + 0,0163)^2} \end{aligned}$$

$$= 1,15 \text{ m} \approx 1,2 \text{ m}$$

$$b = s - a$$

$$= (1,2 - 0,02) \text{ m}$$

$$= 1,18 \text{ m}$$

H liquid dalam shell dicari dengan persamaan :

$$\text{Volume liquid} = \text{volume shell} + \text{volume konis}$$

$$166,403 \text{ ft}^3 = \left( \frac{\pi}{4} \cdot 1)^2 \times H_{\text{liquid}} \right) + \text{volume konis}$$

$$166,403 \text{ ft}^3 = \left( \frac{\pi}{4} \cdot (6 \text{ ft})^2 \times H_{\text{liquid}} \right) + 28,2958 \text{ ft}^3$$

$$166,403 \text{ ft}^3 = (28,2743 \text{ ft}^2 \times H_{\text{liquid}}) + 28,2958 \text{ ft}^3$$

$$H_{\text{liquid}} = \frac{138,1072 \text{ ft}^3}{28,2743 \text{ ft}^2}$$

$$= 4,8845 \text{ ft} \approx 1,4892 \text{ m}$$

$$H_{\text{liquid total}} = H_{\text{liquid}} + H_{\text{konis}}$$

$$= 1,4892 \text{ m} + 0,7979 \text{ m} = 2,2871 \text{ m} \approx 7,502 \text{ ft}$$

### c. Tinggi dan Tebal Head & Konis

$$P_{\text{hidrostatik}} = \left( \frac{\rho \times H}{144} \right) \text{ psia}$$

$$= \left( \frac{64,8 \text{ lb/ft}^3 \times 7,502 \text{ ft}}{144} \right) \text{ psia}$$

$$= 3,38 \text{ psi}$$

$$P_{\text{operasi}} = P_{\text{hidrostatik}} + P_{\text{udara luar}}$$

$$= 3,38 \text{ psi} + 14,696 \text{ psi}$$

$$= 18,036 \text{ psi}$$

$$P \text{ design} = 1,2 \times P \text{ operasi}$$

$$= 1,2 \times 18,036 \text{ psi}$$

$$= 21,64 \text{ psi}$$

Dengan menggunakan persamaan [23, hal 23] :

$$t_s = \left( \frac{P \times R}{SE - 0,6P} \right) + c$$

Dimana :  $t_d$  = tebal minimum *dish (head/bottom)*, mm, in

P = *internal design pressure*, kPa, psi (gauge)

R = *inside radius dari shell*, mm, in

S = *allowable stress value*, kPa, psi

E = *joint efficiency*

c = *corrossion allowance*, mm

Sehingga :

$$= \left( \frac{21,64 \text{ psi} \times 3 \text{ ft}}{((18750 \text{ psi} \times 0,85) - 0,6 \times 21,64 \text{ psi}) \times 3,2808 \frac{\text{ft}}{\text{m}}} \right) + 3 \text{ mm}$$

$$= \left( \frac{64,92}{52245,15} \right) \text{ m} + 3 \text{ mm}$$

$$= 4,2426 \text{ mm} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$\text{OD} = \text{ID} + (2 \times t_s) = (6 \text{ ft} \times 12 \frac{\text{in}}{\text{ft}}) + (2 \times \frac{3}{16} \text{ in})$$

$$= 72,375 \text{ in} \approx 72 \text{ in}$$

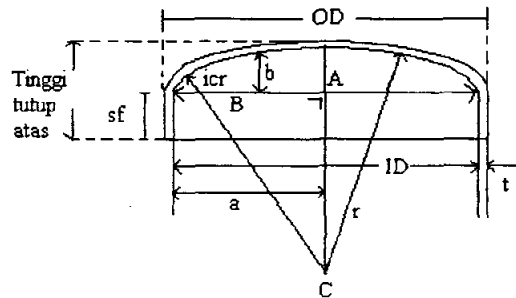
[21,hal 91]

$$t_k = \left( \frac{P \times R}{\cos \alpha (SE - 0,6P)} \right) + c$$

$$= \left( \frac{21,64 \text{ psi} \times 3 \text{ ft}}{\cos 45^\circ ((18750 \text{ psi} \times 0,85) - (0,6 \times 21,64 \text{ psi}) \times 3,2808 \frac{\text{ft}}{\text{m}})} \right) + 3 \text{ mm}$$

$$= 4,757 \text{ mm} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal *head* dapat dicari dengan cara berikut :



Gambar C.3 Torispherical Head

Untuk OD = 72 in [21, tabel 5-7 hal 91] didapatkan data :

$$icr = 4 \frac{3}{8} \text{ in}$$

$$r = 72 \text{ in}$$

Untuk  $t_s = \frac{3}{16}$  in [21, tabel 5-7 hal 93] didapatkan data  $sf = 2$  in

Tebal *head* dihitung dengan persamaan 7.77 hal 138 [21]:

$$t_d = \left( \frac{P \times r \times W}{2SE - 0,2P} \right) + c$$

dimana :  $t_d$  = tebal minimum *dish* (*head/bottom*), mm, in

$P$  = internal design pressure, kPa, psi (gauge)

$r$  = crown radius / radius of dish, in

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right)$$

$S$  = allowable stress value, kPa, psi

$E = \text{joint efficiency}$

$c = \text{corrossion allowance, mm}$

$icr = \text{inside corner radius / knuckle radius, in}$

Dengan menggunakan persamaan diatas maka :

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right)$$

$$= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{72}{4 \frac{3}{8}}} \right)$$

$$= 2,4821$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} t_d &= \left( \frac{P \times r \times W}{2SE - 0,2P} \right) + c \\ &= \frac{4,16 \text{ psi} \times 72 \text{ in} \times 2,4821}{(2 \times 18750 \text{ psi} \times 0,85) - (0,2 \times 4,16 \text{ psi})} + 3 \text{ mm} \\ &= 0,592 \text{ mm} + 3 \text{ mm} \\ &= 3,592 \text{ mm} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

Tinggi *dish* dapat dihitung dengan persamaan [21, hal 87] :

$$OA = t_d + b + sf$$

Dimana :  $OA = \text{tinggi dish (head/bottom), in}$

$$t_d = \text{tebal dish, in}$$

$$b = r - \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$AB = \frac{ID}{2} - icr$$

$$BC = r - icr$$

sf = *straight flange*, in

$$\begin{aligned} \text{Sehingga, } b &= r - \sqrt{BC^2 - AB^2} \\ &= 72 - \sqrt{\left(72 - 4\frac{3}{8}\right)^2 - \left(\frac{72}{2} - 4\frac{3}{8}\right)^2} \\ &= 10,5183 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{dish} &= OD = \frac{3}{16} \text{ in} + 10,5183 \text{ in} + 2 \text{ in} \\ &= 12,7058 \text{ in} \approx 1,0588 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{\text{tangki total}} &= H_{\text{shell}} + H_{\text{konis}} + H_{\text{nozzle}} + H_{\text{dish}} \\ &= 2,4423 \text{ m} + 0,7752 \text{ m} + 0,0389 \text{ m} + 0,3228 \text{ m} \\ &= 3,5792 \text{ m} \approx 12 \text{ ft} \end{aligned}$$

#### Perhitungan nozzle input:

Diketahui : massa jus	= 4891 kg
Densitas jus	= 1038 kg/m <sup>3</sup>
Viskositas jus	= 1,65 · 10 <sup>-3</sup> kg/m.s
	= 1,65 · 10 <sup>-3</sup> Pa.s
Output time	= 20 menit

Perhitungan :

$$\text{Rate volumetric (Q)} = \frac{4891 \text{ kg}}{(1038 \text{ kg/m}^3 \times 20 \text{ menit})} = 0,0039266 \text{ m}^3/\text{s}$$

Asumsi aliran turbulen (Nre > 2100)

Dari [15, hal 496] didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{ID opt} &= 0,363 \times Q_f^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 0,363 \times 0,0039622^{0,45} \times 1038 \text{ kg/m}^{3 \times 0,13} \\ &= 0,0743 \text{ m} = 2,925 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih *steel pipe* (IPS) ukuran 3 in sch 40 [22, table 11 p 844]:

$$\text{ID} = 3,068 \text{ in} = 0,0779 \text{ m}$$

$$\text{OD} = 3,5 \text{ in} = 0,0889 \text{ m}$$

$$\text{A} = 7,38 \text{ in}^2 = 0,0048 \text{ m}^2$$

$$\text{Linear velocity (v)} = \frac{0,0039622 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0048 \text{ m}^2} = 0,8255 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Nre} &= \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{1038 \text{ kg/m}^3 \times 0,0779 \text{ m} \times 0,8255 \text{ m/s}}{1,65 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}} \\ &= 40.454,603 \end{aligned}$$

Asumsi benar, diambil *steel pipe* (IPS) ukuran 3 in sch 40

Ditetapkan diameter nozzle ( $D_n$ ) = 3,068 in = 0,2557 ft = 0,0779 m

#### Spesifikasi alat :

- Kapasitas : 4891 kg/hari
- Bahan konstruksi : *stainless steel*
- Jumlah alat : 1 buah
- Diameter silinder : 1,63 m
- Tinggi silinder : 2,44 m
- Tinggi konis : 0,80 m
- Tinggi liquid : 2,39 m
- Tebal silinder ( $t_s$ ) : 3/16 in

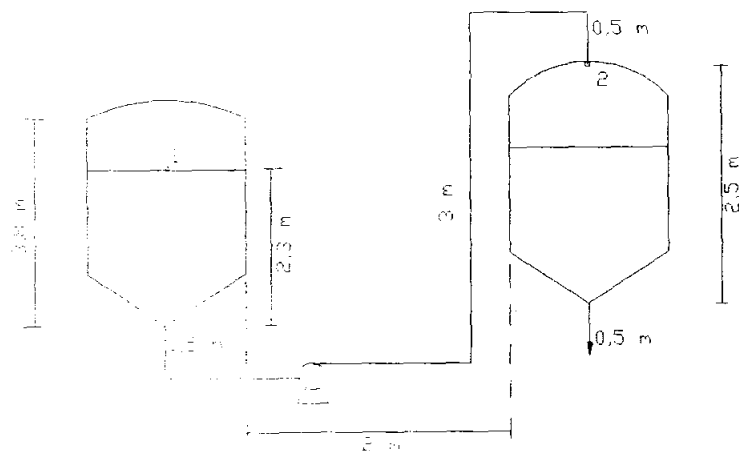
- Tebal konis ( $t_k$ ) : 3/16 in
- Tebal *head* : 3/16 in
- Tinggi tangki total : 3,58 m

### 7. Pompa I (L-211)

Fungsi : mengalirkan jus jambu biji dari tangki penampung ke tangki *mixing*.

Tipe : *centrifugal pump*.

Dasar pemilihan : ekonomis dan efektif untuk mengalirkan liquid berviskositas rendah dengan kapasitas besar.



Gambar C.4 Pompa I

Perhitungan :

T operasi = 30 °C

Massa jus masuk = 4891 kg/hari

1 hari = 9 batch

$\rho$  jus masuk = 1038 kg/m<sup>3</sup> = 64,8 lb/ft<sup>3</sup>

volume jus =  $\frac{4891 \text{ kg}}{1038 \text{ kg/m}^3} \div 9 \text{ batch}$   
 = 0,5235 m<sup>3</sup>



$$\begin{aligned} \text{debit jus masuk} &= \frac{0,5235 \text{ m}^3}{1200 \text{ s}} \\ &= 4,3625 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 0,0154 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Dari [15, hal 496] didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{ID opt} &= 0,363 \times Q_f^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 0,363 \times 0,00044^{0,45} \times 1038 \text{ kg} / \text{m}^3^{0,13} \\ &= 0,0276 \text{ m} = 1,087 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih steel pipe (IPS) ukuran 1 1/4 in sch 80 [22, table 11 p 844]:

$$\text{ID} = 1,278 \text{ in} = 0,0325 \text{ m}$$

$$\text{OD} = 1,660 \text{ in} = 0,0422 \text{ m}$$

$$\text{A} = 1,28 \text{ in}^2 = 0,00083 \text{ m}^2$$

$$\text{Linear velocity (v)} = \frac{0,00044 \text{ m}^3 / \text{s}}{0,00083 \text{ m}^2} = 0,5301 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Nre} &= \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{1038 \text{ kg} / \text{m}^3 \times 0,0325 \text{ m} \times 0,5301 \text{ m} / \text{s}}{1,65 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}} \\ &= 10.838,135 \\ &= 13110,17 \text{ (aliran turbulen)} \end{aligned}$$

Dari [14, hal 64] pers 2.7-38 :

$$\frac{1}{2 \times \alpha \times g_c} (v_2^2 - v_1^2) + \frac{g}{g_c} (z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \sum F + W_s = 0$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dimana} \quad : \quad \Delta z &= 0,152 \text{ m} = 0,4986 \text{ ft} \\
 P_1 &= 0 \text{ atm} \\
 P_2 &= 0 \text{ atm} \\
 \Delta p &= 0 \\
 V_1 &= 0 \\
 V_2 &= 2,5667 \text{ ft/s}
 \end{aligned}$$

Mencari  $\Sigma F$ :

1. Friksi karena kontraksi dari tangki ke pipa

$$k_c = 0,55 \times \left(1 - \left(A_{\text{pipa}} / A_{\text{tangki}}\right)\right) \quad [14, \text{hal } 93 \text{ pers } 2.10-6]$$

$\left(A_{\text{pipa}} / A_{\text{tangki}}\right) = 0$  ; karena  $A_{\text{tangki}}$  jauh lebih besar daripada  $A_{\text{pipa}}$  sehingga dapat diabaikan.

$$k_c = 0,55$$

$$\begin{aligned}
 h_c &= k_c \frac{V_2^2}{2 \times \alpha \times g_c} \\
 &= 0,55 \times \frac{(2,5667 \text{ ft/s})^2}{2 \times 1 \times 32,174 \text{ lbm.ft/lbf.s}^2} \\
 &= 0,0563 \text{ ft.lbf/lbm}
 \end{aligned}$$

2. Friksi pada pipa lurus.

- Panjang pipa lurus = 6 m = 20 ft
- Dalam sistem digunakan 4 buah *elbow* 90° dengan  $Le/D = 35$  dan 1 buah gate dengan  $Le/D = 9$  [14, tabel 2.10-1]

$$\Delta L \text{ (panjang total)} = 20 \text{ ft}$$

Digunakan commercial steel dengan  $\varepsilon = 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 0,00015 \text{ ft}$

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,00015 \text{ ft}}{0,1066 \text{ ft}} = 1,4073 \cdot 10^{-3} \rightarrow f = 0,005. \quad [14, \text{hal } 88 \text{ fig.2.10-3}]$$

$$\begin{aligned} F_f &= \frac{4 \times f \times \Delta L \times v^2}{D \times 2 \times g_c} \\ &= \frac{4 \times 0,005 \times 20 \text{ ft} \times (2,5667 \text{ ft/s})^2}{0,1066 \text{ ft} \times 2 \times 32,174 \text{ lbm} \cdot \text{ft} / \text{lbf} \cdot \text{s}^2} \\ &= 0,3842 \text{ ft} \cdot \text{lbf} / \text{lbm} \end{aligned}$$

### 3. Fitting dan valve ( $h_f$ )

Dalam sistem digunakan 4 buah *elbow* 90° dan 1 buah *gate* sehingga [14, tabel 2.10-1] didapatkan:

$$k_{f \text{ elbow}} = 4 \times 0,75 = 3$$

$$k_{f \text{ gate}} = 1 \times 9 = 9$$

$$\begin{aligned} h_f &= k_f \times \left( \frac{v^2}{2 \times \alpha \times g_c} \right) \\ &= 12 \times \left( \frac{2,5667^2}{2 \times 1 \times 32,174} \right) = 1,2286 \text{ ft} \cdot \text{lbf} / \text{lbm} \end{aligned}$$

### 4. Sudden enlargement losses ( $h_{ex}$ )

$$k_{ex} = \left( 1 - \frac{A_1}{A_2} \right)^2 \rightarrow \text{karena } A_2 \text{ jauh lebih besar daripada } A_1 \text{ maka } \left( \frac{A_1}{A_2} \right)$$

dapat diabaikan dimana :

$$A_1 = A \text{ pipa}$$

$$A_2 = A \text{ tangki}$$

$$\text{Sehingga, } k_{ex} = 1$$

$$h_{ex} = k_{ex} \times \frac{v^2}{2 \times g_c}$$

$$= 1 \times \frac{2,5667^2}{2 \times 32,174}$$

$$= 0,1024 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$\begin{aligned} \Sigma F &= 0,0563 \text{ ft.lbf/lbm} + 0,3842 \text{ ft.lbf/lbm} + 1,2286 \text{ ft.lbf/lbm} + 0,1024 \\ &\quad \text{ft.lbf/lbm} \\ &= 1,7715 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\frac{1}{2 \times \alpha \times g_c} (v_2^2 - v_1^2) + \frac{g}{g_c} (z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \Sigma F + W_s = 0$$

$$\frac{1}{2 \times 1 \times 32,174} (2,5667^2 - 0) + \frac{32,174}{32,174} (0,152) + 0 + 1,7715 + W_s = 0$$

$$0,1024 + 0,152 + 1,7715 + W_s = 0$$

$$-W_s = 2,0259 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$= 6,0554 \text{ J/kg} \approx 0,006 \text{ KJ/kg}$$

Dari [15, fig. 12-16 hal 513] didapatkan :

$$\text{Efisiensi pompa } (\eta) = 25 \%$$

Dari [14] didapatkan pers. 3.3-16:

$$\begin{aligned} \text{Brake hp} &= \frac{-W_s \times m}{\eta \times 0,7457 \text{ kW}} \\ &= \frac{0,006 \text{ KJ/kg} \times 0,4529 \text{ kg/s}}{0,25 \times 0,7457 \text{ kW}} \\ &= \frac{2,7174 \cdot 10^{-3} \text{ KJ/s}}{0,186425 \text{ kW}} \\ &= 0,015 \text{ hp} \end{aligned}$$

Dari [8] fig.10-28 didapatkan efisiensi motor = 80 %

$$\begin{aligned}\text{Motor pompa} &= \frac{0,015 \text{ hp}}{0,8} = 0,01875 \text{ hp} \\ &= 0,25 \text{ hp}\end{aligned}$$

**Spesifikasi alat :**

- Kapasitas : 4891 kg/hari
- Tipe : *centrifugal pump*
- Jumlah alat : 1 buah
- Rate volumetrik : 0,0154 ft<sup>3</sup>/s
- Ukuran pipa : 1 in sc 40
- OD : 0,0266 m
- ID : 0,0334 m
- Efisiensi pompa : 25 %
- Efisiensi motor : 80 %
- Power pompa : 0,25 hp

**8. Tangki Mixing (M-210)**

Fungsi : untuk mencampur jus jambu biji dengan air, asam askorbat, dan sukrosa.

Tipe : silinder tegak berpengaduk dengan tutup atas *flat* dan tutup bawah konis.

Dasar pemilihan : tutup *flat* memiliki harga yang lebih murah dan cocok bila digunakan untuk pencampuran jus jambu sedangkan tutup konis memudahkan proses pengeluaran jus jambu.

