

APPENDIX A

PERHITUNGAN NERACA MASSA

Dasar perhitungan :

- 1 tahun = 300 hari

Kapasitas :

1 tahun = 2.550 ton selai kacang

1 hari = 8,5 ton selai kacang

Dari Appendix D didapatkan bahwa data biji kacang dengan selai kacang adalah 8500,28 : 1000

Sehingga :

1 hari = $8,5 \times \frac{1000}{1002,93}$ = 8475 ton biji kacang

1 hari = 8475 ton biji kacang.
= 8475 kg biji kacang.

Basis penghitungan = 8475 kg biji kacang

1. Belt conveyer (J-112) dan Vibratory Screen (H-113)

Kacang tanah kotor yang masuk = 8475 kg

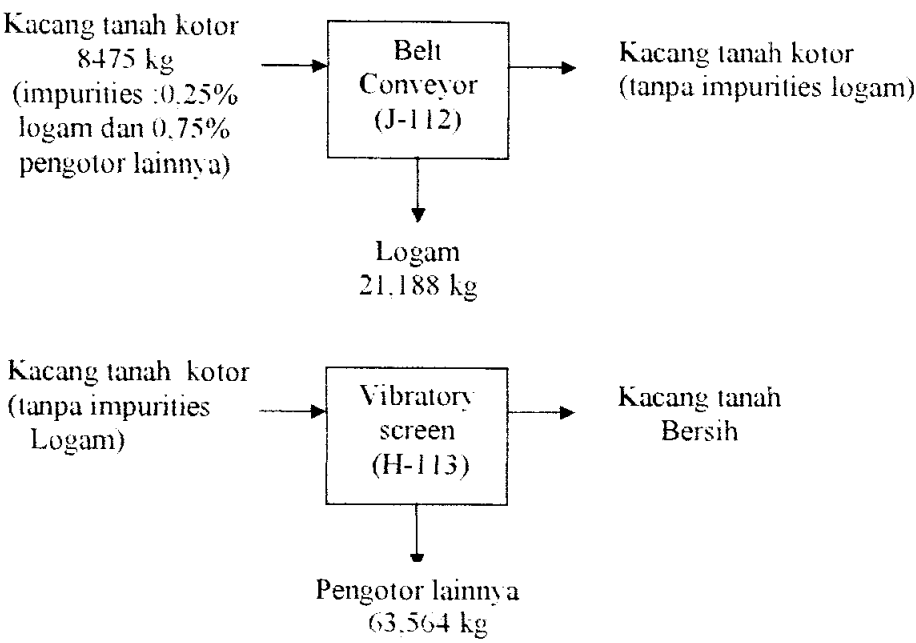
Asumsi impurities 0,25 % logam dan 0,75 % pengotor lain, sehingga

Massa : impurities (logam) = 0,25 % x 8475 kg
= 21,188 kg

impurities (pengotor lain) = 0,75 % x 8475 kg
= 63,564 kg

impurities total = 21,188 + 63,564

= 84,752 kg



Diasumsi semua impurities dapat dipisahkan

Massa impurities masuk = Massa impurities keluar

Massa kacang tanah bersih keluar = (8475 – 84,752) kg

= 8390,42 kg

Tabel A.1. Belt conveyor (J-112) dan Vibratory (H-113).

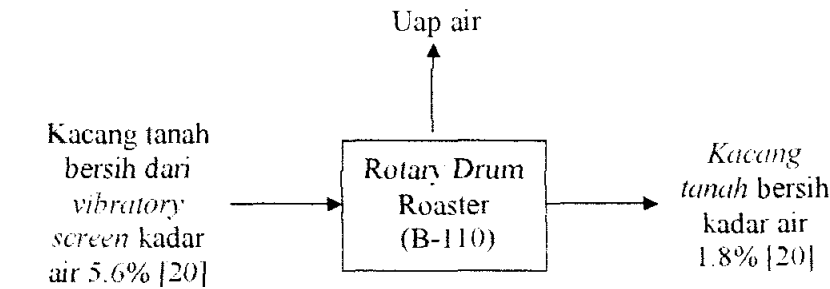
Masuk		Keluar	
Dari Warehouse		kacang tanah bersih ke Roaster (B-110)	
		Impurities dibuang	
Komponen	Kg	Komponen	Kg
Kacang tanah kotor	8475	Kacang tanah bersih	8390.42
		Impurities	84.7517
		Logam	21.1879
		Impurities Lain	63.5638
Total Kacang tanah kotor	8475	Total Kacang tanah bersih + Impurities	8475

2. Tangki Penampung 1 (A-114)

Tabel A.2. Tangki Penampung 1 (A-114)

Masuk		Keluar	
Dari Belt conveyor (J-112) dan Vibratory (H-113)		Ke Rotary Drum Roaster (H-121)	
Komponen	Kg	Komponen	Kg
kacang tanah bersih	8390,42	kacang tanah bersih	8390,42
Total	8390,42	Total	8390,42

3. Rotary Drum Roaster (B-110)



Tabel A.3. Data-data persentase biji dan kulit ari [20]

Komponen	Persentase sebelum masuk rotary drum roasted (%)	Persentase sesudah masuk rotary drum roasted (%)
Air	5.60	1.80
Lemak	47.50	48.70
Karbohidrat	18.60	20.60
Komponen Lain	28.30	28.90
Jumlah	100	100

➤ Kacang tanah bersih + kulit masuk roaster = 8390.42 kg

$$\begin{aligned} \text{Air masuk roaster} &= 5.6\% \times 8390.42 \text{ kg} \\ &= 469.86 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Solid (kacang tanah + kulit)} &= 8390.42 \text{ kg} - 469.86 \text{ kg} \\ &= 7920.55 \text{ kg} \end{aligned}$$

➤ Kadar air dalam kacang yang keluar roasting = 1.8%

$$\text{Kadar air keluar roasting} = \frac{\text{air}}{\text{air} + \text{solid}}$$

$$1.8\% = \frac{\text{air}}{\text{air} + 7920.55}$$

$$\text{Air dalam kacang keluar roasting} = 145.18 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang menguap} &= (469.86 - 145.18) \text{ kg} \\ &= 324.68 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel A.4. Rotary Drum Roaster (B-110)

Masuk		Keluar	
Dari Tangki penampung 1		Ke Tangki penampung 2	
		Uap air ke udara	
Komponen	Kg	Komponen	Kg
kacang tanah + kulit	8390.42	kacang tanah + kulit	8065.73
Air	469.86	Air	145.18
Lemak	3985.45	Lemak	3928.01
Karbohidrat	1560.62	Karbohidrat	1661.54
Komponen Lain	2374.49	Komponen Lain	2331.00
		Uap air	324.68
Total	8390.42	Total	8390.42