Perhitungan :

**a. Volume Tangki**

Direncanakan waktu pencampuran = 2 jam

T operasi = 60 °C (140 °F)

Massa jus jambu = 4891 kg/hari

$\rho$  jus jambu = 1038 kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} V \text{ jus jambu} &= \frac{4891 \text{ kg / hari}}{1038 \text{ kg / m}^3} \div 9 \text{ batch} \\ &= 0,5235 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Massa sukrosa = 1181,2 kg/hari

$\rho$  sukrosa = 1572 kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} V \text{ sukrosa} &= \frac{1181,2 \text{ kg / hari}}{1572 \text{ kg / m}^3} \div 9 \text{ batch} \\ &= 0,0835 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Massa air = 4891 kg/hari

$\rho$  air = 983,24 kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} V \text{ air} &= \frac{4891 \text{ kg / hari}}{983,24 \text{ kg / m}^3} \div 9 \text{ batch} \\ &= 0,5527 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Massa as. askorbat = 36,7 kg/hari

$\rho$  as. askorbat = 1566 kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned} V \text{ as. askorbat} &= \frac{36,7 \text{ kg / hari}}{1566 \text{ kg / m}^3} \div 9 \text{ batch} \\ &= 2,6039 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ total} &= 0,5235 \text{ m}^3 + 0,0835 \text{ m}^3 + 0,5527 \text{ m}^3 + 2,6039 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ &= 1,1623 \text{ m}^3 \approx 41,05 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$V \text{ tangki} = 1,2 \times 41,05 \text{ ft}^3 = 49,26 \text{ ft}^3$$

### b. Dimensi dan Tebal *Shell*

Ditetapkan :

- Bahan konstruksi tangki adalah *stainless steel* SA-240 (tipe 304 grade C).
- *Allowable stress value* dari SA-240 adalah 18750 psi [21, hal 342].
- Las yang digunakan adalah *double welded butt joint* dengan efisiensi 0,85 [21, hal 46].
- *Corrossion allowance* (c) adalah 3 mm [15, hal 556]
- $\frac{H \text{ shell}}{D \text{ shell}} = 1,5/1$
- Sudut konis ( $\alpha$ ) = 45 °

#### Perhitungan *nozzle* output :

Diketahui : massa bahan dalam tangki <i>mixing</i>	= 1222,21 kg
Densitas campuran	= 1072,96 kg/m <sup>3</sup>
Viskositas campuran	= 8,1.10 <sup>-4</sup> kg/m.s
	= 8,1.10 <sup>-4</sup> Pa.s
Output time	= 20 menit

Perhitungan :

$$\text{Rate volumetric (Q)} = \frac{1222,21 \text{ kg}}{(1072,96 \text{ kg/m}^3 \times 20 \text{ menit})} = 0,000949 \text{ m}^3/\text{s}$$

Asumsi aliran turbulen ( $N_{re} > 2100$ )

Dari [15, hal 496] didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{ID opt} &= 0,363 \times Q_f^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 0,363 \times 0,000949^{0,45} \times 1072,96 \text{ kg/m}^3^{0,13} \\ &= 0,0392 \text{ m} = 1,54 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih steel pipe (IPS) ukuran 1,5 in sch 40 [22, table 11 p 844]:

$$\text{ID} = 1,610 \text{ in} = 0,0409 \text{ m}$$

$$\text{OD} = 1,9 \text{ in} = 0,0483 \text{ m}$$

$$\text{A} = 2,04 \text{ in}^2 = 0,0013 \text{ m}^2$$

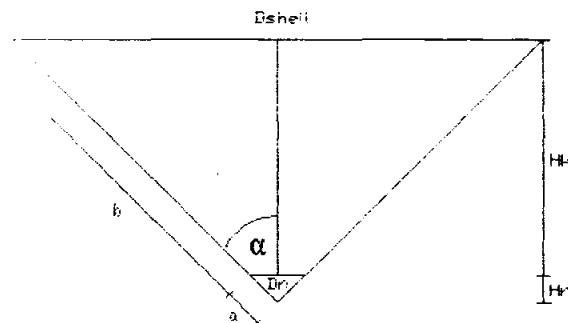
$$\text{Linear velocity (v)} = \frac{0,000949 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0013 \text{ m}^2} = 0,73 \text{ m/s}$$

$$\text{Nre} = \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{1072,96 \text{ kg/m}^3 \times 0,0409 \text{ m} \times 0,73 \text{ m/s}}{8,1 \cdot 10^{-4} \text{ Pa.s}}$$

$$= 39.549,84 \text{ (aliran turbulen)}$$

Asumsi benar, diambil steel pipe (IPS) ukuran 1,5 in sch 40

Ditetapkan diameter nozzle ( $D_n$ ) = 1,610 in = 0,1342 ft = 0,0409 m



Gambar C.5 Tangki Konis III

Keterangan:

$D_{\text{shell}}$  = diameter shell

H = tinggi shell

Hk = tinggi konis



$H_n$  = tinggi nozzle

$D_n$  = diameter nozzle

$$H_n = \frac{D_n}{2 \times \operatorname{tg} \alpha}$$

$$\begin{aligned} H_k &= \frac{D_{shell}}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} \quad H_n = \frac{D_{shell}}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} - \frac{D_n}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} \\ &= \frac{D_{shell} - D_n}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume shell} &= \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times H = \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times 1,5 \times D_{shell} \\ &= 1,1786 D_{shell}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume konis} &= \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times H_k = \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_n^2 \times H_n \\ &= \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times \frac{D_{shell}}{2 \times \operatorname{tg} 45} - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_n^2 \times \frac{D_n}{2 \times \operatorname{tg} 45} \\ &= \frac{\pi}{24 \times \operatorname{tg} 45} (D_{shell}^3 - D_n^3) \\ &= 0,1310 (D_{shell}^3 - D_n^3) \end{aligned}$$

Volume tangki = volume *shell* + volume konis

$$49,26 \text{ ft}^3 = \left( \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times H \right) + 0,1310 (D_{shell}^3 - D_n^3)$$

$$49,26 \text{ ft}^3 = \left( \frac{1,5 \times \pi}{4} \times D_{shell}^3 \right) + 0,1310 (D_{shell}^3 - 0,0409^3)$$

$$49,26 \text{ ft}^3 = 1,1781 D_{shell}^3 + 0,1310 D_{shell}^3$$

$$49,26 \text{ ft}^3 = 1,3091 D^3$$

$$D_{shell}^3 = 37,63 \text{ ft}^3$$

$$D_{shell} = 3,35 \text{ ft} \approx 4 \text{ ft} \approx 1,2195 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H_{shell} &= 1,5 \times D_{shell} \\ &= 1,5 \times 1,2195 \text{ m} \\ &= 1,8293 \text{ m} \approx 6 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{konis} &= \frac{D_{shell} - D_n}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} \\ &= \frac{1,2195 \text{ m} - 0,0409 \text{ m}}{2 \times \operatorname{tg} 45} \\ &= 0,5893 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{nozzle} &= \frac{D_n}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} \\ &= \frac{0,0409 \text{ m}}{2 \times \operatorname{tg} 45} \\ &= 0,0205 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{tangki \text{ total}} &= H_{shell} + H_{konis} + H_{nozzle} \\ &= 1,8293 \text{ m} + 0,5893 \text{ m} + 0,0205 \text{ m} \\ &= 2,4391 \text{ m} \approx 8 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{\left(\frac{D_n}{2}\right)^2 + H_n^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{0,0409}{2}\right)^2 + 0,0205^2} \\ &= 0,03 \text{ m} \end{aligned}$$

$$s = \sqrt{\left(\frac{D_{shell}}{2}\right)^2 + (H_k + H_n)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{1,6282}{2}\right)^2 + (0,5893 + 0,0205)^2}$$

$$= 1,08 \text{ m} \approx 1,1 \text{ m}$$

$$b = s - a$$

$$= (1,1 - 0,03) \text{ m}$$

$$= 1,07 \text{ m}$$

H liquid dalam shell dicari dengan persamaan :

$$\text{Volume liquid} = \text{volume shell} + \text{volume konis}$$

$$41,05 \text{ ft}^3 = \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \times H_{\text{liquid}}\right) + \text{volume konis}$$

$$41,05 \text{ ft}^3 = \left(\frac{\pi}{4} \times (4 \text{ ft})^2 \times H_{\text{liquid}}\right) + 8,3772 \text{ ft}^3$$

$$41,05 \text{ ft}^3 = (12,5664 \text{ ft}^2 \times H_{\text{liquid}}) + 8,3772 \text{ ft}^3$$

$$12,5664 \text{ ft}^2 \cdot H_{\text{liquid}} = 32,6728 \text{ ft}^3$$

$$H_{\text{liquid}} = 2,6 \text{ ft} \approx 0,7926 \text{ m}$$

$$H_{\text{liquid total}} = 0,5893 \text{ m} + 0,7926 \text{ m}$$

$$= 1,3819 \text{ m} \approx 4,5326 \text{ ft}$$

### c. Tebal Shell, Head & Konis

$$P \text{ hidrostatik} = \left(\frac{\rho \times H}{144}\right) \text{ psia}$$

$$= \left(\frac{66,98 \text{ lb / ft}^3 \times 4,5326 \text{ ft}}{144}\right) \text{ psia}$$

$$= 2,11 \text{ psi}$$

$$P \text{ operasi} = P \text{ hidrostatik} + P \text{ udara luar}$$

$$= 2,11 \text{ psi} + 14,696 \text{ psi}$$

$$= 16,806 \text{ psi}$$

$$P \text{ design} = 1,2 \times P \text{ operasi}$$

$$= 1,2 \times 16,806 \text{ psi}$$

$$= 20,1672 \text{ psi}$$

Dengan menggunakan persamaan [23, hal 23] :

$$t_s = \left( \frac{P \times R}{SE - 0,6P} \right) + c$$

Dimana :  $t_d$  = tebal minimum *dish (head/bottom)*, mm, in

$P$  = *internal design pressure*, kPa, psi (gauge)

$R$  = *inside radius dari shell*, mm, in

$S$  = *allowable stress value*, kPa, psi

$E$  = *joint efficiency*

$c$  = *corrossion allowance*, mm

Sehingga :

$$= \left( \frac{20,1672 \text{ psi} \times 2 \text{ ft}}{\left( (18750 \text{ psi} \times 0,85) - 0,6 \times 20,1672 \text{ psi} \right) \times 3,2808 \frac{\text{ft}}{\text{m}}} \right) + 3 \text{ mm}$$

$$= \left( \frac{40,3344}{52248,05} \right) \text{ m} + 3 \text{ mm}$$

$$= 3,0772 \text{ mm} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$\text{Tebal head} = \text{tebal shell} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Dengan menggunakan persamaan :

$$t_k = \left( \frac{P \times R}{\cos \alpha (SE - 0,6P)} \right) + c$$

dimana :  $t_k$  = tebal minimum konis, mm, in

$P$  = *internal design pressure*, kPa, psi (gauge)

$R$  = *inside radius dari shell*, mm, in

$\alpha$  = sudut kemiringan konis

$S$  = *allowable stress value*, kPa, psi

$E$  = *joint efficiency*

$c$  = *corrossion allowance*, mm

$$\begin{aligned} \text{Jadi, } t_k &= \left( \frac{P \times R}{\cos \alpha (SE - 0,6P)} \right) + c \\ &= \left( \frac{20,1672 \text{ psi} \times 2 \text{ ft}}{\cos 45^\circ ((18750 \text{ psi} \times 0,85) - (0,6 \times 20,1672 \text{ psi}) \times 3,2808 \frac{\text{ft}}{\text{m}})} \right) + c \\ &= 4,0917 \text{ mm} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

#### d. Agitator

Ditetapkan :

- Pengadukan berfungsi agar sukrosa, asam askorbat dan air dapat bercampur dalam jus jambu biji.
- Jenis pengaduk yang digunakan adalah *45° pitched six blade* (cocok digunakan untuk liquid dengan viskositas dibawah 100 Pa.s) [14]
- Kecepatan agitator antara 20-200 rpm, dipilih 150 rpm. [14]
- Untuk mencegah timbulnya vorteks, maka digunakan 4 buah *baffles*.

Dimensi pengaduk :

$$D_t = 1,2195 \text{ m}$$

$$\frac{D_a}{D_t} = 0,4 \rightarrow D_a = 0,4878 \text{ m}$$

$$\frac{C}{D_t} = \frac{1}{3} \rightarrow C = 0,4065 \text{ m}$$

$$\frac{W}{D_a} = \frac{1}{5} \rightarrow W = 0,0976 \text{ m}$$

$$\frac{L}{D_a} = \frac{1}{4} \rightarrow L = 0,1219 \text{ m}$$

$$\frac{J}{D_t} = \frac{1}{12} \rightarrow J = 0,1016 \text{ m}$$

Keterangan :

$D_a$  : diameter pengaduk

$D_t$  : diameter tangki

$C$  : jarak pengaduk dari dasar tangki

$W$  : lebar blade

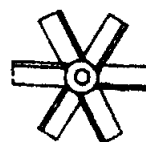
$J$  : lebar baffle

Mencari densitas campuran :

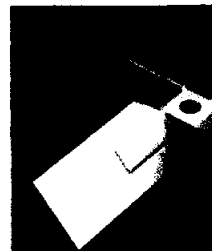
$$\begin{aligned} \frac{1}{\rho_{camp}} &= \frac{x_{jus\ jambu}}{\rho_{jus\ jambu}} + \frac{x_{air}}{\rho_{air}} + \frac{x_{sukrosa}}{\rho_{sukrosa}} + \frac{x_{as. askorbat}}{\rho_{as. askorbat}} \\ &= \frac{0,42}{1038 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,42}{983,24 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,1574}{1572 \text{ kg/m}^3} + \frac{0,0031}{1650 \text{ kg/m}^3} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{\rho_{camp}} = 0,000932 \text{ m}^3/\text{kg}$$

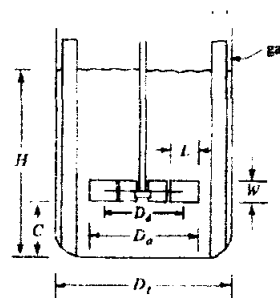
$$\rho_{camp} = 1072,96 \text{ kg/m}^3$$



Gambar C.6. six-blade



Gambar C.7. Penampang 45° pitched six-blade



Gambar C.8. Tangki berpengaduk

$$\begin{aligned}
 sg &= \frac{\rho_{mixed}}{\rho_{air}(4^{\circ}C)} \\
 &= \frac{1072,96 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3} \\
 &= 1,073
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah pengaduk} &= \frac{sg \times H_{liq \text{ di shell}}}{D} \\
 &= \frac{1,073 \times 0,7926}{1,2195} = 0,697 \approx 1 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan pengaduk} &= \pi \times Da \times N \\
 &= \pi \times 0,4878 \times 150 \\
 &= 229,87 \text{ m/menit}
 \end{aligned}$$

$\mu_{camp}$  pada suhu  $60^{\circ}C$  :

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{\mu_{camp}} &= \frac{x_{jus \text{ jambu}}}{\mu_{jus \text{ jambu}}} + \frac{x_{air}}{\mu_{air}} + \frac{x_{sukrosa}}{\mu_{sukrosa}} + \frac{x_{as. askorbat}}{\mu_{as. askorbat}} \\
 &= \frac{0,42}{1,65 \cdot 10^3 \text{ kg/m.s}} + \frac{0,42}{0,47 \cdot 10^3 \text{ kg/m.s}} + \frac{0,1574}{1,92 \cdot 10^3 \text{ kg/m.s}} + \frac{0,0031}{1,63 \cdot 10^3 \text{ kg/m.s}} \\
 &= 254,55 + 895,9 + 81,98 + 1,9
 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{\mu_{camp}} = 1234,33 \text{ m.s/kg}$$

$$\mu_{camp} = 8,1016 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m.s}$$

$$\begin{aligned}
 Nre &= \frac{\rho \times N \times Da^2}{\mu} \\
 &= \frac{1072,96 \text{ kg/m}^3 \times \left(\frac{150}{60} \text{ putaran/s}\right) \times (0,4878)^2}{8,1016 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m.s}} \\
 &= 787.836,93 \text{ (aliran turbulen)}
 \end{aligned}$$

Dari [14, fig. 3.4-4, hal 145] untuk nilai  $N_{re} = 787.836,93$  maka  $N_p = 1,5$ . Power untuk 1 buah pengaduk :

$$\begin{aligned}
 P &= N_p \times \rho_{\text{camp}} \times N^3 \times D_a^5 \\
 &= 1,5 \times 1072,96 \text{ kg/m}^3 \times \left(\frac{150}{60}\right)^3 \times (0,4878)^5 \\
 &= 694,55 \text{ watt} \approx 0,93 \text{ hp}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Power untuk 1 buah pengaduk} &= 1 \times 0,93 \text{ hp} \\
 &= 0,93 \text{ hp}
 \end{aligned}$$

Dari [15, hal 521 fig. 14-38], efisiensi motor = 80 % :

$$\begin{aligned}
 \text{hp} &= \frac{0,93 \text{ hp}}{0,8} \\
 &= 1,1625 \text{ hp} \approx 1,5 \text{ hp}
 \end{aligned}$$

#### Perhitungan *nozzle* input :

##### 1. *Nozzle* jus jambu

Diketahui	: Massa jus dalam tangki penampung = 543,44 kg
	· Densitas jus = 1038 kg/m <sup>3</sup>
	· Viskositas jus = 1,65.10 <sup>-3</sup> kg/m.s
	= 1,65.10 <sup>-3</sup> Pa.s
	Output time = 20 menit

Perhitungan :

$$\text{Rate volumetric (Q)} = \frac{543,44 \text{ kg}}{(1038 \text{ kg/m}^3 \times 20 \text{ menit})} = 0,00044 \text{ m}^3/\text{s}$$

Asumsi aliran turbulen ( $N_{re} > 2100$ )

Dari [15, hal 496] didapatkan :

$$\text{ID opt} = 0,363 \times Q_f^{0,45} \times \rho^{0,13}$$



$$= 0,363 \times 0,00044^{0,45} \times 1038 \text{ kg} / \text{m}^{3^{0,13}}$$

$$= 0,0276 \text{ m} = 1,087 \text{ in}$$

Dipilih steel pipe (IPS) ukuran 1 1/4 in sch 80 [22, table 11 p 844]:

$$\text{ID} = 1,278 \text{ in} = 0,0325 \text{ m}$$

$$\text{OD} = 1,660 \text{ in} = 0,0422 \text{ m}$$

$$\text{A} = 1,28 \text{ in}^2 = 0,00083 \text{ m}^2$$

$$\text{Linear velocity (v)} = \frac{0,00044 \text{ m}^3 / \text{s}}{0,00083 \text{ m}^2} = 0,5301 \text{ m/s}$$

$$\text{Nre} = \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{1038 \text{ kg} / \text{m}^3 \times 0,0325 \text{ m} \times 0,5301 \text{ m} / \text{s}}{1,65 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}}$$

$$= 10.838,135$$

$$= 13110,17 \text{ (aliran turbulen)}$$

Asumsi benar, diambil *steel pipe* (IPS) ukuran 1 1/4 in sch 80

Ditetapkan diameter nozzle ( $D_n$ ) = 1,278 in = 0,1065 ft = 0,0325 m

## 2. Nozzle sukrosa

$$\text{Diketahui : Massa sukrosa} = 131,24 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas sukrosa} = 1572 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$\text{Output time} = 20 \text{ menit}$$

$$\text{Viskositas sukrosa} = 1,92 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$$

Perhitungan :

$$\text{Rate volumetric (Q)} = \frac{131,24 \text{ kg}}{(1572 \text{ kg} / \text{m}^3 \times 20 \text{ menit})} = 0,000069 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Asumsi aliran turbulen ( $\text{Nre} > 2100$ )

Dari [15, hal 496] didapatkan :

$$\begin{aligned}
 ID_{opt} &= 0,363 \times Q_f^{0,45} \times \rho^{0,13} \\
 &= 0,363 \times 0,000069^{0,45} \times 1572 \text{ kg/m}^{3 \times 0,13} \\
 &= 0,0127 \text{ m} = 0,499 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dipilih steel pipe (IPS) ukuran 1/2 in sch 80 [22, table 11 p 844]:

$$ID = 0,546 \text{ in} = 0,0139 \text{ m}$$

$$OD = 0,840 \text{ in} = 0,0213 \text{ m}$$

$$A = 0,235 \text{ in}^2 = 0,00016 \text{ m}^2$$

$$\text{Linear velocity (v)} = \frac{0,000069 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00016 \text{ m}^2} = 0,4313 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned}
 Nre &= \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{1572 \text{ kg/m}^3 \times 0,0139 \text{ m} \times 0,4313 \text{ m/s}}{1,92 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}} \\
 &= 4.908,46
 \end{aligned}$$