4. Tangki penampung 2 (A-121)

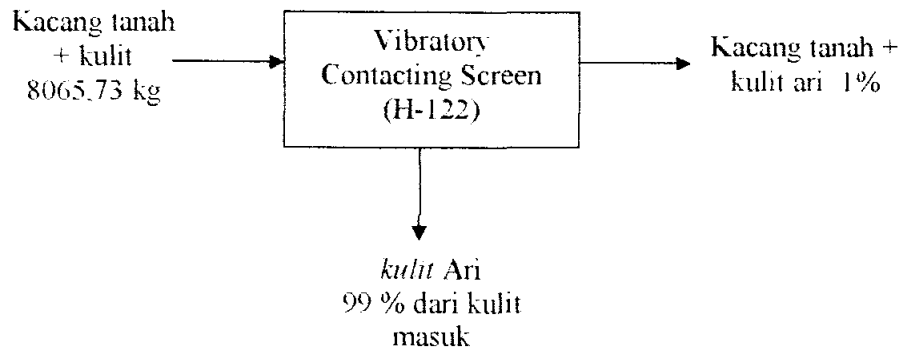
Tabel A.5. Tangki Penampungan 2 (A-121)

Masuk		Keluar	
Dari Rotary Drum Roaster (B-110)		Ke Vibratory contacting screen(H-121)	
Komponen	Kg	Komponen	Kg
kacang tanah + kulit	8065.73	kacang tanah + kulit	8065.73
Air	145.18	Air	145.18
Lemak	3928.01	Lemak	3928.01
Karbohidrat	1661.54	Karbohidrat	1661.54
Komponen Lain	2331.00	Komponen Lain	2331.00
Total	8065.73	Total	8065.73

5. Vibratory contacting screen (H-122)

Pada *vibratory contacting screen* diasumsi kulit ari yang masih terikut pada biji kacang adalah 1%

Kacang tanah bersih = 8065,73 kg



Kacang tanah terdiri dari 95,90% biji dan 4,10% kulit ari [20]

Sehingga didapatkan :

Biji kacang = 95,90% dari kacang tanah bersih
= 95,90% x 8065,73 kg
= 7735,04 kg

Kulit Ari = 4,10% dari kacang tanah bersih
= 4,10% x 8065,73 kg
= 330,70 kg

Tabel A.6. Vibratory Contacting Screen (H-122).

Masuk		Keluar	
Dari Tangki penampung 2 (A-121)		Biji ke Screw Press (H-120)	
		Kulit dibuang	
Komponen	Kg	Komponen	Kg
Kacang tanah + kulit	8065.73	Kacang tanah + kulit	7738.34
Kacang tanah	7735.04	kacang tanah	7735.04
Kulit	330.70	kulit terikut	3.31
		Kulit	327.39
Total	8065.73	Total	8065.73

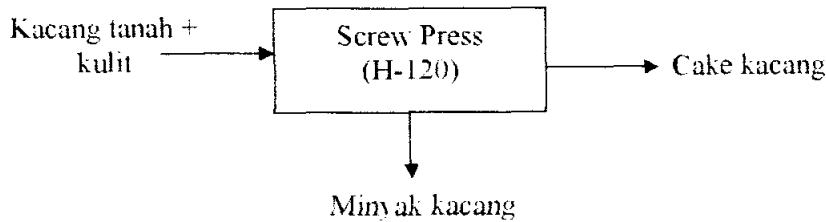
6. Screw Press (H-120)

Kacang tanah bersih dari *vibratory contacting screen* = 7738.34 kg

Lemak dan komponen lain yang terkandung dalam kacang tanah bersih adalah 48.70% dan 51,30% [20] sehingga

Lemak dalam kacang tanah bersih = 48.70% x 7738.34 kg
= 3768.57 kg

Komponen lain dalam kacang tanah bersih = 51.30% x 7738.34 kg
= 3969.77 kg



Minyak kacang yang dapat diambil pada proses pressing = 90% dari lemak yang masuk pressing

Lemak yang masuk *screw press* = 3768.57 kg

Minyak kacang keluar *screw press* = 90% x 3768,57 kg
= 3391.72 kg

$$\begin{aligned}\text{Lemak yang masih terdapat dalam cake kacang} &= (3768.57 - 3391.72) \text{ kg} \\ &= 376.86 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Cake kacang} &= 7738.34 \text{ kg} - 3391.72 \text{ kg} \\ &= 4346.63 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Asumsi cake kacang yang tertinggal dalam screw press adalah } &0.10\% \\ \text{sehingga cake yang tertinggal} &= 0.10\% \times 4346.63 \text{ kg} \\ &= 4.35 \text{ kg}\end{aligned}$$

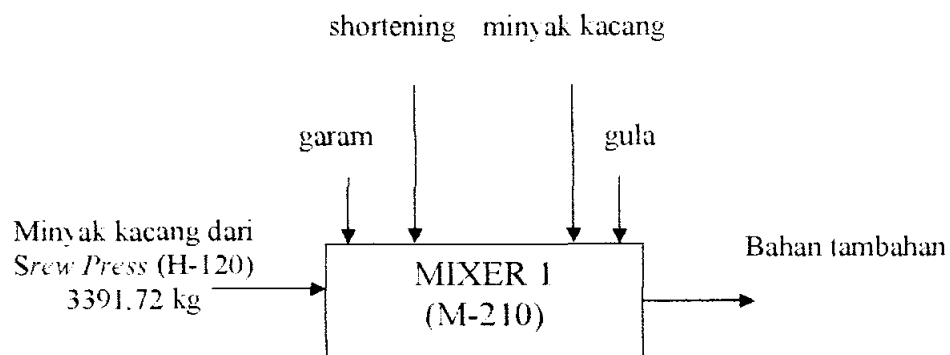
$$\begin{aligned}\text{Sehingga cake kacang yang dihasilkan screw press} &= 4346.63 \text{ kg} - 4.35 \text{ kg} \\ &= 4342.28 \text{ kg}\end{aligned}$$

Tabel A.7. Screw Press (H-120).

Masuk		Keluar	
Dari Vibratory Contacting Screen (H-121)		Hancuran kacang ke Disk Mill (C-220)	
		Minyak Kacang ke Tangki Mixer 1	
Komponen	Kg	komponen	kg
Kacang tanah	7738.34	Cake kacang	4342.28
Lemak	3768.57	Cake yang tetinggal	4.35
Komponen Lain	3969.77	Minyak Kacang	3391.72
		Lemak	3391.72
Total	7738.34	Total	7738.34

7. Mixer 1 (M-210)

Minyak kacang yang terikut masuk Mixer 1 adalah 3391.72 kg



Pada proses ini terdapat penambahan bahan-bahan untuk menghasilkan selai kacang dengan komposisi sebagai berikut:

Tabel A.8. komposisi bahan tambahan untuk selai kacang [21].

Komposisi	% massa
Gula	2
Garam	1
Shortening	5
Minyak kacang	7
Jumlah	15

Cake kacang yang didapatkan dari Disk Mill (C-220) = 4342.28 kg

Jika dalam satu komposisi lengkap selai kacang terdapat 15% komposisi bahan tambahan (tabel D.6) dan 85% cake kacang. Berat total cake kacang +

bahan tambahan $\frac{100}{85} \times 4342.28\text{kg} = 5108.57 \text{ kg} .$

Bahan tambahan terdiri dari

Gula $= \frac{2}{100} \times 5108.57\text{kg}$

$= 102.17 \text{ kg}$

Garam $= \frac{1}{100} \times 5108.57\text{kg}$

$= 51.09 \text{ kg}$

Shortening $= \frac{5}{100} \times 5108.57\text{kg}$

$= 255.43 \text{ kg}$

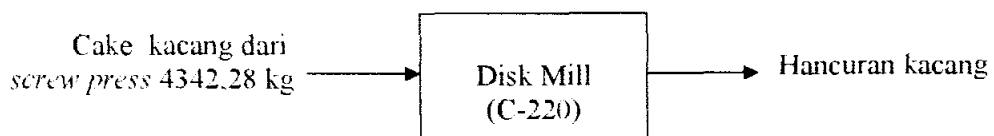
Minyak kacang $= \frac{7}{100} \times 5108.57\text{kg}$

$= 357.60 \text{ kg}$

Tabel.A.9. Mixer 1 (M-210)

Masuk		Keluar	
Dari Screw Press		Ke Mixer 1	
Komponen	Kg	Komponen	Kg
Minyak Kacang	3391,72	Minyak Kacang	3391,72
Lemak	3391,72	Lemak	3391,72
Material Lain	766,28	Material Lain	766,28
Gula	102,17	Gula	102,17
Garam	51,09	Garam	51,09
Shortening	255,43	Shortening	255,43
Minyak kacang	357,60	Minyak kacang	357,60
Total	4158,00	Total	4158,00

8. Disk Mill (C-220)



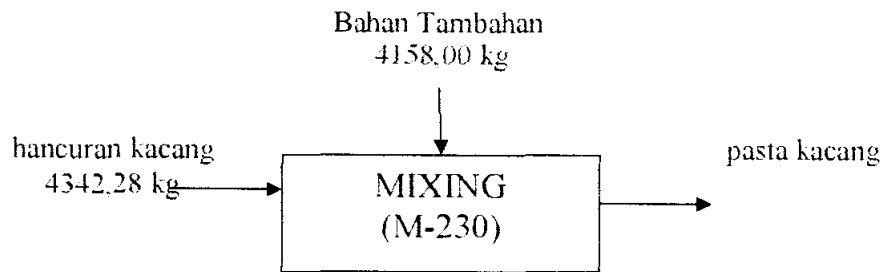
Cake kacang yang terikut masuk Disk mill sebanyak 4342.28 kg

Pada proses grinding Cake kacang dihaluskan menjadi Hancuran kacang, dan pada proses ini diasumsikan hancuran kacang yang menempel pada alat diabaikan.

Tabel A.10. Disk Mill (C-220).

Masuk		Keluar	
Dari Screw Press (H-120)		Ke Mixer 2	
Komponen	Kg	Komponen	Kg
Cake Kacang	4342,28	Hancuran Kacang	4342,28
Total	4342,28	Total	4342,28

9. Mixing (M-230)



Cake kacang yang didapatkan dari Disk Mill (C-220) = 4342.28 kg

Tabel A.11. Mixing (M-230).

Masuk		Keluar	
Cake kacang ke Disk mill		ke packing (P-312)	
Bahan tambahan ke Mixer 1			
Komponen	Kg	Komponen	Kg
Cake Kacang	4342.28	Cake Kacang	4342.28
Bahan Tambahan	4158.00	Bahan Tambahan	4158.00
Total	8500.28	Total	8500.28

10. Produk Akhir

Tabel A.12. Komposisi produk akhir selai kacang

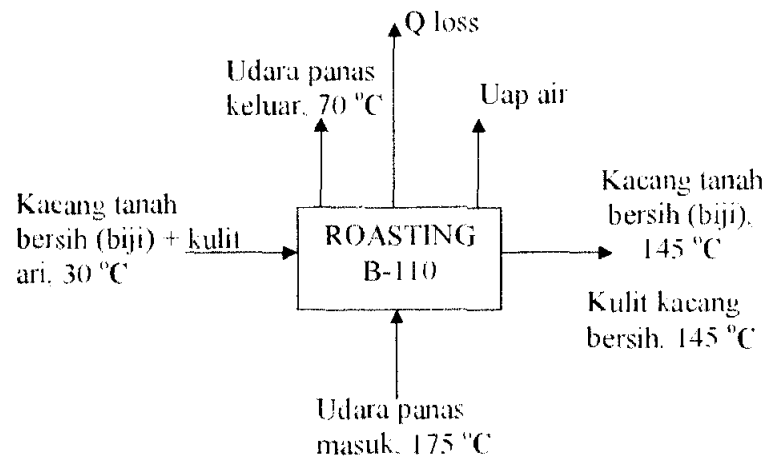
Produk akhir	
Komponen	Kg
Pasta Kacang	8500,28
Total	8500,28

APPENDIX B
PERHITUNGAN NERACA PANAS

APPENDIX B

PERHITUNGAN NERACA PANAS

A. Proses Roasting (B-110)



A.1 Panas Biji Kacang Masuk Roasting

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06	-	-	21.99	451.36	9923.97
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06	-	-	11.26	2055.31	23152.17
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	9.97	3828.48	38158.53
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06	-	-	8.01	1499.15	12009.29
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06	-	-	6.64	187.51	1245.02
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	5.19	3.36
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	36.08	27.75

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 - \text{Air [29]} &= \int_{298}^{303} C_p \cdot dT = \int_{298}^{303} (4.1762 - 9.0864 \times 10^{-5} T + 5.4731 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= 4.1762 (303-298) - \frac{9.0864 \cdot 10^{-5}}{2} (303^2 - 298^2) + \frac{5.4731 \cdot 10^{-6}}{3} (303^3 - 298^3) \\
 &= 21.99 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= M \cdot \int C_p \cdot dT \\
 &= 451.36 \text{ kg} \cdot 21.99 \text{ kJ/kg} \\
 &= 9923.97 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Protein [55]} &= \int_{298}^{303} C_p \cdot dT = \int_{298}^{303} (2.0082 + 1.2089 \times 10^{-5} T - 1.3129 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= 2.0082 (303-298) + \frac{1.2089 \cdot 10^{-5}}{2} (303^2 - 298^2) - \frac{1.3129 \cdot 10^{-6}}{3} (303^3 - 298^3) \\
 &= 11.26 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= M \cdot \int C_p \cdot dT \\
 &= 2055.31 \text{ kg} \cdot 11.26 \text{ kJ/kg} \\
 &= 23152.17 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Lemak [55]} &= \int_{298}^{303} C_p \cdot dT = \int_{298}^{303} (1.9842 + 1.4733 \times 10^{-5} T - 4.8008 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= 1.9842 (303-298) + \frac{1.4733 \cdot 10^{-5}}{2} (303^2 - 298^2) - \frac{4.8008 \cdot 10^{-6}}{3} (303^3 - 298^3) \\
 &= 9.97 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= M \cdot \int C_p \cdot dT \\
 &= 3828.48 \text{ kg} \cdot 9.97 \text{ kJ/kg} = 38158.53 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Karbohidrat [55]} &= \int_{298}^{303} C_p \cdot dT = \int_{298}^{303} (1,5488 + 1,9625 \times 10^{-5} T - 5,9399 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= 1,5488 (303-298) + \frac{1,9625 \cdot 10^{-5}}{2} (303^2 - 298^2) - \frac{5,9399 \cdot 10^{-6}}{3} (303^3 - 298^3) \\
 &= 8,01 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= M \cdot \int C_p \cdot dT \\
 &= 1499,15 \text{ kg} \cdot 8,01 \text{ kJ/kg} \\
 &= 12009,29 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Abu [58]} &= \int_{298}^{303} C_p \cdot dT = \int_{298}^{303} (1,0926 + 1,8896 \times 10^{-5} T - 3,6817 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= 1,0926 (303-298) + \frac{1,8896 \cdot 10^{-5}}{2} (303^2 - 298^2) - \frac{3,6817 \cdot 10^{-6}}{3} (303^3 - 298^3) \\
 &= 6,64 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= M \cdot \int C_p \cdot dT \\
 &= 187,51 \text{ kg} \cdot 6,64 \text{ kJ/kg} \\
 &= 1245,02 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\text{- Kalsium [59]} = \int C_p.dT = 0.65 \text{ kJ/kg.K}$$