Asumsi benar, diambil *steel pipe* (IPS) ukuran 1/2 in sch 80

Ditetapkan diameter nozzle ( $D_n$ ) = 0,546 in = 0,0455 ft = 0,0139 m

### 3. Nozzle asam askorbat

Diketahui : massa asam askorbat = 4,078 kg

Densitas asam askorbat = 1566 kg/m<sup>3</sup>

Output time = 2 menit

Viskositas asam sukrosa = 1,62 · 10<sup>-3</sup> Pa.s

Perhitungan :

$$\text{Rate volumetric (Q)} = \frac{4,078 \text{ kg}}{(1566 \text{ kg/m}^3 \times 2 \text{ menit})} = 0,000022 \text{ m}^3/\text{s}$$

Asumsi aliran turbulen ( $Nre > 2100$ )

Dari [15, hal 496] didapatkan :

$$\begin{aligned} ID_{opt} &= 0,363 \times Q_f^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 0,363 \times 0,000022^{0,45} \times 1566 \text{ kg/m}^{3,0,13} \\ &= 0,0076 \text{ m} = 0,298 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih *steel pipe* (IPS) ukuran 1/4 in sch 80 [22, table 11 p 844]:

$$ID = 0,302 \text{ in} = 0,0077 \text{ m}$$

$$OD = 0,540 \text{ in} = 0,0137 \text{ m}$$

$$A = 0,072 \text{ in}^2 = 0,00005 \text{ m}^2$$

$$\text{Linear velocity (v)} = \frac{0,000022 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00005 \text{ m}^2} = 0,44 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} N_{re} &= \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{1566 \text{ kg/m}^3 \times 0,0077 \text{ m} \times 0,44 \text{ m/s}}{1,62 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}} \\ &= 3.275,067 \end{aligned}$$

Asumsi benar, diambil *steel pipe* (IPS) ukuran 1/4 in sch 80

Ditetapkan diameter nozzle ( $D_n$ ) = 0,302 in = 0,0252 ft = 0,0077 m

#### 4. Nozzle air

Diketahui : massa air = 543,44 kg

Densitas air = 983,24 kg/m<sup>3</sup>

Output time = 20 menit

Viskositas air = 0,47 · 10<sup>-3</sup> Pa·s

Perhitungan :

$$\text{Rate volumetric (Q)} = \frac{543,44 \text{ kg}}{(983,24 \text{ kg/m}^3 \times 20 \text{ menit})} = 0,00046 \text{ m}^3/\text{s}$$

Asumsi aliran turbulen ( $N_{re} > 2100$ )

Dari [15, hal 496] didapatkan :

$$\begin{aligned} ID_{opt} &= 0,363 \times Q_f^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 0,363 \times 0,00046^{0,45} \times 983,24 \text{ kg/m}^3^{0,13} \\ &= 0,028 \text{ m} = 1,102 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih *steel pipe* (IPS) ukuran 1 1/4 in sch 80 [22, table 11 p 844]:

$$ID = 1,278 \text{ in} = 0,0325 \text{ m}$$

$$OD = 1,660 \text{ in} = 0,0422 \text{ m}$$

$$A = 1,28 \text{ in}^2 = 0,00083 \text{ m}^2$$

$$\text{Linear velocity (v)} = \frac{0,00046 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00083 \text{ m}^2} = 0,5542 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} N_{re} &= \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{983,24 \text{ kg/m}^3 \times 0,0325 \text{ m} \times 0,5542 \text{ m/s}}{0,47 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}} \\ &= 37.680,058 \end{aligned}$$

Asumsi benar, diambil *steel pipe* (IPS) ukuran 1 1/4 in sch 80

Ditetapkan diameter nozzle ( $D_n$ ) = 1,278 in = 0,1065 ft = 0,0325 m

#### e. Jaket pemanas

Ditetapkan :

- *Steam* yang digunakan adalah *saturated steam* 3,163 bar dengan suhu 140 °C
- Nilai  $R_d$  ditetapkan 0,001 [22, hal 845]
- Data  $c_p$  pada suhu operasi (60 °C):
  - $c_p$  air = 4,187 KJ/kg.K [14]
  - $c_p$  asam askorbat =  $1,4827 \cdot 10^{-3}$  KJ/kg.K [18]
  - $c_p$  sukrosa =  $4,2643 \cdot 10^{-3}$  KJ/kg.K [6]
  - $c_p$  jus jambu =  $3,22 \cdot 10^{-3}$  KJ/kg.K [12]

$$\begin{aligned} \text{cp campuran} &= 1,7605 \text{ KJ/kg.K} \\ &= 0,4205 \text{ btu/lb.}^\circ\text{F} \approx 1,7603 \text{ KJ/kg.}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{k campuran} &= 1,8622 \text{ W/m.}^\circ\text{C} \\ &= 1,0758 \text{ btu/jam.ft.}^\circ\text{F} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nre} &= \frac{L^2 \times N \times \rho}{\mu} \rightarrow L = 0,9146 \text{ m} \\ &= \frac{(1,2195 \text{ m})^2 \times \left(\frac{200}{60}\right) \times 1072,96 \text{ kg/m}^3}{8,1016 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m.s}} \\ &= 6.565.307,762 \end{aligned}$$

Untuk  $\text{Nre} = 6.565.307,762$ , dari [22, hal 718] grafik 20.2 maka didapatkan harga  $h_j = 1450$ .

$$\begin{aligned} h_j &= \frac{1450 \times 1,0758 \left( \frac{0,4205 \times 0,5443 \cdot 10^{-3}}{1,0758} \right)^{1/3}}{3} (1)^{0,14} \\ &= 31,041 \text{ btu/jam.ft}^2.\text{}^\circ\text{F} \end{aligned}$$

$$h_{\text{steam}} = 1500 \text{ btu/jam.ft}^2.\text{}^\circ\text{F}$$

$$U_c = \frac{h_j \times h_s}{h_j + h_s} = \frac{31,041 \times 1500}{31,041 + 1500} = 30,4117 \text{ btu.jam.ft}^2.\text{}^\circ\text{F}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{U_D} &= \frac{1}{U_c} + R_D \\ &= \left( \frac{1}{30,4117} \right) + 0,001 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_D &= 29,5141 \text{ btu/jam.ft}^2.\text{}^\circ\text{F} \\ &= 603,2664 \text{ KJ/jam.m}^2.\text{}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Tinggi jaket = tinggi liquid = 1,7 m

Tebal jaket ditentukan 2 in (5,08 cm), waktu tinggal *steam* dalam jaket dihitung sebagai berikut :

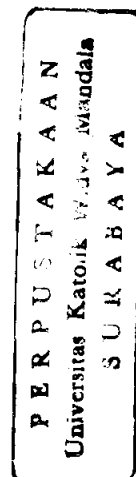
$$\begin{aligned} \lambda \text{ 3,163 bar} &= 2733,9 - 589,13 \text{ KJ/kg} && [14, \text{ hal 858}] \\ &= 2144,77 \text{ KJ/kg} \end{aligned}$$

$$\rho \text{ steam pada 1 bar; } 140^\circ\text{C} = 0,5379 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ steam pada 3,163 bar} &= \frac{3,163 \text{ bar}}{1,01325 \text{ bar}} \times 0,5379 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1,6792 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa steam} &= \frac{h_{\text{steam}}}{\lambda_{\text{steam}}} \\ &= \frac{17767,46 \text{ KJ / jam}}{2144,77 \text{ KJ / kg}} \\ &= 7,3669 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit steam} &= \frac{7,3669 \text{ kg / jam}}{1,6792 \text{ kg / m}^3} \\ &= 4,3871 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$



$$\text{Vol. jaket} = \text{volume (shell+jaket)} - \text{volume shell}$$

$$\begin{aligned} &= \left( \frac{\pi}{4} \times (D + 2t)^2 \times H \right) - \left( \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \right) \\ &= \left( \frac{\pi}{4} \times \left( \frac{3}{3,2808} + 2 \times 0,0508 \right)^2 \times 1,856 \right) - \left( \frac{\pi}{4} \times \left( \frac{3}{3,2808} \right)^2 \times 1,856 \right) \\ &= 1,5048 - 0,4063 \\ &= 1,0985 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu tinggal} &= \frac{1,0985 \text{ m}^3}{4,3871 \text{ m}^3 / \text{jam}} \\ &= 0,250 \text{ jam} \approx 15 \text{ menit} \end{aligned}$$

**Spesifikasi alat :**

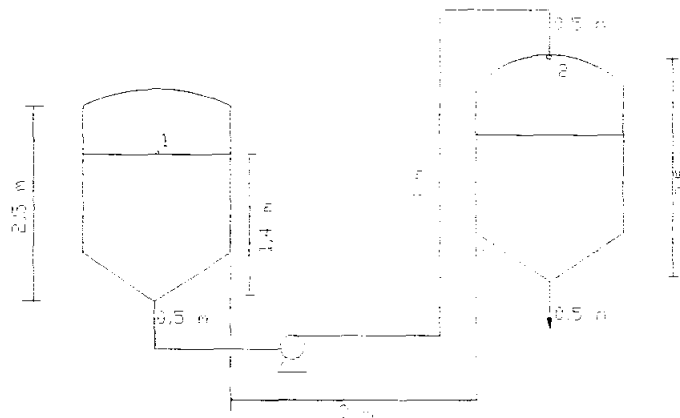
- Kapasitas max : 11000 kg/hari
- Diameter silinder : 1,22 m
- Tinggi silinder (H) : 1,83 m
- Tinggi konis : 0,60 m
- Tinggi total : 2,44 m
- Tinggi liquid : 1,39 m
- Tebal silinder (ts) :  $3/16 \text{ in} \approx 4,76 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- Tebal konis (tk) :  $3/16 \text{ in} \approx 4,76 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- Tinggi jaket pada tabung : 1,7 m
- Jenis pengaduk : *6-blade turbine*
- Diameter impeller (Da) : 0,49 m
- Jarak tangki – pengaduk (C) : 0,41 m
- Panjang blade (L) : 0,13 m
- Lebar baffle (J) : 0,11 m
- Lebar blade (W) : 0,1 m
- Kecepatan impeller : 200 rpm
- Jumlah Impeller : 2 buah
- Power : 2,5 hp
- Bahan konstruksi : *stainless steel*
- Jumlah tangki : 1 buah

### 9. Pompa II (L-213)

Fungsi : mengalirkan jus jambu biji dari tangki *mixing* ke tangki penampung jus.

Tipe : *centrifugal pump*.

Dasar pemilihan : ekonomis dan efektif untuk mengalirkan liquid berviskositas rendah dengan kapasitas besar.



Gambar C.8 Pompa II

Perhitungan :

T operasi = 60 °C

Massa jus masuk = 11000 kg/hari

1 hari = 9 batch

$\rho$  campuran = 1072,96 kg/m<sup>3</sup> = 66,98 lb/ft<sup>3</sup>

volume jus =  $\frac{11000 \text{ kg}}{1072,96 \text{ kg/m}^3} \div 9 \text{ batch}$

= 1,1391 m<sup>3</sup>

debit jus masuk =  $\frac{1,1391 \text{ m}^3}{1200 \text{ s}}$

= 9,4925 · 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s

= 0,0335 ft<sup>3</sup>/s



Dari [15], hal 496 didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{ID opt} &= 0,363 \times Q_f^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 0,363 \times 0,000949^{0,45} \times 1072,96 \text{ kg/m}^{3 \times 0,13} \\ &= 0,0392 \text{ m} = 1,54 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih *steel pipe* (IPS) ukuran 1,5 in sch 40 [22, table 11 p 844]:

$$\text{ID} = 1,610 \text{ in} = 0,0409 \text{ m}$$

$$\text{OD} = 1,9 \text{ in} = 0,0483 \text{ m}$$

$$A = 2,04 \text{ in}^2 = 0,0013 \text{ m}^2$$

$$\text{Linear velocity (v)} = \frac{0,000949 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0013 \text{ m}^2} = 0,73 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Nre} &= \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{1072,96 \text{ kg/m}^3 \times 0,0409 \text{ m} \times 0,73 \text{ m/s}}{8,1 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}\cdot\text{s}} \\ &= 39.549,84 \text{ (aliran turbulen)} \end{aligned}$$

Dari [14] hal 64 pers 2.7-38 :

$$\frac{1}{2 \times \alpha \times g_c} (v_2^2 - v_1^2) + \frac{g}{g_c} (z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \sum F + W_s = 0$$

$$\text{Dimana : } \Delta z = 1,0571 \text{ m} = 3,47 \text{ ft}$$

$$P_1 = 0 \text{ atm}$$

$$P_2 = 0 \text{ atm}$$

$$\Delta p = 0$$

$$V_1 = 0$$

$$V_2 = 2,7347 \text{ ft/s}$$

Mencari  $\Sigma F$ :

1. Friksi karena kontraksi dari tangki ke pipa

$$k_c = 0.55 \times \left(1 - \left(A_{\text{pipa}} / A_{\text{tangki}}\right)\right) \quad [14, \text{hal } 93 \text{ pers } 2.10-6]$$

$(A_{\text{pipa}} / A_{\text{tangki}}) = 0$  ; karena  $A_{\text{tangki}}$  jauh lebih besar daripada  $A_{\text{pipa}}$  sehingga dapat diabaikan.

$$k_c = 0.55$$

$$\begin{aligned} h_c &= k_c \frac{v_2^2}{2 \times \alpha \times g_c} \\ &= 0.55 \times \frac{(2,7347 \text{ ft/s})^2}{2 \times 1 \times 32,174 \text{ lbm.ft/lbf.s}^2} \\ &= 0.0639 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

2. Friksi pada pipa lurus.

Digunakan commercial steel dengan  $\epsilon = 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 0,00015 \text{ ft}$

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,00015 \text{ ft}}{0.134 \text{ ft}} = 1,2 \cdot 10^{-3} \rightarrow f = 0,004. \quad [14, \text{hal } 88 \text{ fig.2.10-3}]$$

Panjang pipa lurus ( $\Delta L$ ) = 6 m = 20 ft

$$\begin{aligned} F_f &= \frac{4 \cdot f \times \Delta L \times v^2}{D \times 2 \times g_c} \\ &= \frac{4 \times 0,004 \times 20 \text{ ft} \times (2,7347 \text{ ft/s})^2}{0,134 \text{ ft} \times 2 \times 32,174 \text{ lbm.ft/lbf.s}^2} \\ &= 0,2775 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

3. *Fitting dan valve* ( $h_f$ )

Dalam sistem digunakan 4 buah *elbow*  $90^\circ$  sehingga dari [14,tabel 2.10-1] didapatkan:

$$k_{f_{elbow}} = 4 \times 0,75 = 3$$

$$k_{f_{gate}} = 1 \times 9 = 9$$

$$\begin{aligned} h_f &= k_f \times \left( \frac{v^2}{2 \times \alpha \times g_c} \right) \\ &= 12 \times \left( \frac{2,7347^2}{2 \times 1 \times 32,174} \right) = 1,395 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

4. *Sudden enlargement losses* ( $h_{ex}$ )

$$k_{ex} = \left( 1 - \frac{A_1}{A_2} \right)^2 \rightarrow \text{karena } A_2 \text{ jauh lebih besar daripada } A_1 \text{ maka } \left( \frac{A_1}{A_2} \right)$$

dapat diabaikan dimana :

$$A_1 = A \text{ pipa}$$

$$A_2 = A \text{ tangki}$$

$$\text{Sehingga, } k_{ex} = 1$$

$$\begin{aligned} h_{ex} &= k_{ex} \times \frac{v_1^2}{2 \times g_c} \\ &= 1 \times \frac{2,7347^2}{2 \times 32,174} \\ &= 0,1162 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma F &= 0,0639 \text{ ft.lbf/lbm} + 0,2775 \text{ ft.lbf/lbm} + 1,395 \text{ ft.lbf/lbm} + 0,1162 \text{ ft.lbf/lbm} \\ &= 1,8526 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\frac{1}{2 \times \alpha \times g_c} (v_2^2 - v_1^2) + \frac{g}{g_c} (z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \sum F + W_s = 0$$

$$\frac{1}{2 \times 1 \times 32,174} (2,7347^2 - 0) + \frac{32,174}{32,174} (1,0571) + 0 + 1,8526 + W_s = 0$$

$$0,1162 + 1,0571 + 1,8526 + W_s = 0$$

$$\begin{aligned} -W_s &= 3,0259 \text{ ft.lbf/lbm} \\ &= 9,044 \text{ J/kg} \approx 0,009 \text{ KJ/kg} \end{aligned}$$

Dari [15], fig. 12-16 hal 513 didapatkan efisiensi pompa ( $\eta$ ) = 25 %

Dari [14] didapatkan pers. 3.3-16:

$$\begin{aligned} \text{Brake hp} &= \frac{-W_s \times m}{\eta \times 0,7457 \text{ kW}} \\ &= \frac{0,009 \text{ KJ/kg} \times 1,0185 \text{ kg/s}}{0,25 \times 0,7457 \text{ kW}} \\ &= \frac{9,1665 \cdot 10^{-3} \text{ KJ/s}}{0,186425 \text{ kW}} \\ &= 0,049 \text{ hp} \end{aligned}$$

Dari [8], fig. 10-28 didapatkan efisiensi motor = 80 %

$$\begin{aligned} \text{Motor pompa} &= \frac{0,049 \text{ hp}}{0,8} = 0,06 \text{ hp} \\ &= 0,25 \text{ hp} \end{aligned}$$

**Spesifikasi alat :**

- Kapasitas : 11000 kg/hari
- Tipe : *centrifugal pump*
- Jumlah alat : 1 buah
- Rate volumetrik : 0,0335 ft<sup>3</sup>/s ft<sup>3</sup>/s
- Ukuran pipa : 1 1/2 in sc 80

- OD : 0,125 m
- ID : 0,1583 m
- Efisiensi pompa : 25 %
- Efisiensi motor : 80 %
- Power pompa : 0,25 hp

#### 10. Tangki Penampungan Jus Jambu (F-214)

Fungsi : untuk menampung jus jambu biji yang keluar dari tangki *mixing* sebelum dialirkan ke PHE

Tipe : silinder tegak dengan tutup atas *torispherical* dan tutup bawah konis.

Dasar pemilihan : tutup *torispherical* memiliki harga yang lebih murah dan cocok untuk menyimpan liquid. Tutup konis memudahkan proses pengeluaran jus jambu.

Perhitungan :

##### a. Volume Tangki

T operasi = 55 °C

V total = volume total pada tangki mixing = 1.1623 m<sup>3</sup> ≈ 41,05 ft<sup>3</sup>

Volume tangki = 1,2 x vol. jus jambu biji

$$= 1,2 \times 1,1623 \text{ m}^3$$

$$= 1,3948 \text{ m}^3$$

##### b. Dimensi dan Tebal *Shell*

Ditetapkan :

- Bahan konstruksi tangki adalah *stainless steel* SA-240 (tipe 304 grade C).
- *Allowable stress value* dari SA-240 adalah 18750 psi [21].