$$Q = M \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$= 5.19 \text{ kg} \cdot 0.65 \text{ kJ/kg.K} \cdot (303-298) \text{ K}$$

$$= 3.36 \text{ kJ}$$

$$\text{- Fosfor [58]} = \int C_p.dT = 0.77 \text{ kJ/kg.K}$$

$$Q = M \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$= 36.08 \text{ kg} \cdot 0.77 \text{ kJ/kg.K} \cdot (303-298) \text{ K}$$

$$= 27.75 \text{ kJ}$$

A.2 Panas Biji Kacang Keluar Roasting

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06	-	-	547.07	139.46	76295.73
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06	-	-	272.54	2017.66	549887.97
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	226.87	3773.31	856053.53
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06	-	-	177.96	1596.10	284035.61
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			155.14	184.07	28556.46
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	5.10	3.30
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	35.42	27.24

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{- Air} \quad &= \int C_p.dT = \int_{298}^{418} (4,1762 - 9,0864 \times 10^{-5} T + 5,4731 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= 4,1762 (418-298) - \frac{9,0864 \cdot 10^{-5}}{2} (418^2 - 298^2) + \frac{5,4731 \cdot 10^{-6}}{3} (418^3 - 298^3) \\
 &= 547.07 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= M \cdot \int C_p.dT \\
 &= 139.46 \text{ kg} \cdot 547.07 \text{ kJ/kg} \\
 &= 76295.73 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Protein} \quad &= \int C_p.dT = \int_{298}^{418} (2,0082 + 1,2089 \times 10^{-5} T - 1,3129 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= 2,0082 (418-298) + \frac{1,2089 \cdot 10^{-5}}{2} (418^2 - 298^2) - \frac{1,3129 \cdot 10^{-6}}{3} (418^3 - 298^3) \\
 &= 272.54 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= M \cdot \int C_p.dT \\
 &= 2017.66 \text{ kg} \cdot 272.54 \text{ kJ/kg} = 549887.97 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Lemak} \quad &= \int_{298}^{418} C_p \cdot dT = \int_{298}^{418} (1,9842 + 1,4733 \times 10^{-3} T - 4,8008 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= 1,9842 (418 - 298) + \frac{1,4733 \cdot 10^{-3}}{2} (418^2 - 298^2) - \frac{4,8008 \cdot 10^{-6}}{3} (418^3 - 298^3) \\
 &= 226,87 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= M \cdot \int C_p \cdot dT \\
 &= 3773,31 \text{ kg} \cdot 226,87 \text{ kJ/kg} \\
 &= 856053,53 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Karbohidrat} &= \int_{298}^{418} C_p \cdot dT = \int_{298}^{418} (1,5488 + 1,9625 \times 10^{-3} T - 5,9399 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= 1,5488 (418 - 298) + \frac{1,9625 \cdot 10^{-3}}{2} (418^2 - 298^2) - \frac{5,9399 \cdot 10^{-6}}{3} (418^3 - 298^3) \\
 &= 177,96 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= M \cdot \int C_p \cdot dT \\
 &= 1596,10 \text{ kg} \cdot 177,96 \text{ kJ/kg} \\
 &= 284035,61 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Abu} \quad &= \int_{298}^{418} C_p \cdot dT = \int_{298}^{418} (1,0926 + 1,8896 \times 10^{-5} T - 3,6817 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= 1,0926 (418 - 298) + \frac{1,8896 \cdot 10^{-5}}{2} (418^2 - 298^2) - \frac{3,6817 \cdot 10^{-6}}{3} (418^3 - 298^3) \\
 &= 155,14 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= M \cdot \int C_p \cdot dT \\
 &= 187,51 \text{ kg} \cdot 155,14 \text{ kJ/kg} \\
 &= 1245,02 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Kalsium} \quad &= \int C_p \cdot dT = 0,65 \text{ kJ/kg.K} \\
 Q &= M \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 &= 5,19 \text{ kg} \cdot 0,65 \text{ kJ/kg.K} \cdot (418 - 298) \text{ K} \\
 &= 3,36 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Fosfor} \quad &= \int C_p \cdot dT = 0,77 \text{ kJ/kg.K} \\
 Q &= M \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 &= 36,08 \text{ kg} \cdot 0,77 \text{ kJ/kg.K} \cdot (418 - 298) \text{ K} \\
 &= 27,75 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

- Uap air

$$\begin{aligned}
 (\text{Cp uap air pada suhu } 373 \text{ K}-418 \text{ K}) &= \int_{373}^{418} 33,9330 - 8,4186 \cdot 10^{-4} T + 2,9906 \cdot 10^{-5} T^2 - 1,7825 \cdot 10^{-8} T^3 + 3,6934 \cdot 10^{-12} dT \\
 &= 33,9330 (418-373) - \frac{8,4186 \cdot 10^{-4}}{2} (418^2 - 373^2) + \frac{2,9906 \cdot 10^{-5}}{3} (418^3 - 373^3) - \frac{1,7825 \cdot 10^{-8}}{4} (418^4 - 373^4) + \frac{3,6934 \cdot 10^{-12}}{5} (418^5 - 373^5) \\
 &= 1542,20 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\lambda \text{ air pada } 100^\circ\text{C (373 K)} = 2.257,0600 \text{ kJ/kg}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= (M \cdot \lambda) + (M \cdot \int \text{Cp} \cdot dT) \\
 &= (187,17 \text{ kg} \cdot 2.257,0600 \text{ kJ/kg}) + (187,17 \text{ kg} \cdot 1542,20 \text{ kJ/kg}) \\
 &= 711,093,67 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

A.3 Panas Kulit Kacang Masuk Roasting

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06			21.99	18.51	406,88
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06			11.26	84.27	949,23
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06			9.97	156.97	1564,49
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06			8.01	61.46	492,38

Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			6.64	7.69	51.05
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	0.21	0.14
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	1.48	1.14