- Las yang digunakan adalah *double welded butt joint* dengan efisiensi 0,85 [21, hal 46].
- *Corrossion allowance* (c) adalah 3 mm [15, hal 556]
- $\frac{H_{shell}}{D_{shell}} = \frac{1,5}{1}$
- Sudut konis ( $\alpha$ ) = 45 °

Perhitungan *nozzle* output :

Diketahui : massa bahan dalam tangki penampung	= 1222,21 kg
Densitas campuran	= 1072,96 kg/m <sup>3</sup>
Viskositas campuran	= 8,1 10 <sup>-4</sup> kg/m.s
	= 8,1 10 <sup>-4</sup> Pa.s
Output time	= 20 menit

Perhitungan :

$$\text{Rate volumetric (Q)} = \frac{1222,21 \text{ kg}}{(1072,96 \text{ kg/m}^3 \times 20 \text{ menit})} = 0,000949 \text{ m}^3/\text{s}$$

Asumsi aliran turbulen ( $N_{re} > 2100$ )

Dari [15, hal 496] didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{ID opt} &= 0,363 \times Q_r^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 0,363 \times 0,000949^{0,45} \times 1072,96 \text{ kg/m}^3^{0,13} \\ &= 0,0392 \text{ m} = 1,54 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih *steel pipe* (IPS) ukuran 1,5 in sch 40 [22, table 11 p 844]:

$$\text{ID} = 1,610 \text{ in} = 0,0409 \text{ m}$$

$$\text{OD} = 1,9 \text{ in} = 0,0483 \text{ m}$$

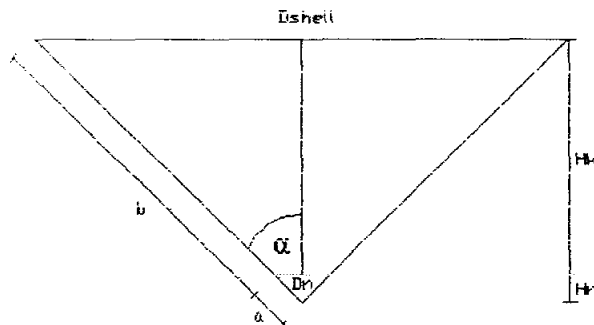
$$A = 2,04 \text{ in}^2 = 0,0013 \text{ m}^2$$

$$\text{Linear velocity (v)} = \frac{0,000949 \text{ m}^3 / \text{s}}{0,0013 \text{ m}^2} = 0,73 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Nre} &= \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{1072,96 \text{ kg/m}^3 \times 0,0409 \text{ m} \times 0,73 \text{ m/s}}{8,1 \cdot 10^{-4} \text{ Pa.s}} \\ &= 39.549,84 \text{ (aliran turbulen)} \end{aligned}$$

Asumsi benar, diambil *steel pipe* (IPS) ukuran 1,5 in sch 40

Ditetapkan diameter nozzle ( $D_n$ ) = 1,610 in = 0,1342 ft = 0,0409 m



Gambar C.9 Tangki konis IV

Keterangan:

$D_{\text{shell}}$  = diameter shell

H = tinggi shell

$H_k$  = tinggi konis

$H_n$  = tinggi nozzle

$D_n$  = diameter nozzle

$$H_n = \frac{D_n}{2 \times \text{tg } \alpha}$$

$$H_k = \frac{D_{\text{shell}}}{2 \times \text{tg } \alpha} - H_n = \frac{D_{\text{shell}}}{2 \times \text{tg } \alpha} - \frac{D_n}{2 \times \text{tg } \alpha}$$

$$= \frac{D_{shell} - D_n}{2 \times \text{tg } \alpha}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume shell} &= \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times H = \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times 1,5 \times D_{shell} \\ &= 1.1786 D_{shell}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume konis} &= \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times H_k - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_n^2 \times H_n \\ &= \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times \frac{D_{shell}}{2 \times \text{tg } 45} - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_n^2 \times \frac{D_n}{2 \times \text{tg } 45} \\ &= \frac{\pi}{24 \times \text{tg } 45} (D_{shell}^3 - D_n^3) \\ &= 0,1310 (D_{shell}^3 - D_n^3) \end{aligned}$$

$$\text{Volume tangki} = \text{volume shell} + \text{volume head} + \text{volume bottom}$$

$$1,3948 \text{ m}^3 = \left( \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times H \right) + 0,000049 D_{shell}^3 + 0,1310 (D_{shell}^3 - D_n^3)$$

$$1,3948 \text{ m}^3 = \left( \frac{1,5 \times \pi}{4} \times D_{shell}^3 \right) + 0,000049 D_{shell}^3 + 0,1310 (D_{shell}^3 - 0,0409^3)$$

$$1,3949 \text{ m}^3 = 1.1781 D_{shell}^3 + 0,000049 D_{shell}^3 + 0,1310 D_{shell}^3$$

$$1,3949 \text{ m}^3 = 1,3091 D_{shell}^3$$

$$D_{shell}^3 = 1,0655 \text{ m}^3$$

$$D_{shell} = 1,0213 \text{ m} \approx 3,34 \text{ ft} \approx 4 \text{ ft}$$

$$H_{shell} = 1,5 \times D$$

$$= 1,5 \times 1,0213 \text{ m}$$

$$= 1,5319 \text{ m} \approx 5 \text{ ft}$$

$$H_{konis} = \frac{D_{shell} - D_n}{2 \times \text{tg } \alpha}$$



$$= \frac{1,0213 \text{ m} - 0,0409 \text{ m}}{2 \times \text{tg } 45}$$

$$= 0,4905 \text{ m}$$

$$H_{\text{nozzle}} = \frac{D_n}{2 \times \text{tg } \alpha}$$

$$= \frac{0,0409 \text{ m}}{2 \times \text{tg } 45}$$

$$= 0,0205 \text{ m}$$

$$a = \sqrt{\left(\frac{D_n}{2}\right)^2 + H_n^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{0,0409}{2}\right)^2 + 0,0205^2}$$

$$= 0,03 \text{ m}$$

$$s = \sqrt{\left(\frac{D_{\text{shell}}}{2}\right)^2 + (H_k + H_n)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{1,6282}{2}\right)^2 + (0,4905 + 0,0205)^2}$$

$$= 0,96 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

$$b = s - a$$

$$= (1 - 0,03) \text{ m}$$

$$= 0,97 \text{ m}$$

H liquid dalam shell dicari dengan persamaan :

$$\text{Volume liquid} = \text{volume shell} + \text{volume konis}$$

$$41,05 \text{ ft}^3 = \left( \frac{\pi}{4} \times D_{shell}^2 \times H_{liquid} \right) + \text{volume konis}$$

$$41,05 \text{ ft}^3 = \left( \frac{\pi}{4} \times (4 \text{ ft})^2 \times H_{liquid} \right) + 8,3837 \text{ ft}^3$$

$$41,05 \text{ ft}^3 = (12,5664 \text{ ft}^2 \times H_{liquid}) + 8,3837 \text{ ft}^3$$

$$H_{liquid} = \frac{32,6663 \text{ ft}^3}{12,5664 \text{ ft}^2}$$

$$= 2,5995 \text{ ft} \approx 0,7925 \text{ m}$$

$$H_{liquid \text{ total}} = H_{liquid} + H_{konis}$$

$$= 0,7925 \text{ m} + 0,4905 \text{ m} = 1,283 \text{ m} \approx 4,208 \text{ ft}$$

### c. Tinggi dan Tebal *Head & Konis*

$$P_{\text{hidrostatik}} = \left( \frac{\rho \times H}{144} \right) \text{psia}$$

$$= \left( \frac{66,98 \text{ lb / ft}^3 \times 4,208 \text{ ft}}{144} \right) \text{psia}$$

$$= 1,96 \text{ psi}$$

$$P_{\text{operasi}} = P_{\text{hidrostatik}} + P_{\text{udara luar}}$$

$$= 1,96 \text{ psi} + 14,696 \text{ psi}$$

$$= 16,656 \text{ psi}$$

$$P_{\text{design}} = 1,2 \times P_{\text{operasi}}$$

$$= 1,2 \times 16,656 \text{ psi}$$

$$= 19,99 \text{ psi}$$

Dengan menggunakan persamaan [23, hal 23] :

$$t_s = \left( \frac{P \times R}{SE - 0,6P} \right) + c$$

Dimana :  $t_d$  = tebal minimum *dish (head/bottom)*, mm, in

P = *internal design pressure*, kPa, psi (gauge)

R = *inside radius dari shell*, mm, in

S = *allowable stress value*, kPa, psi

E = *joint efficiency*

c = *corrossion allowance*, mm

Sehingga :

$$\begin{aligned} &= \left( \frac{19,99 \text{ psi} \times 2 \text{ ft}}{\left( (18750 \text{ psi} \times 0,85) - 0,6 \times 19,99 \text{ psi} \right) \times 3,2808 \frac{\text{ft}}{\text{m}}} \right) + 3 \text{ mm} \\ &= \left( \frac{39,98}{52248,4} \right) \text{ m} + 3 \text{ mm} \\ &= 3,765 \text{ mm} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{OD} = \text{ID} + (2 \times t_s) = (4 \text{ ft} \times 12 \frac{\text{in}}{\text{ft}}) + (2 \times \frac{3}{16} \text{ in})$$

$$= 48,375 \text{ in} \approx 48 \text{ in}$$

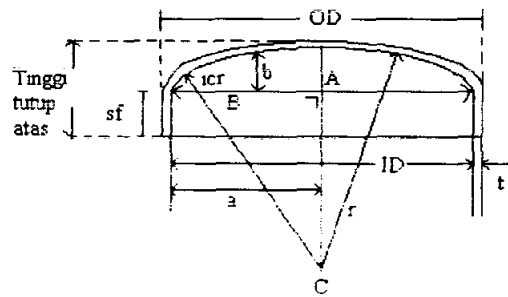
[21,hal 91]

$$t_k = \left( \frac{P \times R}{\cos \alpha (SE - 0,6P)} \right) + c$$

$$= \left( \frac{19,99 \text{ psi} \times 2 \text{ ft}}{\cos 45^\circ \left( (18750 \text{ psi} \times 0,85) - (0,6 \times 19,99 \text{ psi}) \right) \times 3,2808 \frac{\text{ft}}{\text{m}}} \right) + 3 \text{ mm}$$

$$= 4,0821 \text{ mm} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal *head* dapat dicari dengan cara berikut :



Gambar C.10 Torispherical Head

Untuk OD = 48 in [21, tabel 5-7 hal 91] didapatkan data :

$$icr = 3$$

$$r = 48 \text{ in}$$

Untuk  $t = \frac{3}{16}$  in [21, tabel 5-7 hal 93] didapatkan data  $sf = 2$  in

Tebal *head* dihitung dengan persamaan 7.77 hal 138 [21]:

$$t_d = \left( \frac{P \times r \times W}{2SE - 0,2P} \right) + c$$

dimana :  $t_d$  = tebal minimum *dish* (*head/bottom*), mm, in

$P$  = internal design pressure, kPa, psi (gauge)

$r$  = crown radius / radius of dish, in

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right)$$

$S$  = allowable stress value, kPa, psi

$E$  = joint efficiency

$c$  = corrosion allowance, mm

$icr$  = inside corner radius / knuckle radius, in

Dengan menggunakan persamaan diatas maka :

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right) \\ &= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{48}{3}} \right) \\ &= 1,75 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} t_d &= \left( \frac{P \times r \times W}{2SE - 0,2P} \right) + c \\ &= \frac{19,99 \text{ psi} \times 48 \text{ in} \times 1,75}{(2 \times 18750 \text{ psi} \times 0,85) - (0,2 \times 19,99 \text{ psi})} + 3 \text{ mm} \\ &= 0,1743 \text{ mm} + 3 \text{ mm} \\ &= 4,3382 \text{ mm} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

Tinggi *dish* dapat dihitung dengan persamaan [21, hal 87] :

$$OA = t_d + b + sf$$

Dimana : OA = tinggi *dish* (*head/bottom*), in

$t_d$  = tebal *dish*, in

$$b = r - \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$AB = \frac{ID}{2} - icr$$

$$BC = r - icr$$

sf = *straight flange*, in

$$\begin{aligned} \text{Sehingga, } b &= r - \sqrt{BC^2 - AB^2} \\ &= 48 - \sqrt{(48 - 3)^2 - \left(\frac{48}{2} - 3\right)^2} \end{aligned}$$

$$= 8,20 \text{ in}$$

$$H_{dish} = OD = \frac{3}{16} \text{ in} + 8,20 \text{ in} + 2 \text{ in}$$

$$= 10,3875 \text{ in} \approx 0,8654 \text{ ft}$$

$$H_{\text{tangki total}} = H_{dish} + H_{shell} + H_{konis} + H_{nozzle}$$

$$= 0,8654 \text{ ft} + 5 \text{ ft} + 1,609 \text{ ft} + 0,067 \text{ ft}$$

$$= 7,5414 \text{ ft} \approx 8 \text{ ft}$$

#### Perhitungan nozzle input:

$$\text{Diketahui : massa jus dalam tangki penampung} = 1222,21 \text{ kg}$$

$$\text{Densitas campuran} = 1072,96 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Viskositas campuran} = 8,1 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m.s}$$

$$= 8,1 \cdot 10^{-4} \text{ Pa.s}$$

$$\text{Output time} = 20 \text{ menit}$$

Perhitungan :

$$\text{Rate volumetric (Q)} = \frac{1222,21 \text{ kg}}{(1072,96 \text{ kg/m}^3 \times 20 \text{ menit})} = 0,000949 \text{ m}^3/\text{s}$$

Asumsi aliran turbulen ( $N_{re} > 2100$ )

Dari [15, hal 496] didapatkan :

$$ID_{opt} = 0,363 \times Q_f^{0,45} \times \rho^{0,13}$$

$$= 0,363 \times 0,000949^{0,45} \times 1072,96 \text{ kg/m}^3^{0,13}$$

$$= 0,0392 \text{ m} = 1,54 \text{ in}$$

Dipilih steel pipe (IPS) ukuran 1,5 in sch 40 [22, table 11 p 844]:

$$ID = 1,610 \text{ in} = 0,0409 \text{ m}$$

$$OD = 1,9 \text{ in} = 0,0483 \text{ m}$$

$$A = 2,04 \text{ in}^2 = 0,0013 \text{ m}^2$$

$$\text{Linear velocity (v)} = \frac{0,000949 \text{ m}^3 / \text{s}}{0,0013 \text{ m}^2} = 0,73 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Nre} &= \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{1072,96 \text{ kg/m}^3 \times 0,0409 \text{ m} \times 0,73 \text{ m/s}}{8,1 \cdot 10^{-4} \text{ Pa.s}} \\ &= 39.549,84 \text{ (aliran turbulen)} \end{aligned}$$

Asumsi benar, diambil steel pipe (IPS) ukuran 1,5 in sch 40

Ditetapkan diameter nozzle ( $D_n$ ) = 1,610 in = 0,1342 ft = 0,0409 m

#### Spesifikasi alat :

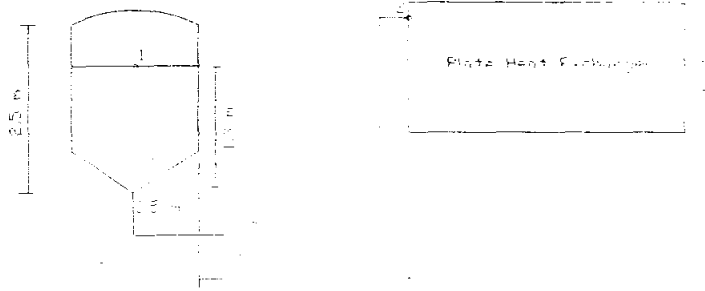
- Kapasitas = 11000 kg/hari
- Bahan konstruksi = *stainless steel*
- Jumlah alat = 1 buah
- Diameter silinder = 1,03 m
- Tinggi silinder = 1,54 m
- Tinggi konis = 0,50 m
- Tinggi liquid = 1,29 m
- Tebal silinder ( $t_s$ ) = 3/16 in
- Tebal konis ( $t_k$ ) = 3/16 in
- Tebal *head* = 3/16 in
- Tinggi tangki total = 2,44 m

#### 11. Pompa III (L-313)

Fungsi : mengalirkan jus jambu biji dari tangki penampung jus ke tangki PHE.

Tipe : *centrifugal pump*.

Dasar pemilihan : ekonomis dan efektif untuk mengalirkan liquid berviskositas rendah dengan kapasitas besar.



Gambar C.11 Pompa III

Perhitungan :

$$T \text{ operasi} = 55 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Massa jus masuk} = 11000 \text{ kg/hari}$$

$$1 \text{ hari} = 9 \text{ batch}$$

$$\rho \text{ campuran} = 1072,96 \text{ kg/m}^3 = 66,98 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{volume jus} = \frac{11000 \text{ kg}}{1072,96 \text{ kg/m}^3} \div 9 \text{ batch}$$

$$= 1,1391 \text{ m}^3$$

$$\text{debit jus masuk} = \frac{1,1391 \text{ m}^3}{1200 \text{ s}}$$

$$= 9,4925 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 0,0335 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari [15], hal 496 didapatkan :

$$ID \text{ opt} = 0,363 \times Q_f^{0,45} \times \rho^{0,13}$$

$$= 0,363 \times 0,000949^{0,45} \times 1072,96 \text{ kg/m}^3^{0,13}$$

$$= 0,0392 \text{ m} = 1,54 \text{ in}$$

Dipilih steel pipe (IPS) ukuran 1,5 in sch 40 [22, table 11 p 844]:

$$ID = 1,610 \text{ in} = 0,0409 \text{ m}$$

$$OD = 1,9 \text{ in} = 0,0483 \text{ m}$$



$$A = 2,04 \text{ in}^2 = 0,0013 \text{ m}^2$$

$$\text{Linear velocity (v)} = \frac{0,000949 \text{ m}^3 / \text{s}}{0,0013 \text{ m}^2} = 0,73 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Nre} &= \frac{\rho \times D \times v}{\mu} = \frac{1072,96 \text{ kg/m}^3 \times 0,0409 \text{ m} \times 0,73 \text{ m/s}}{8,1 \cdot 10^{-4} \text{ Pa.s}} \\ &= 39.549,84 \text{ (aliran turbulen)} \end{aligned}$$

Dari [14] hal 64 pers 2.7-38 :

$$\frac{1}{2 \times \alpha \times g_c} (v_2^2 - v_1^2) + \frac{g}{g_c} (z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \sum F + W_s = 0$$

$$\text{Dimana : } \Delta z = 0,217 \text{ m} = 0,7118 \text{ ft}$$

$$P_1 = 0 \text{ atm}$$

$$P_2 = 0 \text{ atm}$$

$$\Delta p = 0$$

$$V_1 = 0$$

$$V_2 = 2,7347 \text{ ft/s}$$

Mencari  $\Sigma F$ :

1. Friksi karena kontraksi dari tangki ke pipa

$$k_c = 0,55 \times \left(1 - \left(A_{\text{pipa}} / A_{\text{tangki}}\right)\right) \quad [14, \text{hal } 93 \text{ pers } 2.10-6]$$

$(A_{\text{pipa}} / A_{\text{tangki}}) = 0$  ; karena  $A_{\text{tangki}}$  jauh lebih besar daripada  $A_{\text{pipa}}$  sehingga

dapat diabaikan.

$$k_c = 0,55$$

$$\begin{aligned} h_c &= k_c \frac{V_2^2}{2 \times \alpha \times g_c} \\ &= 0,55 \times \frac{(2,7347 \text{ ft/s})^2}{2 \times 1 \times 32,174 \text{ lbf} \cdot \text{ft} / \text{lbm} \cdot \text{s}^2} \\ &= 0,0639 \text{ ft} \cdot \text{lbf} / \text{lbm} \end{aligned}$$

## 2. Friksi pada pipa lurus.

Digunakan commercial steel dengan  $\varepsilon = 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 0,00015 \text{ ft}$

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,00015 \text{ ft}}{0,125 \text{ ft}} = 1,2 \cdot 10^{-3} \rightarrow f = 0,004 \quad [14, \text{hal } 88 \text{ fig.2.10-3}]$$