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{- Air} \quad &= \int_{298}^{303} C_p \cdot dT = \int_{298}^{303} (4,1762 - 9,0864 \times 10^{-5} T + 5,4731 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= 4,1762 (303-298) - \frac{9,0864 \cdot 10^{-5}}{2} (303^2 - 298^2) + \frac{5,4731 \cdot 10^{-6}}{3} (303^3 - 298^3) \\
 &= 21,99 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= M \cdot \int C_p \cdot dT \\
 &= 18,51 \text{ kg} \cdot 21,99 \text{ kJ/kg} \\
 &= 406,88 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Protein} \quad &= \int_{298}^{303} C_p \cdot dT = \int_{298}^{303} (2,0082 + 1,2089 \times 10^{-5} T - 1,3129 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= 2,0082 (303-298) + \frac{1,2089 \cdot 10^{-5}}{2} (303^2 - 298^2) - \frac{1,3129 \cdot 10^{-6}}{3} (303^3 - 298^3) \\
 &= 11,26 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$Q = M \cdot \int C_p \cdot dT$$

$$= 84.27 \text{ kg} \cdot 11.26 \text{ kJ/kg}$$

$$= 949.23 \text{ kJ}$$

$$\begin{aligned} \text{- Lemak} \quad Q &= \int C_p \cdot dT = \int_{298}^{303} (1.9842 + 1.4733 \times 10^{-3} T - 4.8008 \times 10^{-6} T^2) \\ &= 1.9842 (303 - 298) + \frac{1.4733 \cdot 10^{-3}}{2} (303^2 - 298^2) - \frac{4.8008 \cdot 10^{-6}}{3} (303^3 - 298^3) \\ &= 9.97 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$Q = M \cdot \int C_p \cdot dT$$

$$= 156.97 \text{ kg} \cdot 9.97 \text{ kJ/kg}$$

$$= 1564.49 \text{ kJ}$$

$$\begin{aligned} \text{- Karbohidrat} \quad Q &= \int C_p \cdot dT = \int_{298}^{303} (1.5488 + 1.9625 \times 10^{-3} T - 5.9399 \times 10^{-6} T^2) \\ &= 1.5488 (303 - 298) + \frac{1.9625 \cdot 10^{-3}}{2} (303^2 - 298^2) - \frac{5.9399 \cdot 10^{-6}}{3} (303^3 - 298^3) \\ &= 8.01 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$Q = M \cdot \int C_p \cdot dT$$

$$= 61.46 \text{ kg} \cdot 8.01 \text{ kJ/kg}$$

$$= 492.38 \text{ kJ}$$

$$\begin{aligned} \text{- Abu} \quad Q &= \int_{298}^{303} C_p \cdot dT = \int_{298}^{303} (1.0926 + 1.8896 \times 10^{-3} T - 3.6817 \times 10^{-6} T^2) \\ &= 1.0926 (303-298) + \frac{1.8896 \cdot 10^{-3}}{2} (303^2 - 298^2) - \frac{3.6817 \cdot 10^{-6}}{3} (303^3 - 298^3) \\ &= 6.64 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$Q = M \cdot \int C_p \cdot dT$$

$$= 7.69 \text{ kg} \cdot 6.64 \text{ kJ/kg}$$

$$= 51.05 \text{ kJ}$$

$$\text{- Kalsium} \quad Q = \int C_p \cdot dT = 0.65 \text{ kJ/kg.K}$$

$$Q = M \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$= 0.21 \text{ kg} \cdot 0.65 \text{ kJ/kg.K} \cdot (303-298) \text{ K}$$

$$= 0.14 \text{ kJ}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Fosfor} &= \int C_p \cdot dT = 0.77 \text{ kJ/kg.K} \\
 Q &= M \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 &= 1.48 \text{ kg} \cdot 0.77 \text{ kJ/kg.K} \cdot (303-298) \text{ K} \\
 &= 1.14 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

A.4 Panas Kulit Kacang Keluar Roasting

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06			547.07	5.72	3128.11
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06			272.54	37.56	10237.59
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06			226.87	154.70	35098.00
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06			177.96	65.44	11645.40
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			155.14	7.55	1170.81
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	0.21	0.14
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	1.45	1.12

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 - \text{Air} &= \int C_p \cdot dT = \int_{298}^{418} (4.1762 - 9.0864 \times 10^{-5} T + 5.4731 \times 10^{-6} T^2) \\
 &= 4.1762 (418-298) - \frac{9.0864 \cdot 10^{-5}}{2} (418^2 - 298^2) + \frac{5.4731 \cdot 10^{-6}}{3} (418^3 - 298^3)
 \end{aligned}$$

$$= 547.07 \text{ kJ/kg}$$

$$Q = M \cdot \int C_p \cdot dT$$

$$= 5.72 \text{ kg} \cdot 547.07 \text{ kJ/kg}$$

$$= 3128.11 \text{ kJ}$$

$$\begin{aligned} \text{- Protein} \quad &= \int_{298}^{418} C_p \cdot dT = \int_{298}^{418} (2.0082 + 1.2089 \times 10^{-3} T - 1.3129 \times 10^{-6} T^2) \\ &= 2.0082 (418-298) + \frac{1.2089 \cdot 10^{-3}}{2} (418^2 - 298^2) - \frac{1.3129 \cdot 10^{-6}}{3} (418^3 - 298^3) \\ &= 272.54 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$Q = M \cdot \int C_p \cdot dT$$

$$= 37.56 \text{ kg} \cdot 272.54 \text{ kJ/kg}$$

$$= 10237.59 \text{ kJ}$$

$$\begin{aligned} \text{- Lemak} \quad &= \int_{298}^{418} C_p \cdot dT = \int_{298}^{418} (1.9842 + 1.4733 \times 10^{-3} T - 4.8008 \times 10^{-6} T^2) \\ &= 1.9842 (418-298) + \frac{1.4733 \cdot 10^{-3}}{2} (418^2 - 298^2) - \frac{4.8008 \cdot 10^{-6}}{3} (418^3 - 298^3) \end{aligned}$$

$$= 226.87 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{Q} = M \cdot \int C_p \cdot dT$$

$$= 154.70 \text{ kg} \cdot 226.87 \text{ kJ/kg}$$

$$= 35098.00 \text{ kJ}$$

$$\begin{aligned} \text{- Karbohidrat} &= \int_{298}^{418} C_p \cdot dT = \int_{298}^{418} (1,5488 + 1,9625 \times 10^{-3} T - 5,9399 \times 10^{-6} T^2) \\ &= 1,5488 (418-298) + \frac{1,9625 \cdot 10^{-3}}{2} (418^2 - 298^2) - \frac{5,9399 \cdot 10^{-6}}{3} (418^3 - 298^3) \\ &= 177.96 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$Q = M \cdot \int C_p \cdot dT$$

$$= 65.44 \text{ kg} \cdot 177.96 \text{ kJ/kg}$$

$$= 11645.40 \text{ kJ}$$

$$\begin{aligned} \text{- Abu} &= \int_{298}^{418} C_p \cdot dT = \int_{298}^{418} (1,0926 + 1,8896 \times 10^{-3} T - 3,6817 \times 10^{-6} T^2) \\ &= 1,0926 (418-298) + \frac{1,8896 \cdot 10^{-3}}{2} (418^2 - 298^2) - \frac{3,6817 \cdot 10^{-6}}{3} (418^3 - 298^3) \end{aligned}$$

$$= 155,14 \text{ kJ/kg}$$

$$Q = M \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$= 7,55 \text{ kg} \cdot 155,14 \text{ kJ/kg}$$

$$= 1170,81 \text{ kJ}$$

$$\text{- Kalsium} = \int C_p \cdot dT = 0,65 \text{ kJ/kg.K}$$

$$Q = M \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$= 0,21 \text{ kg} \cdot 0,65 \text{ kJ/kg.K} \cdot (418-298) \text{ K}$$