Panjang pipa lurus ( $\Delta L$ ) = 5,5 m = 18,04 ft

$$\begin{aligned} F_f &= \frac{4 \times f \times \Delta L \times v^2}{D \times 2 \times g_c} \\ &= \frac{4 \times 0,004 \times 18,04 \text{ ft} \times (2,7347 \text{ ft/s})^2}{0,125 \text{ ft} \times 2 \times 32,174 \text{ lbm.ft/lbf.s}^2} \\ &= 0,2684 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

3. *Fitting dan valve* ( $h_f$ )

Dalam sistem digunakan 3 buah *elbow*  $90^\circ$  sehingga dari [14,tabel 2.10-1]

didapatkan:

$$k_f = 3 \times 0,75 = 2,25$$

$$\begin{aligned} h_f &= k_f \times \left( \frac{v^2}{2 \times \alpha \times g_c} \right) \\ &= 2,25 \times \left( \frac{2,7347^2}{2 \times 1 \times 32,174} \right) = 0,2615 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

4. *Sudden enlargement losses* ( $h_{ex}$ )

$$k_{ex} = \left( 1 - \frac{A_1}{A_2} \right)^2 \rightarrow \text{karena } A_2 \text{ jauh lebih besar daripada } A_1 \text{ maka } \left( \frac{A_1}{A_2} \right)$$

dapat diabaikan dimana :

$$A_1 = A \text{ pipa}$$

$$A_2 = A \text{ tangki}$$

Sehingga,  $k_{ex} = 1$

$$h_{ex} = k_{ex} \times \frac{v_1^2}{2 \times g_c}$$

$$= 1 \times \frac{2,7347^2}{2 \times 32,174}$$

$$= 0,1162 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$\Sigma F = 0,0639 \text{ ft.lbf/lbm} + 0,2684 \text{ ft.lbf/lbm} + 0,2615 \text{ ft.lbf/lbm} + 0,1162$$

$$\text{ft.lbf/lbm}$$

$$= 0,71 \text{ ft.lbf/lbm}$$

Sehingga :

$$\frac{1}{2 \times \alpha \times g_c} (v_2^2 - v_1^2) + \frac{g}{g_c} (z_2 - z_1) + \frac{p_2 - p_1}{\rho} + \Sigma F + W_s = 0$$

$$\frac{1}{2 \times 1 \times 32,174} (2,7347^2 - 0) + \frac{32,174}{32,174} (0,217) - 0 + 0,71 + W_s = 0$$

$$0,1162 + 0,217 + 0,71 + W_s = 0$$

$$-W_s = 1,0432 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$= 3,1181 \text{ J/kg} \approx 0,003 \text{ KJ/kg}$$

Dari [15], fig. 12-16 hal 513 didapatkan efisiensi pompa ( $\eta$ ) = 25 %

Dari [14] didapatkan pers. 3.3-16:

$$\text{Brake hp} = \frac{-W_s \times m}{\eta \times 0,7457 \text{ kW}}$$

$$= \frac{0,003 \text{ KJ/kg} \times 1,0185 \text{ kg/s}}{0,25 \times 0,7457 \text{ kW}}$$

$$= \frac{4,074 \cdot 10^{-3} \text{ KJ/s}}{0,186425 \text{ kW}}$$

$$= 0,022 \text{ hp}$$

Dari [8], fig.10-28 didapatkan efisiensi motor = 80 %

$$\begin{aligned} \text{Motor pompa} &= \frac{0,022 \text{ hp}}{0,8} = 0,0275 \text{ hp} \\ &= 0,25 \text{ hp} \end{aligned}$$

#### Spesifikasi alat :

- Kapasitas = 11000 kg/hari
- Tipe = *centrifugal pump*
- Jumlah alat = 1 buah
- Rate volumetrik = 0,0335 ft<sup>3</sup>/s
- Ukuran pipa = 1 1/2 in sc 80
- OD = 0,0483 m
- ID = 0,0381 m
- Efisiensi pompa = 25 %
- Efisiensi motor = 80 %
- Power pompa = 0,25 hp

#### 12. Plate Heat Exchanger (E-310)

Fungsi : Memanaskan jus dari 55°C – 90°C

Tipe : Plate Heat Exchanger

Waktu operasi : 1 menit [13]

Dasar pemilihan : PHE merupakan heat exchanger yang umum digunakan dalam industri minuman dan cocok digunakan untuk memanaskan cairan dengan viskositas rendah.

Massa jus (M) : 11000 kg/hari = 413,2 kg/s

Cp jus : 3,27 kJ/kg.K

$\lambda_{steam} (T=140^{\circ}\text{C})$  : 2144,77 kJ/kg [14], Tab.A.2-9.

Massa *steam* (m) :

$$Q = m \cdot \lambda$$

$$1555400 \text{ kJ} = m \cdot 2144,77 \text{ kJ/kg}$$

$$m = 725,21 \text{ kg} = 18,11 \text{ kg/s}$$

$\rho_{steam} (T=140^{\circ}\text{C})$  : 0,538 kg/m<sup>3</sup> [14, Tab.A.2-12]

$C_p_{steam} (T=140^{\circ}\text{C})$  : 1,905 kJ/kg.K [14, Tab.A.2-12]

Suhu jus masuk ( $t_1$ ) : 55°C = 328 K

Suhu jus keluar ( $t_2$ ) : 90°C = 363 K

Suhu *steam* masuk ( $T_1$ ) : 140°C = 413 K

Suhu *steam* keluar ( $T_2$ ) : 140°C = 413 K

Perhitungan :

### 1. Neraca Panas

$$Q_h = m \cdot \lambda = 18,11 \text{ kg/s} \cdot 2144,77 \text{ kJ/kg} = 38848,04 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} Q_c &= M \cdot C_p \cdot (t_2 - t_1) = 413,2 \text{ kg/s} \cdot 3,27 \text{ kJ/kg.K} \cdot (363 - 328) \text{ K} \\ &= 110200,33 \text{ W} \end{aligned}$$

### 2. $\Delta T_{LMTD}$

$$\begin{aligned} \Delta T_{LMTD} &= \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln\left(\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}\right)} \\ &= \frac{(413 - 363) - (413 - 328)}{\ln\left(\frac{413 - 363}{413 - 328}\right)} \\ &= 65,96 \text{ K} \end{aligned}$$

### 3. $R_d \text{ total} = 0 + 0,003 = 0,003$

$$R_d \text{ total} = \frac{1}{U_D} - \frac{1}{U_C}$$

$$\text{Trial } U_c = 1419,575 \text{ W/m}^2\text{K [8, Tab.11-6]}$$

$$U_D = \frac{1}{R_{d \text{ total}} + \frac{1}{U_c}} = \frac{1}{0,003 + \frac{1}{1419,575}} = 269,95 \text{ W/m}^2\text{.K}$$

$$- A = \frac{Q_h}{U_D \cdot \Delta T_{LMTD}} = \frac{38848,04 \text{ W}}{269,95 \text{ W/m}^2\text{K} \cdot 65,96 \text{ K}} = 2,18 \text{ m}^2$$

- Berdasarkan [26] dipilih plat jenis HM dengan

$$\text{Projected area} = A_p = 0,27 \text{ m}^2$$

$$\text{Developed area} = A_d = 0,35 \text{ m}^2$$

$$\phi = A_d / A_p = 0,35 / 0,27 = 1,3$$

$$\text{HPCD} = 0,26$$

$$\text{VPCD} = 1,04$$

$$\text{Port nozzle (D)} = 0,075 \text{ m}$$

$$\delta = 0,0005 \text{ m}$$

Jumlah plat untuk perpindahan panas (n):

$$n = A / A_d = 2,18 / 0,35 = 6,23 \text{ buah} \approx 7 \text{ buah}$$

$$U_D = \frac{38848,04}{7 \cdot 0,35 \cdot 63,83} = 248,42 \text{ W/m}^2\text{.K}$$

$$n = n_{ch} + n_{cc} - 1$$

dengan :  $n_{ch}$  = jumlah channel untuk fluida panas

$n_{cc}$  = jumlah channel untuk fluida dingin

$$n + 1 = n_{ch} + n_{cc} = 7 + 1 = 8 \text{ buah}$$

- Spesifikasi dari plat

$$W = \text{HPCD} + D + 0,015 = 0,26 + 0,075 + 0,015 = 0,35 \text{ m}$$

$$A_p = 0,27 \text{ m}^2 = L \cdot W$$

$$L = 0,27 / 0,35 = 0,77 \text{ m}$$

$$\text{Pitch/plat} = 0,0032$$

$$b = \text{PT} - \delta = 0,0032 - 0,0005 = 0,0027 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang aliran fluida dalam channel} &= Sc = W \cdot b \\ &= 0,35 \cdot 0,0027 \\ &= 0,000945 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$De = 2 \cdot b / \phi = 2 \cdot 0,0027 / 1,3 = 0,0042 \text{ m}$$

Fluida Panas	Fluida Dingin
$\begin{aligned} 7. G &= \frac{M}{Ne \cdot Sc} \\ &= \frac{18,11}{8 \cdot 0,000945} \\ &= 2395,5 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s} \\ Nre &= De \cdot G / \mu \\ &= 0,0042 \cdot 2395,5 / 0,0145 \cdot 10^{-3} \\ &= 693868,97 \end{aligned}$	$\begin{aligned} 7. G &= \frac{M}{Ne \cdot Sc} \\ &= \frac{413,2}{8 \cdot 0,000945} \\ &= 54656,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s} \\ Nre &= De \cdot G / \mu \\ &= 0,0042 \cdot 54656,1 / 0,136 \cdot 10^{-3} \\ &= 1687908,97 \end{aligned}$
$\begin{aligned} 8. Npr &= Cp \cdot \mu / k \\ &= 1,905 \cdot 0,0145 \cdot 10^{-3} / 0,0288 \\ &= 0,000959 \end{aligned}$	$\begin{aligned} 8. Npr &= Cp \cdot \mu / k \\ &= 290,28 \cdot 0,136 \cdot 10^{-3} / 1,8622 \\ &= 0,0212 \end{aligned}$
$\begin{aligned} 9. \text{ Untuk sistem terkondensasi} \\ h_h &= 1500 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{°F} \text{ [Kern hal 164]} \\ &= 8517,45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \end{aligned}$	$\begin{aligned} 9. h_c &= 0,2 \cdot Nre^{0,4} \cdot Npr^{0,4} \cdot (\mu / \mu_w)^{0,3} \\ &\quad k / De \\ &= 0,2 \cdot (1687908,97)^{0,4} \cdot (0,0212)^{0,4} \\ &\quad 1 \cdot (1,8622 / 0,0042) \\ &= 5878,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \end{aligned}$

$$\begin{aligned} 10. U_c &= \left( \frac{1}{h_h} + \frac{\delta}{k} + \frac{1}{h_c} \right)^{-1} \\ &= \left( 1 / 8517,45 + 0,0005 / 1,8622 + 1 / 5878,7 \right)^{-1} \\ &= 1798,52 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \end{aligned}$$

$$11. R_d = 1/U_D - 1/U_c = 1/248,42 - 1/1798,52 = 0,0035$$

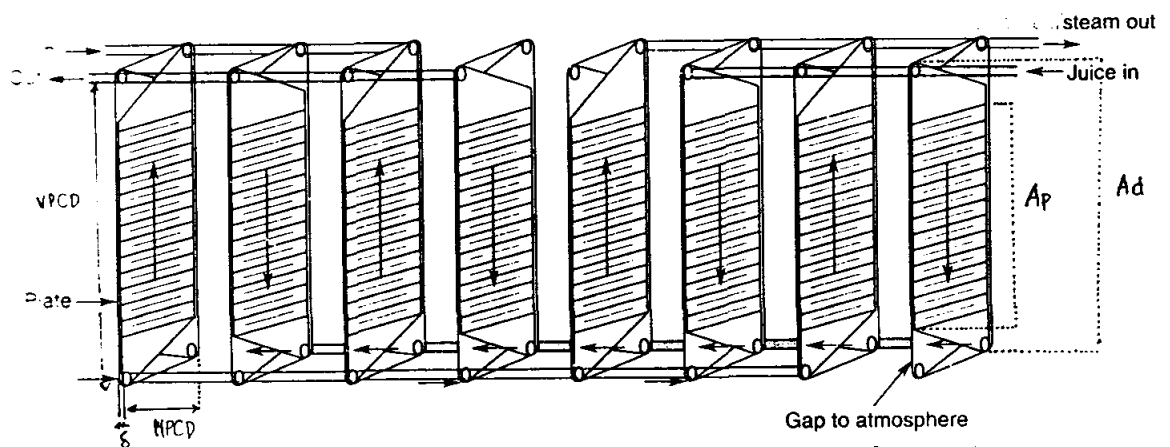
Evaluasi  $\Delta P$ 

Fluida Panas	Fluida Dingin
1. $N_{re} = 693868,97$	1. $N_{re} = 1687908,97$
- $f = 2,5 / N_{re}^{0,3}$ $= 2,5 / (693868,97)^{0,3}$ $= 0,044$	2. $f = 2,5 / N_{re}^{0,3}$ $= 2,5 / (1687908,97)^{0,3}$ $= 0,034$
- $\Delta P_c = 2 \cdot f \cdot G^2 \cdot L / (\rho \cdot De)$ $= 2 \cdot 0,044 \cdot (2395,5)^2 \cdot 0,77 /$ $(0,538 \cdot 0,0042)$ $= 1,7 \text{ psi}$	3. $\Delta P_c = 2 \cdot f \cdot G^2 \cdot L / (\rho \cdot De)$ $= 2 \cdot 0,034 \cdot (54656,1)^2 \cdot 0,77 /$ $(1038 \cdot 0,0042)$ $= 3,5 \text{ psi}$
4. $G' = m / (\Pi/4) \cdot D_p^2$ $= 18,11 / (\Pi/4) \cdot (0,075)^2$ $= 4101,34 \text{ kg/m.s}^2$	4. $G' = M / (\Pi/4) \cdot D_p^2$ $= 413,2 / (\Pi/4) \cdot (0,075)^2$ $= 93576,89 \text{ kg/m.s}^2$
5. $N_{re} = D_p \cdot G' / \mu$ $= 0,075 \cdot 4101,34 / 0,0145 \cdot 10^{-3}$ $= 21213827,59$	5. $N_{re} = D_p \cdot G' / \mu$ $= 0,075 \cdot 93576,89 / 0,136 \cdot 10^{-3}$ $= 51604902,57$
6. $f = 2,5 / N_{re}^{0,3}$ $= 2,5 / (21213827,59)^{0,3}$ $= 0,0158$	6. $f = 2,5 / N_{re}^{0,3}$ $= 2,5 / (51604902,57)^{0,3}$ $= 0,0121$
7. $\Delta P_p = 2 \cdot f \cdot G^2 \cdot PT / (\rho \cdot De)$ $= 2 \cdot 0,044 \cdot (2395,5)^2 \cdot 0,0032 /$ $(0,538 \cdot 0,0042)$ $= 7,1 \text{ psi}$	7. $\Delta P_p = 2 \cdot f \cdot G^2 \cdot PT / (\rho \cdot De)$ $= 2 \cdot 0,0121 \cdot (93576,89)^2 \cdot$ $0,0032 / (1038 \cdot 0,0042)$ $= 5,5 \text{ psi}$
8. $\Delta P_t = \Delta P_c + \Delta P_p = 8,8 \text{ psi}$	8. $\Delta P_t = \Delta P_c + \Delta P_p = 9 \text{ psi}$

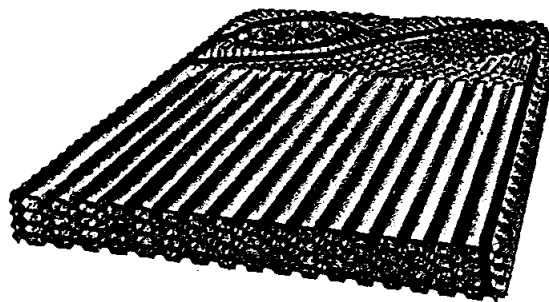


**Spesifikasi alat :**

- Nama alat : PHE
- Jumlah plat : 8 buah
- $\Delta Pt$  (fluida panas) : 8,8 psi
- $\Delta Pt$  (fluida dingin) : 9 psi
- Luas penampang : 0,000945 m<sup>2</sup>
- Luas perpindahan panas : 2,25 m<sup>2</sup>
- Waktu operasi : 1 menit



Gambar C.12 Plate Heat Exchanger



Gambar C.13 Plate HM

## **APPENDIX D**

# **PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI**

## APPENDIX D

### PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

#### D.1. Perhitungan Harga Peralatan

##### Metode Perkiraan Harga

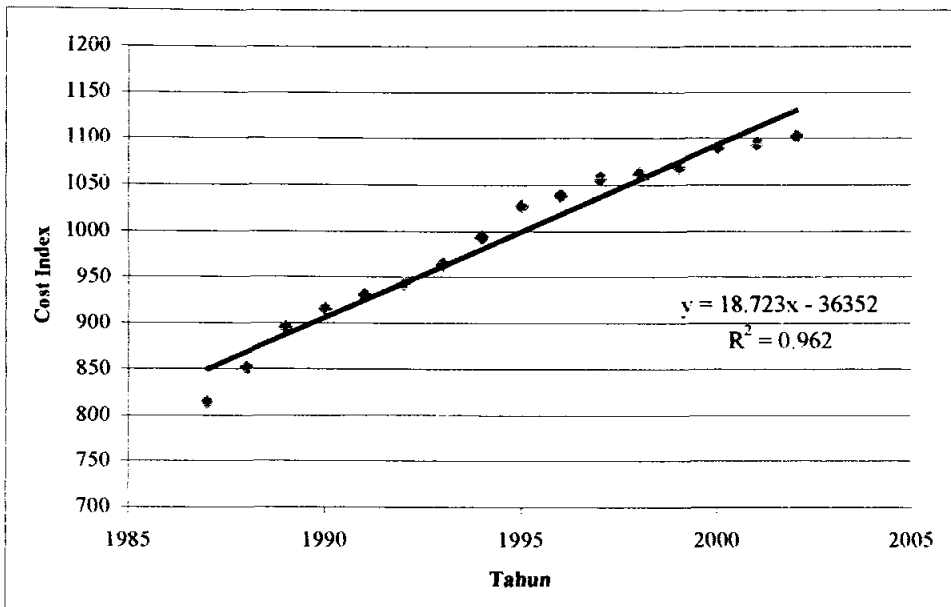
Harga peralatan sering mengalami perubahan karena kondisi ekonomi. Oleh karena itu, untuk memperkirakan harga peralatan sekarang diperlukan suatu indeks yang dapat mengkonversikan harga peralatan sebelumnya menjadi harga sekarang.

Metode yang digunakan untuk menentukan harga peralatan adalah metode *Cost Index* yang dihitung dengan persamaan :

$$\text{Harga alat saat ini} = \frac{\text{Cost Index saat ini}}{\text{Cost Index pada tahun A}} \times \text{H arg a alat pd tahun A}$$

Pada perencanaan pabrik Jus Jambu Biji ini, harga peralatan yang digunakan didasarkan pada harga alat yang terdapat pada pustaka Peter & Timmerhauss dan Ulrich. *Cost Index* yang digunakan adalah dari Marshall & Swift *Cost Index*.

Diperkirakan pabrik didirikan pada tahun 2009, sehingga dengan extrapolasi dan linierisasi data-data tahun sebelumnya didapatkan :



**Gambar D.1 Grafik hubungan cost index vs tahun**

*Cost Index* Marshall & Swift pada tahun 2002 = 1102,500

*Cost Index* Marshall & Swift pada tahun 2009 = 1262,507

Contoh perhitungan :

Nama alat = tangki mixing

Kapasitas = 11000 kg/hari

Bahan konstruksi = stainless stell SA-240 grade C

Harga tahun 2002 = US\$ 29.800

Harga tahun 2009 =  $\frac{1262,507}{1102,5} \times \$ 25.430$

= \$ 29.120,683

dengan cara yang sama harga peralatan disajikan pada tabel D.1 untuk alat-alat proses dan D.2 untuk alat-alat utilitas.