$$= 0,14 \text{ kJ}$$

$$\text{- Fosfor} = \int C_p \cdot dT = 0,77 \text{ kJ/kg.K}$$

$$Q = M \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$= 1,45 \text{ kg} \cdot 0,77 \text{ kJ/kg.K} \cdot (418-298) \text{ K}$$

$$= 1,12 \text{ kJ}$$

- Uap air

$$(\text{Cp uap air pada suhu } 373 \text{ K}-418 \text{ K}) = \int_{373}^{418} 33,9330 - 8,4186 \cdot 10^{-3} T + 2,9906 \cdot 10^{-5} T^2 - 1,7825 \cdot 10^{-8} T^3 + 3,6934 \cdot 10^{-12} dT$$

$$\begin{aligned}
 &= 33.9330 (393-373) - \frac{8.4186 \cdot 10^{-4}}{2} (418^2 - 373^2) + \frac{2.9906 \cdot 10^{-5}}{3} (418^3 - 373^3) - \frac{1.7825 \cdot 10^{-6}}{4} (418^4 - 373^4) \\
 &\quad + \frac{3.6934 \cdot 10^{-12}}{5} (418^5 - 373^5) \\
 &= 1542.20 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

$$\lambda \text{ air pada } 100^\circ\text{C (373 K)} = 2.257,0600 \text{ kJ/kg}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= (M \cdot \lambda) + (M \cdot \int C_p \cdot dT) \\
 &= (24.82 \text{ kg} \cdot 2.257,0600 \text{ kJ/kg}) + (24.82 \text{ kg} \cdot 1542.20 \text{ kJ/kg}) \\
 &= 94,310.86 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$Q \text{ total biji masuk} = 84520.09 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ total biji keluar} = 1794859.83 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ total kulit masuk} = 3465.30 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ total kulit keluar} = 61281.16 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ total masuk} = 87,985.40 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ total keluar} = 1.856,140.99 \text{ kJ}$$

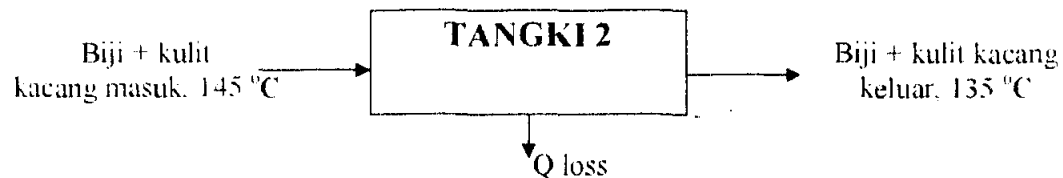
Karena menggunakan udara panas maka : Asumsi $Q_{loss} = 5\%$

Persen humiditas dalam udara panas adalah $\pm 70\%$. Hal ini sesuai dengan iklim Indonesia yang rata-rata mempunyai persen humiditas antara 70-75% [60].

$$\begin{aligned} \text{Qudara panas} &= \left(\frac{100}{95} \right) \times (1.856.140,99 - 87.985,40) \\ &= 1.861.216,42 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{loss} &= \text{Qudara panas} - (Q_{total \text{ keluar}} - Q_{total \text{ masuk}}) \\ &= 1.861.216,42 \text{ kJ} - (1.856.140,99 - 87.985,40) \text{ kJ} \\ &= 93.060,82 \text{ kJ} \end{aligned}$$

B. Tangki 2 (A-121)



B.1 Panas Biji Kacang Masuk Tangki 2

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06	-	-	547.07	139.17	76137.34
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06	-	-	272.54	2013.47	548746.40
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	226.87	3765.47	854276.35
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06	-	-	177.96	1592.79	283445.95
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06	-	-	155.14	186.24	28891.89
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	4.78	3.09
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	33.12	25.47

B.2 Panas Biji Kacang Masuk Tangki 2

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06	-	-	499.73	139.17	69548.19
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06	-	-	249.70	2013.47	502768.26
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	209.13	3765.47	787485.68
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06	-	-	164.49	1592.79	262005.43
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			142.69	186.24	26573.26
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	4.78	3.09
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	33.12	25.47

B.3 Panas Kulit Kacang Masuk Tangki 2

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06			547.07	6.94	3794.27
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06			272.54	45.56	12417.78
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06			226.87	187.65	42572.45
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06			177.96	79.38	14125.39
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			155.14	9.12	1414.88
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	1.20	0.78
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	0.85	0.65

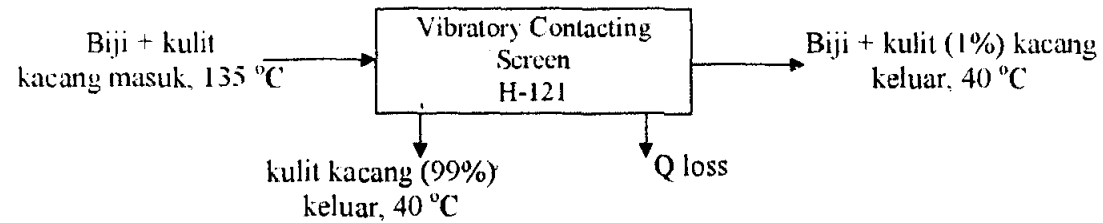
B.4 Panas Kulit Kacang Masuk Tangki 2

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06			499.73	6.94	3465.90
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06			249.70	45.56	11377.33
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06			209.13	187.65	39243.97
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06			164.49	79.38	13056.91
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			142.69	9.12	1301.33
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	1.20	0.78
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	0.85	0.65

Tabel B.2. Neraca Panas Komposisi Kacang dalam Tangki 2 (A-121)

Masuk		Keluar	
Dari Rotary Drum Roaster (B-110)		Ke Vibratory Contacting Screen (H-122)	
Komponen	Q (kJ)	Komponen	Q (kJ)
Biji + kulit yang terikut	1,791,526.48	Biji + kulit yang terikut	1,648,409.38
Air	76,137.34	Air	69,548.19
Protein	548,746.40	Protein	502,768.26
Lemak	854,276.35	Lemak	787,485.68
Karbohidrat	283,445.95	Karbohidrat	262,005.43
Komponen	28,920.45	Komponen	26,601.82
Kulit	74,326.20	Kulit	68,446.87
Air	3,794.27	Air	3,465.90
Protein	12,417.78	Protein	11,377.33
Lemak	42,572.45	Lemak	39,243.97
Karbohidrat	14,125.39	Karbohidrat	13,056.91
Komponen	1,416.31	Komponen	1,302.76
		Q loss	148,996.43
Q total masuk	1,865,852.68	Q total keluar	1,865,852.68

C. Proses Winnowing (H-122)



Pada proses *Winnowing* ini, temperatur akan turun selama proses. Hal ini disebabkan karena dalam proses ini menggunakan udara yang dihembuskan. Udara ini bertujuan untuk mengangkat dan menghembuskan kulit agar dapat terpisah dari bijinya. Karena menggunakan udara maka temperatur akan turun selama proses.

C.1 Panas Biji Kacang Masuk Winnowing

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06	-	-	547.07	139.17	76137.34
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06	-	-	272.54	2013.47	548746.40
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	226.87	3765.47	854276.35
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06	-	-	177.96	1592.79	283445.95
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			155.14	186.24	28891.89
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	4.78	3.09
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	33.12	25.47

C.2 Panas Biji Kacang Keluar Winnowing

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06	-	-	66.14	139.23	9209.20
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06	-	-	33.82	2014.33	68133.65
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	29.79	3767.08	112229.51
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06	-	-	23.91	1593.47	38096.49
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			19.89	186.32	3706.35
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	4.78	3.09
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	33.13	25.48

C.3 Panas Kulit Kacang Masuk Winnowing

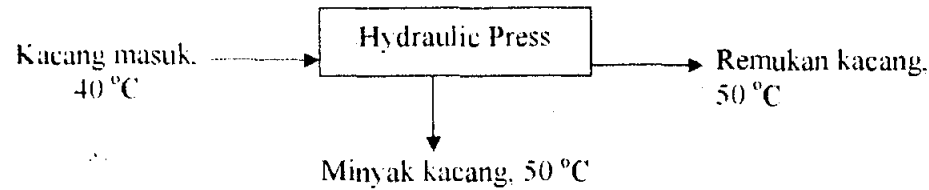
Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06			547.07	6.94	3794.27
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06			272.54	45.56	12417.78
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06			226.87	187.65	42572.45
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06			177.96	79.38	14125.39
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			155.14	9.12	1414.88
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	1.20	0.78
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	0.85	0.65

C.4 Panas Kulit Kacang Keluar Winnowing

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06			66.14	6.87	454.15
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06			33.82	45.11	1525.75
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06			29.79	185.77	5534.61
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06			23.91	78.58	1878.73
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			19.89	9.03	179.61
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	1.19	0.77
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	0.84	0.65

Tabel B.3. Neraca Panas Komposisi Kacang dalam proses *Winnowing* (H-122)

Masuk		Keluar	
Dari Tangki 2 (A-121)		Biji → Ke Screw Press (H-120)	
Komponen	Q (kJ)	Komponen	Q (kJ)
Biji + kulit yang	1,648,409.38	Biji + kulit yang	231,403.77
Air	69,548.19	Air	9,209.20
Protein	502,768.26	Protein	68,133.65
Lemak	787,485.68	Lemak	112,229.51
Karbohidrat	262,005.43	Karbohidrat	38,096.49
Komponen lain	26,601.82	Komponen lain	3,734.92
Kulit	68,446.87	Kulit	9,574.27
Air	3,465.90	Air	454.15
Protein	11,377.33	Protein	1,525.75
Lemak	39,243.97	Lemak	5,534.61
Karbohidrat	13,056.91	Karbohidrat	1,878.73
Komponen lain	1,302.76	Komponen lain	181.03
		Q loss	1,475,878.20
Q total masuk	1,716,856.25	Q total keluar	1,716,856.25

D. Pressing (H-120)**D.1 Panas Biji Kacang Masuk Pressing**

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06	-	-	66.14	139.18	9205.74
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06	-	-	33.82	2013.58	68108.08
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	29.79	3768.57	112273.91
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06	-	-	23.91	1592.87	38082.19
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			19.89	183.70	3654.35
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	5.09	3.29
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	35.35	27.19

D.2 Remukan Kacang Keluar Pressing

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06	-	-	110.55	78.10	8633.89
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06	-	-	56.42	1129.90	63752.04
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	49.46	2114.69	104601.26

Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06	-	-	39.63	893.82	35421.66
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			33.10	103.08	3412.46
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	2.86	1.85
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	19.84	15.25

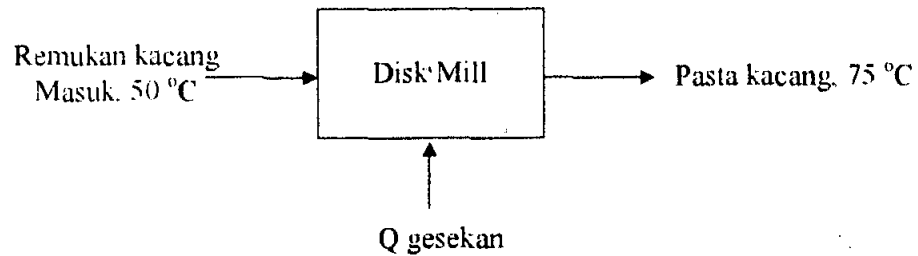
D.3 Minyak Kacang Keluar Pressing

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	49.46	3391.72	167768.14

Tabel B.4. Neraca Panas Komposisi Kacang dalam proses *Pressing* (H-120)

Masuk		Keluar	
Dari Vibratory Contacting Screen (H-122)		Ke Mixer 1 (M-210) dan ke Disk Mill (C-220)	
Komponen	Q (kJ)	Komponen	Q (kJ)
Biji	231,354.75	Minyak kacang	167,768.14
Air	9,205.74	Lemak	167,768.14
Protein	68,108.08	Remukan kacang	215,838.41
Lemak	112,273.91	Air	8,633.89
Karbohidrat	38,082.19	Protein	63,752.04
Komponen	3,684.82	Lemak	104,601.26
		Karbohidrat	35,421.66
		Komponen lain	3,429.57
Q total masuk	383,606.55	Q total keluar	383,606.55

E. Grinding (C-220)



E.1 Remukan Kacang Masuk Grinding

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06	-	-	110.55	78.10	8633.89
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06	-	-	56.42	1129.90	63752.04
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	49.46	2114.69	104601.26
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06	-	-	39.63	893.82	35421.66
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06	-	-	33.10	103.08	3412.46
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	2.86	1.85
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	19.84	15.25

E.2 Remukan Kacang Keluar Grinding

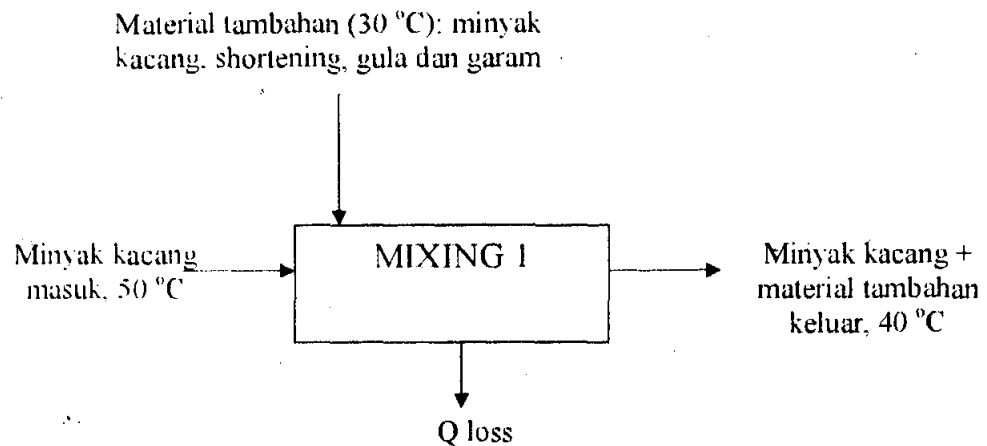
Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06	-	-	222.74	78.10	17396.00
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06	-	-	113.07	1129.90	127758.84
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	97.91	2114.69	207050.79
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06	-	-	78.09	893.82	69796.05
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			65.90	103.08	6793.44
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	2.86	1.85
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	19.84	15.25