Tabel D.1 Tabel Harga Alat Proses

Kode	Nama Alat	Jumlah	Harga 2002 (\$)	Harga 2009 (\$)	Harga total (\$)
J-113	Bucket elevator	1	3.510	3.908,888	3.908,888
F-212	Silo Sukrosa	1	7.568,25	8.666,64	8.666,64
F-112	Bak pencucian Jambu	1	6.739,64	7.717,77	7.717,77
H-110A	<i>Expeller Press I</i>	1	17.900	19.900	19.900
H-110B	<i>Expeller Press II</i>	1	17.900	19.900	19.900
H-111	Sreening	1	22.000	25.192,88	25.192,88
F-312	Tangki Penampungan II	1	3.697,68	4.234,333	4.234,333
F-211	Tangki Penampungan I	1	3.697,68	4.234,333	4.234,333
M-210	Tangki Mixing	1	25.430	29.120,683	29.120,683
X-410	Mesin pengemasan	1	160.000	183.220,971	183.220,971
E-310	<i>Plate Heat Exchanger</i>	1	8.000	9.161,049	9.161,049
L-313	Pompa III	1	72,74	83,3	83,3
L-213	Pompa I	1	72,74	83,3	83,3
L-211	Pompa II	1	72,74	83,3	83,3
Total					317.297,55

Tabel D.2 Tabel Luas Bak Penampung pada Utilitas dan Gudang Proses

Kode	Nama Bak	Jumlah	Luas (m <sup>2</sup> )
F-720	Bak penampung air bersih	1	12,25
F-711	Bak penampung air sumur	1	16
	<i>Warehouse jambu biji</i>	1	455,84
	Total		484,09

Harga bangunan = Rp 1.000.000,-/ m<sup>2</sup> (*supplier*)

Total harga bak penampung dan *warehouse* jambu biji = 484,09 m<sup>2</sup> x Rp1.000.000/m<sup>2</sup>  
 = Rp 484.090.000

Tabel D.3. Tabel Harga Alat Utilitas

Kode	Nama Alat	Jumlah	Harga 2002 (\$)	Harga 2009 (\$)	Harga total (\$)
L-710	Pompa air sumur	1	135,84	155,56	155,56
L-712	Pompa air ke <i>sand filter</i>	1	406,67	465,68	465,68
H-713	Sand filter	1	31.536,45	36.113,37	36.113,37
L-714	Pompa air ke <i>carbon filter</i>	1	339,60	388,89	388,89
H-715	Carbon filter	1	31.536,45	36.113,37	36.113,37
L-721	Pompa air ke tangki demineralisasi	1	406,67	465,68	465,68
L-733	Pompa air proses	1	72,74	83,3	83,3
L-732	Tangki penampung air demineralisasi	1	35.000,00	40.079,59	40.079,59
L-722	Pompa air sanitasi	1	339,60	388,89	388,89
L-730	Tangki demineralisasi	1	29.427,63	33.698,49	33.698,49
L-731	Pompa air ke tangki penampung air demineralisasi	1	406,67	465,68	465,68
F-734	Tangki penampung air umpan <i>boiler</i>	1	15.000,00	17.176,97	17.176,97
-	Genset	1	28.164,29	32.251,80	32.251,80
E-737	<i>Fire Tube Boiler</i>	1	19.000,00	21.757,49	21.757,49
L-735	Pompa air ke <i>boiler</i>	1	194,06	222,22	222,22
L-741	Pompa bahan bakar ke <i>boiler</i>	1	135,84	155,56	155,56
<b>Total</b>					<b>230.983,42</b>

1 \$ = Rp 9.000,-

Total harga peralatan proses = Total harga peralatan proses + Total harga utilitas

$$= \text{Rp. } 2.855.677.950 + \text{Rp. } 2.078.850.780$$

$$= \text{Rp. } 4.934.528.730$$

*Warehouse* jambu biji dilengkapi dengan 4 buah *fan*.

Harga *fan* = Rp. 850.000/buah

Harga total *fan* = Rp. 850.000 x 4

$$= \text{Rp. } 3.400.000$$

Total harga peralatan = total harga peralatan proses + Total harga bak penampung

dan *warehouse* jambu biji + total harga *fan*

$$= \text{Rp. } 4.934.528.730 + \text{Rp } 484.090.000 + \text{Rp. } 3.400.000$$

$$= \text{Rp } 5.422.018.730$$

## D.2 Perhitungan Harga Bahan Baku dan Harga Jual Produk

### Harga Bahan Baku

Jambu biji = Rp. 5.000/kg (1 kg = 5 buah)

Kebutuhan = 6300 kg/hari = 1.890.000 kg/tahun

Total harga bahan baku per tahun = 1.890.000 kg/tahun  $\times$  Rp 5.000 /kg  
 = Rp. 9.450.000.000

dengan cara yang sama akan dapat diketahui harga bahan baku seperti terlihat pada tabel sebagai berikut :

**Tabel D.4. Harga Bahan Baku**

	Rp/kg atau Rp/L	kg/hari atau L/hari	kg/thn atau L/thn	harga/thn (Rp.)
Jambu biji	5.000	6.300	1.890.000	9.450.000.000
Asam askorbat	50.000	36,7	11.010	550.500.000
Sukrosa	6.000	1.181,2	354.360	2.126.160.000
			<b>Total</b>	<b>12.126.660.000</b>

### Harga Kemasan Produk

Jus jambu biji yang dihasilkan akan dikemas dalam botol plastik + label tiap 500 ml dan dalam botol plastik 1000 ml (1 liter).

**Tabel D.5. Harga Kemasan Produk**

Kemasan	Rp/kemasan	Botol/hari	Harga/tahun (Rp)
500 ml	500	14.352	2.152.800.000
1000 ml	750	3.075	691.875.000
		<b>Total</b>	<b>2.844.675.000</b>

**Harga jual produk**

Harga jual produk 500 ml = Rp. 10.000/kemasan

Harga jual produk perhari =  $14.352 \times \text{Rp. } 10.000/\text{hari}$

$$= \text{Rp } 143.520.000$$

Harga jual produk pertahun =  $300 \text{ hari} \times \text{Rp. } 143.520.000/\text{hari}$

$$= \text{Rp. } 43.056.000.000$$

**Tabel D.6. Harga Jual Produk**

Produk	Kemasan	Kapasitas (botol/hari)	Kapasitas (botol/tahun)	Harga/kemasan (Rp)	Pendapatan/thn (Rp)
Jus jambu	500 ml	14.352	4.305.600	10.000	43.056.000.000
Jus jambu	1000 ml	3.075	922.500	16.000	14.760.000.000
					57.816.000.000

**D.3 Perhitungan Biaya Utilitas****D.3.1 Kebutuhan Air sumur**

Kebutuhan air =  $41,52 \text{ m}^3/\text{hari}$

Harga air PDAB, Sidoarjo :

$10\text{-}20 \text{ m}^3 = \text{Rp. } 650,00$

$20\text{-}30 \text{ m}^3 = \text{Rp. } 750,00$

$30\text{-}40 \text{ m}^3 = \text{Rp. } 820,00$

$>40 \text{ m}^3 = \text{Rp. } 920,00$

Biaya air :

$10 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 650,00 = \text{Rp. } 6.500,00$

$10 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 750,00 = \text{Rp. } 7.500,00$

$10 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 820,00 = \text{Rp. } 8.200,00$

$11,52 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 650,00 = \text{Rp. } 7.488,00$



Kebutuhan air umpan boiler = 3,2572 m<sup>3</sup>/hari

Biaya air umpan boiler :

$$3,2572 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 650,00 = \text{Rp. } 2.118,00$$

Biaya air total per tahun = Biaya air + Biaya air umpan boiler

$$= (300 \text{ hari} \times \text{Rp. } 31.801,00/\text{hari}) + \text{Rp. } 2.118,00$$

$$= \text{Rp. } 8.908.518$$

### D.3.2 Kebutuhan Zeolite dan Regenerasinya

Kebutuhan zeolite = 30,198 kg zeolite/minggu

Regenerasi zeolite dilakukan dalam jangka waktu 1 minggu. Maka dalam 1 bulan dilakukan 4 kali regenerasi. Diasumsi dalam 1 kali regenerasi 5 % zeolite terikut dalam pencucian.

$$\text{Zeolite yang terikut} = \frac{5}{100} \times 30,198 \text{ kg} = 1,5099 \text{ kg}$$

$$\text{Zeolite yang tersisa} = 30,198 \text{ kg} - 1,5099 \text{ kg} = 28,6881 \text{ kg} \approx 28,7 \text{ kg}$$

$$\text{Zeolite yang harus ditambahkan per minggu} = (30,198 - 28,7) \text{ kg} = 1,5 \text{ kg}$$

$$\text{Harga zeolite} = \text{Rp. } 90.000,00/50 \text{ kg} = \text{Rp. } 1.800,00/\text{kg}$$

$$\text{Harga total zeolite} = \text{Rp. } (30,198 \times 1800) + (1,5 \times 1800 \times 4)$$

$$= \text{Rp. } 65.156/\text{bulan} = \text{Rp. } 781.877$$

Kebutuhan NaCl untuk regenerasi zeolite = 24,656 kg/bulan

$$\text{Harga NaCl} = \text{Rp. } 1.500,00/\text{kg}$$

$$\text{Harga total NaCl per tahun} = \text{Rp. } 1.500,00 \times 24,656 \times 12 = \text{Rp. } 443.808$$

$$\text{Harga total zeolite dan NaCl per tahun} = \text{Rp. } 781.877 + \text{Rp. } 443.808$$

$$= \underline{\underline{\text{Rp. } 1.225.685}}$$

### D.3.3 Kebutuhan Listrik

Contoh perhitungan biaya listrik : pos keamanan

Dari bab utilitas diketahui bahwa lumen output dari pos keamanan adalah 645,84 lumen. Efficacy dari lampu Fluorescent adalah 85 lumen/watt.

$$\text{Sehingga : power} = \frac{645,84 \text{ lumen}}{85 \text{ lumen / watt}} = 0,008 \text{ kW}$$

Berdasarkan sumber Jawa Pos tanggal 23 september 2006, biaya listrik beban puncak (LWBP) untuk industri adalah Rp 660,53/kWh. Sedangkan biaya listrik beban puncak (WBP) pada pk 17.00-22.00 adalah 1,7 x LWBP. Lampu di pos keamanan menyala selama 12 jam/hari, yaitu dari jam 17.00-5.00.

Maka biaya listrik dihitung sebagai berikut :

$$\text{WBP} = 5 \text{ jam} \times 0,008 \text{ kW} = 0,04 \text{ kWh}$$

$$\text{Harga listrik WBP} = 1,7 \times \text{Rp } 660,53/\text{kWh} \times 0,04 \text{ kWh} = \text{Rp } 44,92/\text{hari}$$

$$\text{LWBP} = 7 \text{ jam} \times 0,008 \text{ kW} = 0,056 \text{ kWh}$$

$$\text{Harga listrik LWBP} = \text{Rp } 660,53/\text{kWh} \times 0,056 \text{ kWh} = \text{Rp } 36,99/\text{hari}$$

Dengan cara yang sama, biaya listrik dapat dihitung sebagai berikut :

Tabel D.7. Biaya listrik dari lampu

No.	Nama bangunan	Lumen	Lumen/watt	Waktu	kW	kWh (WBP)	kWh (LWBP)	WBP (Rp)	LWBP (Rp)	
1	Pos keamanan	645,84	40	12	0,02	0,08	0,11	90,518	74,654	
2	Tempat Parkir	13.455	85	12	0,16	0,79	1,11	888,7431	731,906	
3	Kantor	40.365	85	12	0,47	2,37	3,32	2.666,2293	2.195,718	
4	Mushola	968,76	85	12	0,01	0,06	0,08	63,9895	52,697	
5	Poliklinik	1.937,52	85	24	0,02	0,11	0,43	127,9790	286,070	
6	Kantin	5.166.72	85	12	0,06	0,30	0,43	341,2774	281,051	
7	Utilitas	51.667.2	40	24	1,29	6,46	24,54	7.252,1438	16.210,674	
8	Bengkel	5.382	85	24	0,06	0,32	1,20	355,4972	794,640	
9	Gudang bahan jadi	1.614.6	85	24	0,02	0,09	0,36	106,6492	238,392	
10	PMK	1.614.6	85	24	0,02	0,09	0,36	106,6492	238,392	
11	Area produksi	64.584	40	24	1,61	8,07	30,68	9.065,1798	20.263,343	
12	Gudang bahan baku	1.291.68	85	24	0,02	0,08	0,29	85,3193	190,713	
13	Taman + jalan	7.211.88	40	12	0,18	0,90	1,26	1.012,2784	833,641	
14	Area perluasan	16.146	85	12	0,19	0,95	1,33	1.066,4917	878,287	
15	Toilet	2.583,36	85	12	0,03	0,15	0,21	170,6387	140,526	
16	Generator	2.691	85	12	0,03	0,16	0,22	177,7486	146,381	
17	Laboratorium	5.166.72	85	24	0,06	0,30	1,15	341,2774	762,855	
								Total	23.919	44.320

Tabel D.8. Biaya listrik dari alat

Alat	Hp	kW	kWh (WBP)	kWh (LWBP)	WBP (Rp)	LWBP (Rp)	Harga/hari (Rp)
Proses	36	26,845	134,225	510,055	150.721	336.907	487.628
Utilitas	9	6,7113	33,56	46,98	37.681	31.031	68.712

Total biaya listrik = biaya listrik dari lampu + biaya listrik dari alat

$$= \text{Rp}(23.919 + 44.320 + 487.628 + 68.712)$$

$$= \text{Rp } 624.579/\text{hari} = \text{Rp } 187.373.700/\text{tahun}$$

#### D.3.4 Kebutuhan Bahan Bakar

$$\text{Harga solar} = \text{Rp. } 6.500/\text{L}$$

$$\text{Kebutuhan solar} = 169.410,1592 \text{ L/bulan}$$

Biaya kebutuhan solar industri per tahun :

$$= 12 \text{ bulan} \times 169.410,1592 \text{ L/bulan} \times \text{Rp. } 6.500/\text{L}$$

$$= \text{Rp. } \underline{13.213.992.420}$$

**Total biaya utilitas :**

= Kebutuhan air + Kebutuhan zeolite dan regenerasinya + kebutuhan listrik +  
kebutuhan bahan bakar

$$= \text{Rp. } (8.908.518 + 1.225.685 + 187.373.700 + 13.213.992.420)$$

$$= \text{Rp. } \underline{13.411.500.323}$$

#### D.4 Perhitungan Gaji Karyawan

**Tabel D.9. Perincian Gaji Karyawan Tiap Bulan**

No	Posisi	Jumlah	Gaji (Rp.)	Total (Rp.)
1	Direktur Utama	1	15.000.000	15.000.000
2	Direktur	2	8.000.000	16.000.000
3	Litbag	2	2.000.000	4.000.000
4	Kepala Bagian	2	3.000.000	9.000.000
5	Kasie Perawatan dan Bengkel	1	2.000.000	2.000.000
6	Kasie utilitas	1	2.000.000	2.000.000
7	Kasie Produksi	2	2.000.000	4.000.000
8	Kasie Pengendalian Mutu dan Lab	1	2.000.000	2.000.000
9	Kasie Keuangan dan Pembukuan	1	2.000.000	2.000.000
10	Kasie Penyediaan dan Pembelian	1	2.000.000	2.000.000
11	Kasie Penjualan, Market, dan Promosi	1	2.000.000	2.000.000
12	Kasie Personalia	1	2.000.000	2.000.000
13	Karyawan Gudang bahan baku	8	800.000	6.400.000
14	Karyawan Gudang bahan jadi	8	800.000	6.400.000
15	Kepala Satpam	4	1.300.000	5.200.000
16	Unit Perawatan dan bengkel	4	1.250.000	5.000.000
17	Unit utilitas	8	1.500.000	12.000.000
18	Unit Produksi	8	1.500.000	12.000.000
19	Unit Pengendalian Mutu dan Lab	8	1.500.000	12.000.000
20	Unit Keuangan dan Pembukuan	2	1.500.000	4.500.000
21	Unit Penyediaan dan Pembelian	4	1.500.000	6.000.000
22	Unit Penjualan, Market, dan Promosi	2	1.200.000	2.400.000
23	Unit Personalia	2	1.500.000	3.000.000
24	Unit Kesehatan	1	1.200.000	3.600.000
25	Unit Transportasi	4	800.000	3.200.000
26	Satpam	8	800.000	6.400.000
27	Kebersihan dan Taman	2	800.000	1.600.000
		89		145.300.000

Total gaji karyawan = Rp. 145.300.000/bulan.

Ditetapkan 1 tahun produksi adalah 12 bulan, ditambah uang tunjangan sebesar 1 bulan gaji.

Gaji karyawan per tahun = 13 bulan × Rp. 145.300.000/bulan

= **Rp.1.888.900.000**

**APPENDIX E**

**TUGAS KHUSUS**

**ALAT KONTROL *PLATE HEAT EXCHANGER***

**APPENDIX E**  
**TUGAS KHUSUS**  
**ALAT KONTROL *PLATE HEAT EXCHANGER***

*Plate Heat Exchanger* (PHE) merupakan alat yang memegang peranan penting dalam proses pembuatan jus jambu biji. PHE bertujuan untuk mensterilkan produk jus yang sudah siap dikemas agar terbebas dari organisme yang tidak dikehendaki sehingga aman dikonsumsi manusia. Sterilisasi dilakukan dengan cara pemanasan hingga mencapai range temperatur 85 °C – 90 °C selama 1 menit menggunakan *saturated steam* dengan temperatur 140°C.

Selain agar aman untuk dikonsumsi, produk yang terbebas dari organisme yang tidak diinginkan dapat memperpanjang umur produk. Sterilisasi cukup dilakukan dengan pemanasan hingga mencapai range temperature 85 °C – 90 °C untuk mencegah kerusakan komposisi dari jus jambu biji yang sebagian besar dapat rusak pada suhu tinggi, seperti vitamin C, vitamin A, dan sebagainya. Selain itu pada range temperatur 85 °C – 90 °C organisme-organisme yang tidak diinginkan pada produk jus jambu biji telah dapat dibunuh.

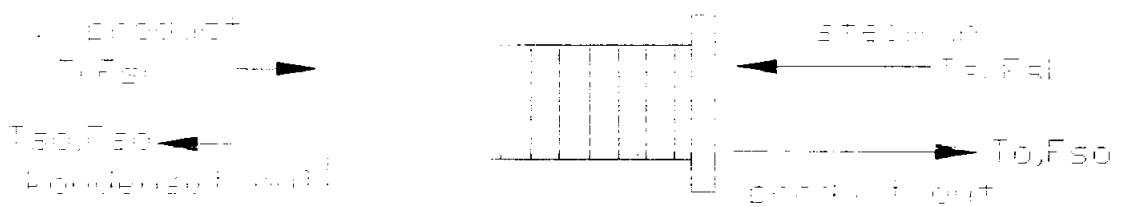
Organisme yang mungkin timbul pada produk jus jambu biji antara lain *yeast* dan bakteri yang dapat hidup pada suasana asam seperti *E.Coli*. Kedua organisme tersebut memang merupakan organisme yang umum dijumpai pada produksi jus buah dan jika tidak ditangani secara benar akan dapat menimbulkan kerusakan pada produk seperti perubahan warna, rasa dan juga menurunnya umur

produk. Selain itu jika dikonsumsi oleh manusia dapat menimbulkan gejala keracunan seperti mual, tidak enak badan, atau diare.

Yang menarik dari organisme tersebut adalah ketidaktahanannya terhadap temperatur tinggi. Organisme-organisme tersebut tidak akan dapat hidup pada temperatur diatas  $80^{\circ}\text{C}$ . Jadi cara yang paling efektif untuk membunuh organisme tersebut adalah dengan pemanasan hingga temperatur dimana mikroorganisme tersebut tidak dapat hidup.

Untuk menjaga proses sterilisasi pada PHE diperlukan pengendalian temperatur proses pada  $85^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C}$ . Temperatur harus dijaga pada range  $85^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C}$  karena jika temperatur sterilisasi tersebut tidak tercapai, akan menimbulkan kemungkinan adanya mikroorganisme yang dapat mempengaruhi produk, sedangkan jika temperatur sterilisasi melebihi  $90^{\circ}\text{C}$  akan merusak komponen-komponen produk.

Berikut merupakan sistem kontrol pada PHE dengan jenis aliran *counter current* dengan menggunakan *saturated steam*.



Gambar E.1 *Plate Heat Exchanger*

- a. *Control objective* dalam sistem diatas adalah untuk menjaga produk jus yang keluar steril yaitu pada range temperatur  $85^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C}$  melalui pengontrolan *flowrate* steam masuk.



- b. Variabel proses diatas ada 6 yaitu  $T_i$ ,  $F_i$  ( $F_o = F_i$ ),  $T_o$ ,  $T_{si}$ ,  $F_{si}$  ( $F_{so} = F_{si}$ ) dan  $T_{so}$ .

Dimana :

$T_i$  = Temperatur jus masuk ( $^{\circ}\text{C}$ )

$F_i$  = Flowrate jus masuk (kg/s)

$T_o$  = Temperatur jus keluar ( $^{\circ}\text{C}$ )

$F_o$  = Flowrate jus keluar (kg/s)

$T_{si}$  = Temperatur steam masuk ( $^{\circ}\text{C}$ )

$F_{si}$  = Flowrate steam masuk (kg/s)

$T_{so}$  = Temperatur kondensat keluar ( $^{\circ}\text{C}$ )

$F_{so}$  = Flowrate kondensat keluar (kg/s)

- c. *Externally defined variable* dalam sistem ini adalah  $T_i$  dan  $T_{si}$ .
- $T_i$  dikatakan sebagai *externally defined variable* karena temperatur jus masuk PHE telah ditentukan oleh proses sebelumnya (proses mixing) yaitu  $60^{\circ}\text{C}$
  - $T_{si}$  dikatakan sebagai *externally defined variable* karena temperatur dari steam pada proses ini telah ditentukan sebesar  $140^{\circ}\text{C}$  karena steam yang dihasilkan *boiler* tidak hanya untuk alat PHE tetapi juga digunakan pada proses *mixing*.
- d. *Controlled variable* yang terdapat pada sistem PHE diatas adalah temperatur jus keluar ( $T_o$ ), karena  $T_o$  merupakan variabel yang dapat menjadi indikator apakah proses sterilisasi pada PHE berlangsung pada kondisi yang diinginkan atau tidak.

- e. Persamaan yang digunakan dalam PHE tersebut adalah:

$$Q = F_i \times C_p \times (T_i - T_o)$$

$$Q_s = F_{si} \times \lambda$$

$$Q = U \times A \times \frac{(T_i - T_{so}) - (T_o - T_{si})}{\ln[(T_i - T_{so}) / (T_o - T_{si})]}$$

- f. Jumlah *manipulated variable* dapat dihitung sebagai berikut:

$$N_{\text{Manipulated}} = N_{\text{Variables}} - N_{\text{Externally defined}} - N_{\text{Equation}}$$

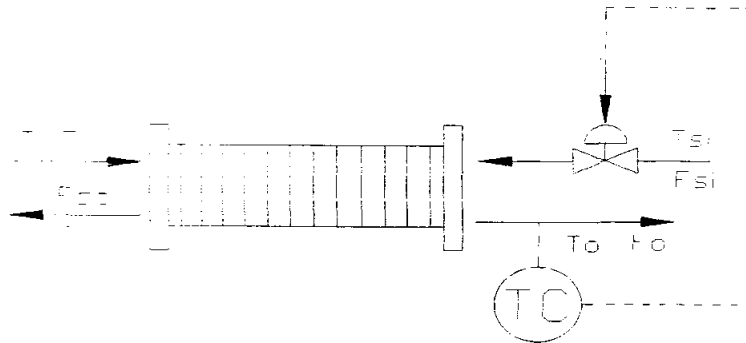
$$= 6 - 2 - 3$$

$$= 1$$

- g. Mekanisme kerja alat kontrol pada PHE diatas yaitu temperatur produk jus jambu ( $T_o$ ) yang keluar langsung diukur dengan *thermocouple* yang kemudian akan mengubah data yang terukur (temperatur jus keluar) menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik ini dapat langsung dikirimkan melalui kabel penghubung ke alat kontrol (biasanya digunakan computer digital) agar temperatur yang terukur dapat terbaca. Alat kontrol akan menerima informasi dari *thermocouple* dan akan memutuskan tindakan apa yang harus dilakukan. Jika temperature yang diinginkan tidak tercapai, kontrol akan menyampaikan pesan ke valve untuk mengatur *flowrate* input steam ( $F_{si}$ ). Jika temperatur output jus ( $T_o$ ) lebih rendah dari *set point* yang diinginkan, bukaan valve steam masuk akan membesar sehingga *flowrate* steam yang masuk lebih besar. Dengan besarnya *flowrate* steam yang masuk, temperatur pada saat proses sterilisasi akan meningkat. Sebaliknya bila temperatur output jus lebih tinggi dari *set point* yang diinginkan,

bukaan valve steam masuk akan mengecil sehingga *flowrate* steam yang masuk lebih sedikit. Dengan sedikitnya *flowrate* steam yang masuk, temperatur pada saat proses sterilisasi akan menurun. Sehingga temperatur jus keluar ( $T_o$ ) akan berada pada temperatur yang diinginkan.

h. Gambar sistem kontrol pada PHE adalah sebagai berikut.



Gambar E.2 Sistem Kontrol PHE

i. Tipe alat kontrol yang digunakan adalah *Proportional Integral Controller* (PI), karena menghasilkan *offset* nol sehingga *ultimate value* bisa sama dengan *set point*. Aplikasi PI-controller dalam proses industri yaitu untuk mengontrol tekanan, komposisi dan temperatur liquid. Pada pabrik jus jambu biji ini PI-controller digunakan untuk mengontrol temperatur sterilisasi pada *Plate Heat Exchanger* (PHE) agar berada pada range temperatur yang diinginkan yaitu  $85\text{ }^{\circ}\text{C} - 90\text{ }^{\circ}\text{C}$  [27].

**APPENDIX F**

**TUGAS KHUSUS**

**PEMASARAN JUS JAMBU BIJI**

## **APPENDIX F**

### **TUGAS KHUSUS**

### **PEMASARAN JUS JAMBU BIJI**

#### **F.1. Definisi Pemasaran**

Pemasaran adalah keinginan manusia dalam hubungannya dengan pasar, atau pemasaran dapat didefinisikan bekerja dengan pasar untuk mewujudkan transaksi yang mungkin terjadi dalam memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia. Pemasar adalah orang yang mencari sumber daya dari orang lain dan mau menawarkan sesuatu yang bernilai untuk itu. Kalau satu pihak lebih aktif mencari pertukaran daripada pihak lain, maka pihak pertama adalah pemasar dan pihak kedua adalah calon pembeli [28].

Pemasaran bukan hanya sekadar mendistribusikan produk tetapi juga bertanggung jawab sebelum dan sesudah produk terjual sampai ke tangan pembeli. Proses pemasaran yang jelas terdiri dari analisa peluang pasar, meneliti dan memilih pasar sasaran, merancang strategi pemasaran, merancang program pemasaran, dan mengorganisir, melaksanakan serta mengawasi usaha pemasaran. Agar kegiatan pemasaran dapat berjalan dengan baik, maka dalam pemasaran dibutuhkan suatu konsep yang akan digunakan dalam memasarkan produk yang disebut konsep pemasaran [29, 30].

#### **F.2. Peluang Pasar Jus Jambu Biji**

Peluang pasar dari jus jambu biji masih terbuka lebar, karena jus jambu biji ini mempunyai beberapa keunggulan dan juga berkhasiat untuk kesehatan manusia. Keunggulan-keunggulan inilah yang akan ditonjolkan agar dapat bersaing dengan jus-jus

buah yang lainnya yang sudah ada di pasaran. Beberapa keunggulan produk jus jambu biji ini yang akan diproduksi ini antara lain :

1. Jus jambu biji yang diproduksi ini mempunyai kandungan vitamin C yang tinggi yaitu sebesar 189,7 mg per 500 ml botol jus. Kebutuhan manusia akan vitamin C sekitar 90 mg/hari. Berdasarkan data tersebut, dengan mengkonsumsi minimum 50 ml jus jambu biji yang akan diproduksi ini maka kebutuhan vitamin C sudah dapat terpenuhi seperti yang telah ditetapkan oleh BPPSDMK (Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan). Vitamin C dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh, dan juga merupakan anti oksidan yang dapat menghambat produksi nitrosamin (suatu zat pemicu kanker) [31, 32].
2. Banyak mengandung serat larut air (pektin) yang berperan besar dalam menurunkan kadar kolesterol, selain itu juga dapat menghambat aterosklerosis (penyumbatan pembuluh darah penyebab terjadinya penyakit jantung koroner dan stroke) [33].
3. Dibuat dengan bahan-bahan alami tanpa menggunakan bahan pengawet. Produk jus jambu biji yang dijual di pasaran biasanya tidak lepas dari penggunaan bahan-bahan pengawet seperti misalnya produk *Berry Juice* yang menggunakan sodium benzoat untuk memperpanjang umur produk. Sedangkan ketahanan produk terhadap mikroba pada jus jambu biji kami diupayakan dengan mensterilisasi produk pada suhu dimana mikroba-mikroba patogen dapat mati, menjaga ke higienisan proses dan juga pemilihan bahan baku yang berkualitas baik[33].

Diperkirakan produk jus jambu biji akan dapat bersaing dengan produk jus buah yang lain karena selain produk ini memiliki beraneka ragam keunggulan, peluang pasar

juga masih cukup besar mengingat belum banyak industri yang mengolah jambu biji menjadi produk jus yang bebas pengawet dan komponen penyusun utamanya merupakan buah jambu biji (bukan *essence* jambu atau bahan-bahan kimia lainnya).

### F.3. Konsep dan Strategi Pemasaran Jus Jambu Biji

Strategi adalah kumpulan rencana atau langkah yang akan dilakukan oleh pabrik jus jambu biji untuk mencapai tujuan, yaitu memperoleh laba melalui kepuasan konsumen. Kepuasan konsumen ini dikarenakan mutu dari produk yang dihasilkan sangat baik. Untuk mencapai tujuan tersebut harus ada *goal/target* penjualan yang telah ditentukan.

Dalam merencanakan strategi pemasaran, harus memperhatikan 4 komponen (4P) yang terpenting atau biasa dikenal dengan *marketing mix* dalam proses pemasaran, antara lain:

- *Product* (produk)

Untuk menjamin kelancaran pemasaran produk jus jambu biji, nilai estetika (kemasan maupun kualitas) dari produk harus benar-benar diperhatikan. Kemasan dari jus jambu biji akan dibuat *eye catching* sehingga membuat orang lain tertarik untuk membeli. Selain itu, perlu diadakan modifikasi kemasan/*design* jus jambu biji dalam rentang waktu tertentu sehingga konsumen tidak jenuh dengan *design* yang monoton. Produk jus jambu biji ini dikemas dalam botol plastik 500 ml dan 1000 ml (1 liter). Dengan dikemas dalam botol plastik, jus jambu biji akan lebih mudah dibawa dan kemasannya tidak mudah rusak (lebih tahan lama).

- *Price*(harga)

Hal ini berkaitan dengan kebijakan penetapan harga umum yang harus diikuti oleh kelompok produk dalam segmen-segmen pasar. Harga akan mempengaruhi volume penjualan oleh karena itu harga harus bersifat fleksibel, tidak kaku, dan mudah menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan harga. Untuk itu dalam menetapkan harga jus jambu biji, pabrik akan melakukan pengecekan harga pasar agar dapat bersaing dengan produk-produk jus yang lain. Produk jus jambu biji di pasaran dijual dengan harga Rp. 15.000 untuk kemasan 1 liter dan Rp. 8.500 untuk kemasan 500 ml. Sedangkan untuk produk *Berry Juice* di pasaran dijual dengan harga Rp. 17.000 untuk kemasan 1 liter.

harga ke konsumen  
ke distributor

- *Place* (tempat)

Ada dua macam jalur pelayanan konsumen, yakni: secara langsung dan tidak langsung. Tingkat pelayanan secara langsung melibatkan kontak antara produsen dengan pembeli. Sedangkan tingkat pelayanan tidak langsung melibatkan perantara dalam proses pendistribusian dari produsen ke pembeli. Untuk memasarkan produk jus jambu biji, dilakukan pelayanan konsumen secara tidak langsung, karena dengan cara ini pabrik dapat memperoleh keuntungan yang lebih besar. Jika mengandalkan hasil keuntungan dari pembelian konsumen secara langsung, besar pembelian tidak dapat diprediksikan, karena konsumen yang datang secara langsung berjumlah sedikit (perorangan) atau banyak (berkelompok atau mungkin sengaja membeli dalam jumlah banyak untuk dapat dijual lagi). Pelayanan secara tak langsung dapat memberikan keuntungan yang lebih besar karena pembeli yang datang untuk membeli



di pabrik pasti akan membeli dalam jumlah besar, karena ditujukan untuk dijual lagi berdasarkan harga yang telah ditentukan.

Berdasarkan jalur pelayanan konsumen, sistem penjualan secara umum yang dapat dilakukan untuk memasarkan produk dibagi dalam beberapa bagian, antara lain :

1. Produsen – Agen – Pengecer – Konsumen

Dari pabrik, jus jambu biji dijual kepada para agen dalam jumlah yang besar (grosir). Selanjutnya, para agen tersebut akan mendistribusikan produk jus jambu biji kepada para pengecer seperti: toko, supermarket, dan lain-lain. Sesampainya di toko dan supermarket, barulah produk dapat dibeli oleh konsumen.

2. Produsen – Pengecer – Konsumen

Untuk sistem ini, jus jambu biji langsung dipasarkan dari pabrik menuju ke pengecer (toko dan supermarket) melalui para salesman. Para salesman akan membawa contoh produk, mencatat jumlah pesanan, kemudian mengirimnya sesuai dengan permintaan para pengecer. Selanjutnya, para konsumen dapat membeli jus jambu biji yang telah didistribusikan kepada para pengecer.

3. Produsen – Konsumen

Pada sistem ini konsumen langsung datang menuju pabrik untuk membeli jus jambu biji dengan harga yang lebih murah dibanding dengan harga yang dijual oleh para pengecer. Hal ini berkaitan dengan laba yang diambil oleh para agen dan pengecer dari harga asli pabrik. Biasanya konsumen yang datang ke pabrik adalah konsumen yang membeli produk dalam jumlah besar, entah untuk pesta maupun sekedar oleh-oleh [30].

Sistem penjualan yang dipilih untuk memasarkan produk jus jambu biji ini adalah sistem Produsen – Pengecer – Konsumen karena sistem penjualan ini dapat meraup keuntungan yang jauh lebih besar daripada sistem Produsen – Konsumen. Pengecer akan membeli produk dengan jumlah jauh lebih banyak daripada konsumen karena ditujukan untuk dijual lagi. Sedangkan penggunaan sistem Produsen – Agen – Pengecer – Konsumen digunakan jika produk akan dipasarkan di luar pulau atau tempat-tempat yang tidak memungkinkan bagi pengecer untuk langsung membeli produk di pabrik. Dalam hal ini penggunaan agen akan membantu untuk memperluas daerah pemasaran dan menjangkau daerah-daerah yang jauh.

Dari segi lokasi produk jus jambu biji hanya akan dipasarkan di daerah Jawa dan Bali karena beberapa alasan, antara lain:

1. Daerah Jawa dan Bali memiliki peluang pasar industri makanan yang lebih besar dibandingkan daerah yang lainnya. Dengan adanya peluang pasar yang lebih besar, maka peluang produk untuk terjual juga akan semakin tinggi pula.
2. Daerah Jawa dan Bali memiliki sarana transportasi yang mudah dan memadai sehingga mempermudah proses pendistribusian. Semakin mudah proses distribusi, otomatis biaya dan waktu yang diperlukan untuk pemasaran semakin rendah pula. Hal ini nantinya juga akan mempengaruhi nilai jual dari produk sehingga diharapkan dapat tercapai kesetimbangan antara biaya operasi dan penjualan produk.

- *Promotion* (promosi)

Produk jus jambu bukan termasuk produk yang baru, oleh karena itu promosi sangat diperlukan untuk lebih menarik minat konsumen produk jus jambu biji pada konsumen. Ada berbagai macam cara yang dapat digunakan untuk melakukan promosi produk, yaitu melalui iklan lewat media cetak (brosur, koran, majalah), promosi penjualan (*sales promotion*), dan hubungan masyarakat (*public relations-humas*). Selama ini masyarakat kurang menyadari keberadaan jus jambu biji yang semakin banyak di pasaran. Secara nyata untuk mengatasi hal ini dapat dilakukan hal sebagai berikut:

1. Memperkenalkan produk jus jambu biji seperti di supermarket maupun di pusat pertelevisian dengan cara memberikan sampel jus jambu biji secara gratis kepada konsumen
2. Mengiklankan produk jus jambu biji ini di radio pada saat rubrik kesehatan. Hal ini bertujuan agar masyarakat lebih mengenal dan mengetahui manfaat jus jambu biji.

#### F.4 Kesimpulan

Kesimpulan upaya memasarkan produk jus jambu biji, yaitu:

1. Produk Jus jambu biji akan dipasarkan dengan mengacu pada sistem *marketing mix*, yaitu : *product, price, place, dan promotion*.
2. Lokasi pemasaran jus jambu biji berkisar antara daerah Jawa dan Bali karena lokasi ini memiliki peluang pangsa pasar yang baik dibandingkan daerah yang lainnya.

**APPENDIX G**

**TUGAS KHUSUS**

**SANITASI DAN KEHIGIENISAN AREA PROSES DAN**

**PENGEMASAN**

## APPENDIX G

### TUGAS KHUSUS

### SANITASI DAN KEHIGIENISAN AREA PROSES DAN PENGEMASAN

Produk minuman dapat terkontaminasi dan mengganggu kesehatan konsumen. Kontaminasi dapat terjadi saat proses, penyimpanan, maupun pendistribusian. Kontaminasi disebabkan karena adanya kontak langsung antara produk dengan pembawa kontaminan yang biasanya adalah manusia, hewan (serangga, burung, dan lain-lain), air, peralatan, dan sebagainya.

Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk menghindari terjadinya kontaminasi adalah dengan menjaga kebersihan dan kehygienisan area proses maupun area yang memproses produk jadi (dalam hal ini adalah area proses pengemasan).

Hal-hal yang harus dipertimbangkan untuk mencegah terjadinya kontaminasi antara lain:

#### **A. Konstruksi area proses pengemasan dan *layout* pabrik**

Area proses pengemasan diletakkan 20 m dari daerah tempat banyak pekerja berkumpul seperti kantor, kantin, tempat istirahat, dan lain-lain. Sehingga area proses pengisian dan pengemasan jus jambu biji dapat dibebaskan dari bau, asap, debu, atau berbagai jenis kontaminan lain. Selain itu untuk menjaga kehygienisan area proses dapat juga dilakukan antara lain dengan:

1. Meminimalisasikan jumlah pekerja yang berlalu lalang disekitar area pengisian jus jambu biji dengan cara hanya pekerja yang berkepentingan dalam area tersebut yang dapat masuk.
2. Membersihkan diri (mandi), termasuk mencuci tangan dengan disinfektan sebelum memasuki area proses jus.
3. Menyediakan jalan yang memudahkan para pekerja untuk masuk atau keluar dari area proses tersebut. Pada pintu masuk juga sebaiknya disediakan tempat cuci tangan yang dilengkapi sabun.
4. Mengganti baju bersih (baju dicuci dengan disinfektan dan bebas dari kontaminan lain) sebelum memasuki area proses atau area pengisian jus jambu biji.

Semua kebutuhan air dalam proses harus mendapat *supply* air dengan kualitas yang baik, kualitas baik yang dimaksud adalah air dengan standar internasional yang telah ditetapkan oleh WHO (“International standards for drinking water”). Air diluar syarat tersebut digunakan untuk air hidran, air taman, dan lain-lain. Syarat air yang digunakan oleh pabrik jus jambu biji adalah sebagai berikut:

**Tabel. G.1 Standar air minum untuk pengolahan pangan [7].**

Sifat Air	Jumlah (ppm)	Pengaruh yang ditimbulkan
Kekeruhan	1-10	Perubahan hasil jadi dan alat-alat
Warna	5-10	Perubahan warna hasil jadi
Besi dan Mangan	0,2-0,3	Menimbulkan bintik-bintik, perubahan warna, mempengaruhi rasa, memungkinkan tumbuhnya bakteri
Alkalinitas	30-250	Menetralkan Zat yang bersifat asam, memungkinkan terhambatnya bakteri
Kesadahan	10-250	Pengotoran, pengendapan unsur-unsur alkali, menghambat reaksi kimia
Total Padatan Terlarut	Maks 250	Mempengaruhi rasa
Fluorine	Maks 1,0	Menghambat reaksi kimia, timbul bintik-bintik pada gigi

Perpipaan air diberi warna yang berbeda untuk membedakan air apa yang dilewatkan pipa tersebut. Untuk pipa air proses diberikan warna biru, pipa air sanitasi berwarna merah dan pipa air hidran diberi warna putih. Hal ini bertujuan agar bila terjadi kebocoran dapat langsung ditangani dengan mengenali warna dari pipa yang mengalami kebocoran tersebut.

Ventilasi area proses jus dibuat 2 m x 2 m sebanyak 5 buah untuk tiap sisi dinding dengan jarak tiap ventilasi 1 m. Ini dilakukan dengan harapan para pekerja mempunyai pergantian udara yang cukup baik di dalam area proses dan mencegah akumulasi panas dari beberapa alat yang menghasilkan panas seperti tangki pencampuran yang dilengkapi jaket pemanas serta *heat exchanger* sehingga dapat mempengaruhi kinerja para pekerja. Jarak antar alat-alat dalam area proses ditetapkan 2 m agar mudah dalam pembersihan dan jalur pekerja bergerak.

Ukuran area pengemasan ditetapkan 8 m x 10 m dan alat sterilisasi diletakkan dengan jarak 3 m dari dinding. Ini dilakukan dengan pertimbangan kemudahan dalam pembersihan alat juga sebagai jalur untuk lewat bagi para pekerja. Konstruksi bangunan juga harus memperhitungkan pencegahan masuknya serangga atau kontaminan lain seperti pasir dan debu ke dalam bangunan. Pencegahan dilakukan dengan memasang lembaran plastik sehingga dapat menghalangi serangga maupun debu yang dapat masuk.

Produk jadi jus jambu biji disimpan di area yang terpisah dengan area proses pengemasan sehingga dapat menghindari kontaminan yang mungkin berasal dari debu truk pengangkutan produk pada saat melakukan pendistribusian [34].

## **B. Peralatan**

Peralatan yang langsung berkontak dengan produk harus memiliki material konstruksi yang halus, tidak beracun, tidak terpengaruh dan mempengaruhi produk yang diproses menggunakan alat tersebut. Selain itu peralatan juga harus memiliki daya tahan terhadap pembersihan yang berkala.

Peralatan yang digunakan pada proses pengolahan jus jambu biji ini terbuat dari material *stainless steel* SA-240 tipe 304 grade C [21]. *Stainless steel* merupakan material yang cocok untuk pengolahan produk jus jambu biji ini dikarenakan tahan panas, tidak mudah berkarat dan tidak beracun.



### C. Standar sanitasi dan higienis proses

Standar operasi yang wajib dilaksanakan dalam memproduksi dan menangani produk jus jambu biji antara lain:

- (i) Bangunan dan peralatan harus selalu dalam keadaan baik. Kebersihannya dijaga dengan adanya masa untuk mencuci alat yakni tiga bulan sekali sehingga kehygienisan dapat terus terjaga. Pertimbangan pemilihan waktu pembersihan alat setiap tiga bulan sekali antara lain untuk mencegah terjadinya penyumbatan pada peralatan seperti pada screen atau saluran pengeluaran pada tangki, mengingat bahwa alat-alat tersebut memproses cairan yang cukup *viscous* (viskositas jus jambu biji adalah  $1,65 \cdot 10^{-3}$  kg/m.s).
- (ii) Sampah seperti ampas dari buah jambu yang telah melalui proses *pressing* atau bahan-bahan yang sudah tidak terpakai seperti kemasan bahan baku dalam pembuatan jus dipisahkan dan dibuang dari area proses dan persiapan bahan baku, setiap kali tempat pembuangan sampah yang tersedia mulai penuh. Hal ini bertujuan untuk mencegah penumpukan sampah pada suatu area yang dapat mengurangi kehygienisan. Maka dari itu, pada setiap area juga disediakan tempat penampungan sampah yang memadai.
- (iii) Deterjen dan desinfektan yang digunakan harus memenuhi syarat yang dikehendaki dan tidak menimbulkan dampak yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Berikut merupakan berbagai macam deterjen yang biasa digunakan untuk pembersihan dalam bidang perindustrian.

**Tabel G.2. Berbagai jenis deterjen untuk pembersihan di bidang industri [35]**

Jenis Deterjen	Keterangan
<i>Sodium Carbonate</i>	Harganya murah, tetapi kemampuannya dalam membunuh bakteri tidak sebaik deterjen lainnya.
<i>Neutral Detergents</i>	Komposisi utamanya adalah komponen-komponen fosfat atau <i>surface-active agents</i> yang biasa digunakan untuk membersihkan peralatan proses dalam perindustrian.
<i>Non-aqueous Detergents</i>	Berbasis alkohol dan biasanya digunakan untuk membersihkan panel-panel listrik, sistem mikroprosesor dan alat-alat lain yang tidak boleh berkontak dengan air.
<i>Acidic Detergents</i>	Terdiri dari komponen-komponen fosfor, nitrat, asam sulfat atau <i>acid surface-active agents</i> . Selain harganya lebih mahal, penggunaannya juga harus dengan sangat hati-hati karena jika bersentuhan langsung deterjen ini dapat mengiritasi kulit. Maka dari itu memerlukan peralatan tambahan seperti sarung tangan atau pelindung lainnya.

Dari beberapa macam deterjen diatas dipilih jenis *Neutral Detergents* karena selain penggunaannya mudah, *Neutral Detergents* sudah umum digunakan untuk pembersihan dalam industri makanan dan minuman. Selain itu *Neutral Detergents* bekerja pada range pH 5-10, sehingga tidak perlu menambahkan prosedur pembilasan untuk penetralan khususnya pada alat-alat yang berkontak langsung dengan produk.

Sementara itu, pemilihan desinfektan yang tepat akan didasarkan pada pertimbangan berbagai sifat dan penggunaan desinfektan yang akan dijabarkan sebagai berikut

**Tabel G.3. Berbagai jenis desinfektan untuk pembersihan di bidang industri [12]**

Jenis Desinfektan	Keterangan
<i>Sodium Hypochlorites</i>	Efektif dalam membasmi segala jenis bakteri dan sangat umum digunakan pada industri makanan dan minuman. Desinfektan ini juga tidak menodai alat yang disanitasi.
<i>Iodophors</i>	Merupakan pembunuh bakteri yang cepat dan tidak mengiritasi kulit, tetapi dapat meninggalkan noda pada permukaan dengan porositas besar dan pada plastik.
<i>Quartenary Ammonium Compounds</i>	Lambat dalam membasmi beberapa jenis bakteri dan memerlukan pembilasan dengan air dingin karena meninggalkan lapisan film tipis pada peralatan yang disanitasi menggunakan desinfektan ini.
<i>Peracetic Acid Solutions</i>	Efektif dalam membunuh semua jenis mikroorganisme tetapi memiliki bau yang sangat tajam, sehingga harus digunakan pada area dengan ventilasi yang banyak. Selain itu desinfektan ini merupakan oksidator kuat dan dapat bersifat korosif terhadap kulit.

Dari berbagai jenis desinfektan yang telah dijabarkan, akan dipilih desinfektan jenis *Sodium Hypochlorites* karena pengaplikasiannya cukup mudah, tidak beracun atau membahayakan pekerja dan juga tidak memerlukan prosedur pembilasan.

Pekerja yang sedang terserang penyakit menular atau penyakit yang mungkin dapat mengkontaminasi produk harus segera melapor ke manajemen dan tidak diperbolehkan bekerja di area proses atau area yang menangani produk jadi. Jika ada pekerja yang mengalami luka lecet atau luka kecil lainnya ketika bekerja, harus segera mendapat penanganan dengan antiseptik untuk luka dan jika memungkinkan dibalut. Maka dari itu, kotak peralatan pertolongan pertama pada kecelakaan disediakan dalam jumlah yang cukup dan pada tempat yang terjangkau.

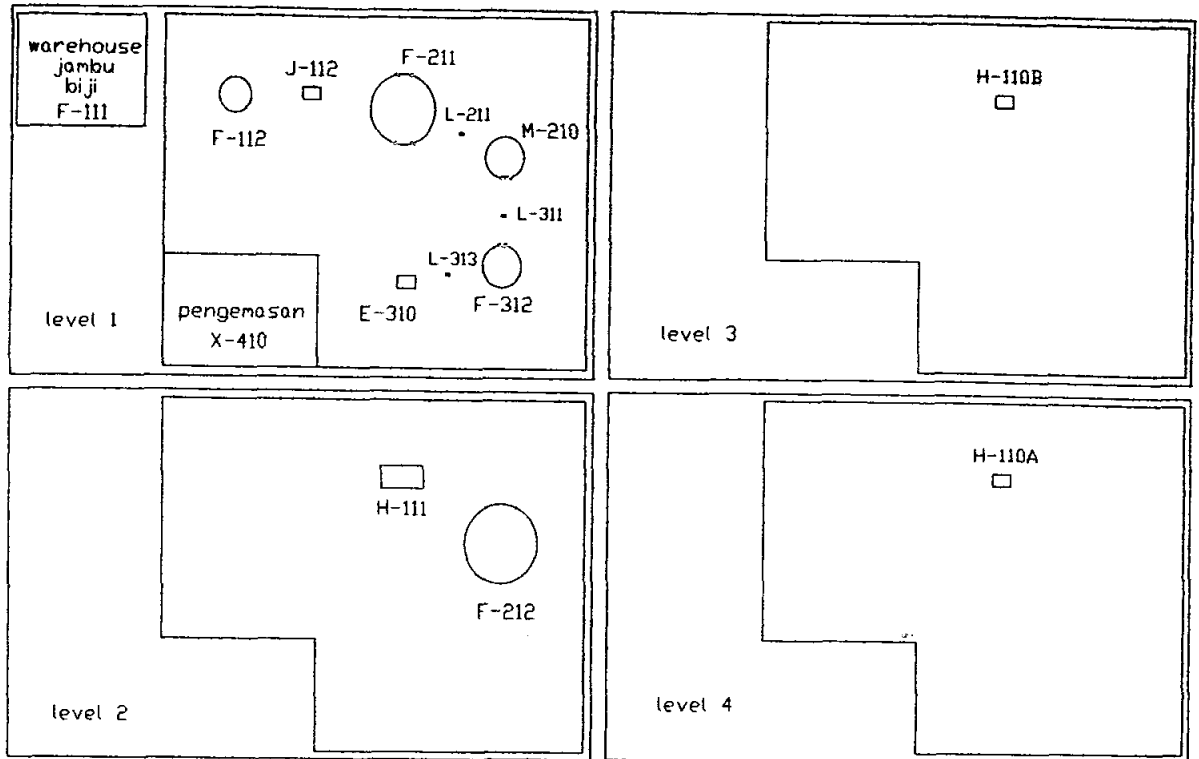
Para pekerja diharuskan memiliki kesadaran yang tinggi akan kebersihan dirinya. Mereka harus mencuci tangan sebelum dan setelah bekerja, setelah dari

toilet, setelah merokok, dan setelah melakukan hal-hal lainnya diluar bekerja. Jika perlu para pekerja diwajibkan untuk memakai sarung tangan higienis ketika bekerja. Pada area proses juga tidak diperbolehkan untuk makan. Agar hal itu dapat terlaksana maka diadakan training untuk mensosialisasikan bekerja secara higienis pada pabrik jus jambu biji [35].

#### **D. Standar operasi dan produksi**

Bahan baku yang mengandung bahan beracun (misalnya buah yang disemprot dengan insektisida) dalam taraf yang tidak dapat ditoleransi ( $>2$  ppm), tidak boleh digunakan dalam produksi. Saat penyimpanan, bahan baku dilindungi dari segala bentuk kontaminan yang mungkin ada seperti adanya tikus dan binatang lain yang mungkin masuk. Buah jambu diletakkan dalam gudang bahan baku dan dikemas dalam kotak kayu untuk menghindari kontaminan. Pada tahap pemrosesan bahan baku yang akan digunakan juga telah melewati proses sortasi.

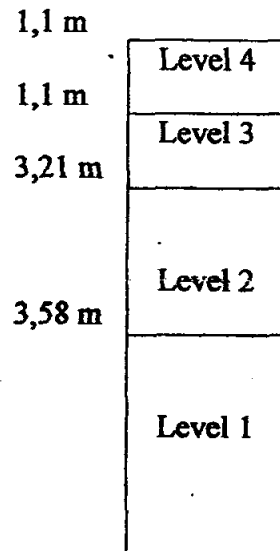
Jambu biji yang akan diproses dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan pengotor dan kontaminan lain yang menempel. Bahan yang digunakan untuk pengemas yaitu plastik tahan panas sehingga pada saat pemanasan tidak ada migrasi komponen dari bahan pengemas ke produk jus. Plastik yang dipilih untuk kemasan dari produk jus jambu biji adalah plastik dengan bahan *polypropylene* karena sifatnya yang tahan panas dalam pengisian dan umumnya digunakan pada industri jus [12,13].



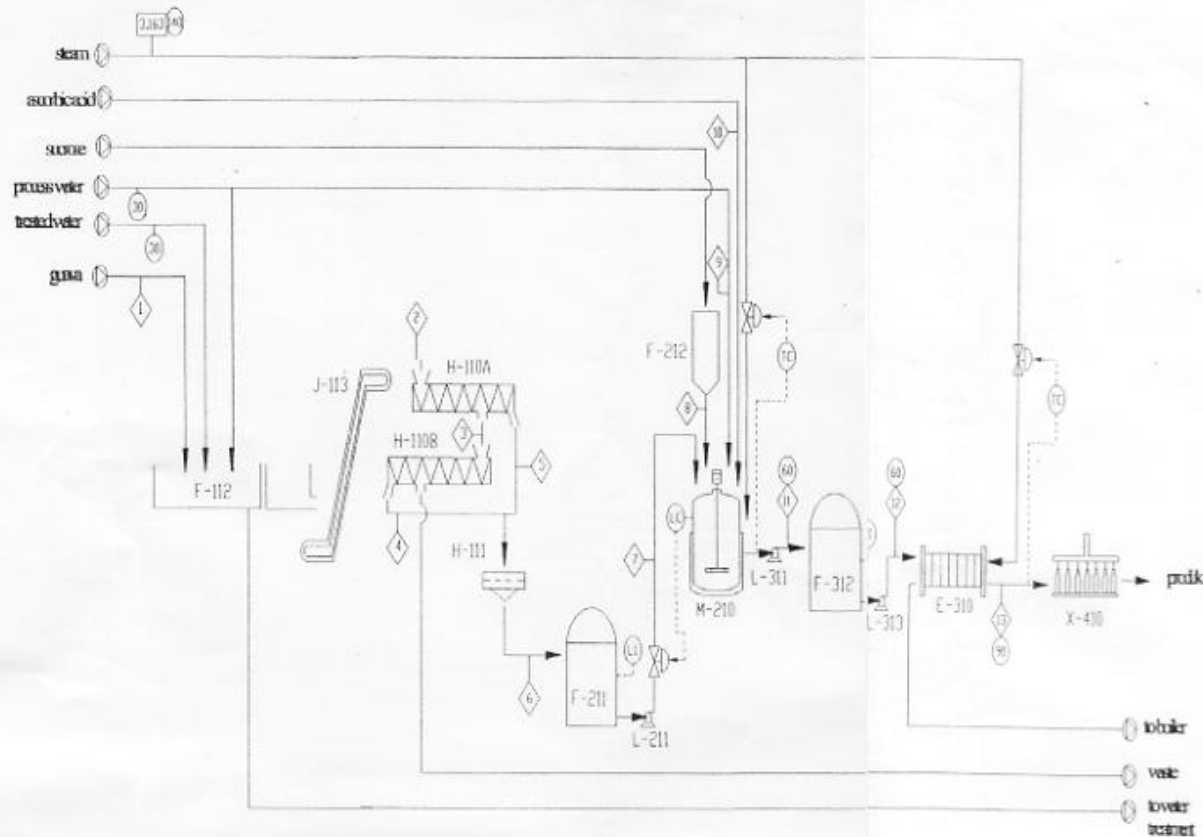
skala 1 : 300

Gambar G.1 Tata Letak Alat

Kode Alat	Nama Alat
F-111	Bak pencucian
J-112	Bucket elevator
H-110A	Pressing Jambu
H-110B	Pressing Ampas
H-111	Screening
F-211	Tangki penampungan jus jambu
F-212	Silo sukrosa
M-210	Mixing
F-312	Tangki penampungan produk
E-310	PHE



PERPUSTAKAAN  
Universitas Katolik  
SRIKARAYANA



Kode Alat	Nama Alat
F-112	Bak pencucian
J-113	Bucket elevator
H-110A	Pressing Jambu
H-110B	Pressing Ampas
H-111	Screening
F-211	Tangki penampungan jus jambu
F-212	Silo sukrosa
M-210	Mixing
F-312	Tangki penampungan produk
E-310	PHE
X-410	Pengemasan
L-311	Pompa menuju tangki penampungan produk
L-313	Pompa menuju PHE
L-211	Pompa menuju mixing

Keterangan gambar:

- ◇ : no aliran
- ⊗ : temperatur (°C)
- ⊙ : Level control
- ⊕ : Level indicator
- ⊖ : Temperature control

Digambar oleh :

1. Andre William T 5203003019
2. Linda Rusli 5203003056
3. Tety Intan Sari 5203003057
4. Fany Meliana 5203003069

Mengetahui / menyetujui :

Pembimbing I  
L.Felycia E.S.,ST,M.Phil  
NIK 521.99.0391

Pembimbing II  
Aylilianawati, ST,M.Sc,PhD  
NIK 521.96.0242

FLWSHEET PRARENCANA PABRIK  
JUS JAMBU BIJI  
JURUSAN TEKNIK KIMIA-FAKULTAS TEKNIK  
UNIKA WIDYA MANDALA SURABAYA

Aliran	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Air pencuci	31,5												
Buah jambu	6300	6331,5											
Ampas			962,4										
Sari jambu				107,2	5261,9								
Biji						477,8							
Jus jambu						4891	4891						
Sukrosa								1181,2					
Air									4891				
Asam askorbat										36,7			
Jus produk											11000	11000	11000