Tabel B.5. Neraca Panas Komposisi Kacang dalam proses *Grinding* (C-220)

Masuk		Keluar	
Dari Screw Press (H-120)		Ke Mixer 2 (M-230)	
Komponen	Q (kJ)	Komponen	Q (kJ)
Remukan kacang	215,838.41	Remukan kacang	428,812.23
Air	8,633.89	Air	17,396.00
Protein	63,752.04	Protein	127,758.84
Lemak	104,601.26	Lemak	207,050.79
Karbohidrat	35,421.66	Karbohidrat	69,796.05
Komponen lain	3,429.57	Komponen lain	6,810.54
Q gesekan	212,973.82		
Q total masuk	428,812.23	Q total keluar	428,812.23

A. Proses Pembuatan selai kacang

F. Mixing 1 (M-210)



F.1 Minyak Kacang Masuk Mixing 1

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Lemak	1,9842	0,0014733	-4,8008E-06	-	-	49,46	3391,72	167768,14

F.2 Minyak Kacang Keluar Mixing 1

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Lemak	1,9842	0,0014733	-4,8008E-06	-	-	29,79	3391,72	101046,52

F.3 Material Tambahan Masuk Mixing 1

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Gula	-	-	-	-	-	0,01	102,17	0,53
Garam	10,79	0,0042		-	-	60,26	51,09	3078,45
Shortening	1,9842	0,0014733	-4,8008E-06	-	-	9,97	255,43	2545,86
Minyak kacang	0,464170231	0,0007				3,37	357,60	1206,04

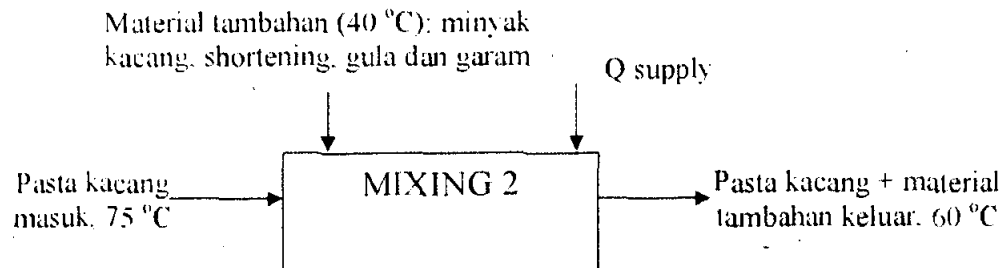
F.4 Material Tambahan Keluar Mixing 1

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Gula	-	-	-	-	-	0,01	102,17	0,53
Garam	10,79	0,0042		-	-	181,10	51,09	9251,44
Shortening	1,9842	0,0014733	-4,8008E-06	-	-	29,79	255,43	7609,76
Minyak kacang	0,464170231	0,0007				10,17	357,60	3636,90

Tabel B.6. Neraca Panas Komposisi Material dalam proses *Mixing* 1 (M-210)

Masuk		Keluar	
Dari Screw Press (H-120) dan tambahan material lain		Ke Disk Mill (C-220)	
Komponen	Q (kJ)	Komponen	Q (kJ)
Minyak kacang	167,768.14	Minyak kacang	101,046.52
Lemak	167,768.14	Lemak	101,046.52
Material lainnya	6,830.88	Material lainnya	20,498.62
Gula	0.53	Gula	0.53
Garam	3,078.45	Garam	9,251.44
Shortening	2,545.86	Shortening	7,609.76
Minyak Kacang	1,206.04	Minyak Kacang	3,636.90
		Q loss	53,053.87
Q total masuk	174,599.02	Q total keluar	174,599.02

G. Mixing 2 (M-230)



G.1 Remukan Kacang Masuk Mixing 2

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06	-	-	222.74	78.10	17396.00
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06	-	-	113.07	1129.90	127758.84
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	97.91	2114.69	207050.79
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06	-	-	78.09	893.82	69796.05
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			65.90	103.08	6793.44
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	2.86	1.85
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	19.84	15.25

G.2 Remukan Kacang Keluar Mixing 2

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Air	4.1762	-0.00090864	5.4731E-06	-	-	222.74	78.10	17396.00
Protein	2.0082	0.0012089	-1.3129E-06	-	-	113.07	1129.90	127758.84
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	97.91	2114.69	207050.79
Karbohidrat	1.5488	0.0019625	-5.9399E-06	-	-	78.09	893.82	69796.05
Abu	1.0926	0.0018896	-3.6817E-06			65.90	103.08	6793.44
Kalsium	-	-	-	-	-	0.65	2.86	1.85
Fosfor	-	-	-	-	-	0.77	19.84	15.25

G.3 Minyak Kacang Masuk Mixing 2

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	97.91	3391.72	332085.18

G.4 Minyak Kacang Keluar Mixing 2

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Lemak	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	97.91	3391.72	332085.18

G.5 Material Tambahan Masuk Mixing 2

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Gula	-	-	-	-	-	0.01	102.17	0.53
Garam	10.79	0.0042		-	-	607.33	51.09	31025.86
Shortening	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	97.91	255.43	25009.15
Minyak kacang	0.464170231	0.0007				34.51	357.60	12342.02

G.6 Material Tambahan Keluar Mixing 2

Komponen	A	B	C	D	E	Cp (kJ/kg)	Massa (kg)	Q (kJ)
Gula	-	-	-	-	-	0.01	102.17	0.53
Garam	10.79	0.0042		-	-	607.33	51.09	31025.86
Shortening	1.9842	0.0014733	-4.8008E-06	-	-	97.91	255.43	25009.15
Minyak kacang	0.464170231	0.0007				34.51	357.60	12342.02

Tabel B.7. Neraca Panas Komposisi Kacang dalam proses *Mixing* 2 (M-230)

Masuk		Keluar	
Cake kacang→Dari grinding			
Minyak kacang→Dari pressing			
Material lain			
Komponen	Q (kJ)	Komponen	Q (kJ)
Remukan kacang	428,812.23	Remukan kacang	301,399.20
Air	17,396.00	Air	12,122.60
Protein	127,758.84	Protein	89,326.78
Lemak	207,050.79	Lemak	145,857.04
Karbohidrat	69,796.05	Karbohidrat	49,306.38
Komponen lain	6,810.54	Komponen lain	4,786.40
Minyak kacang	101,046.52	Minyak kacang	233,937.58
Lemak	101,046.52	Lemak	233,937.58
Material lainnya	20,498.62	Material lainnya	47,853.73
Gula	0.53	Gula	0.53
Garam	9,251.44	Garam	21,661.78
Shortening	7,609.76	Shortening	17,617.71
Minyak Kacang	3,636.90	Minyak Kacang	8,573.71
Q supply	32,833.14		
Q total masuk	583,190.51	Q total keluar	583,190.51

APPENDIX C

PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

APPENDIX C

PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

Harga peralatan sering mengalami perubahan karena kondisi ekonomi. Untuk memperkirakan harga peralatan sekarang diperlukan suatu indeks yang dapat mengkonversikan harga peralatan sebelumnya menjadi harga ekuivalen sekarang. Metode yang digunakan untuk menentukan harga peralatan adalah metode Cost Index yang dihitung dengan persamaan :

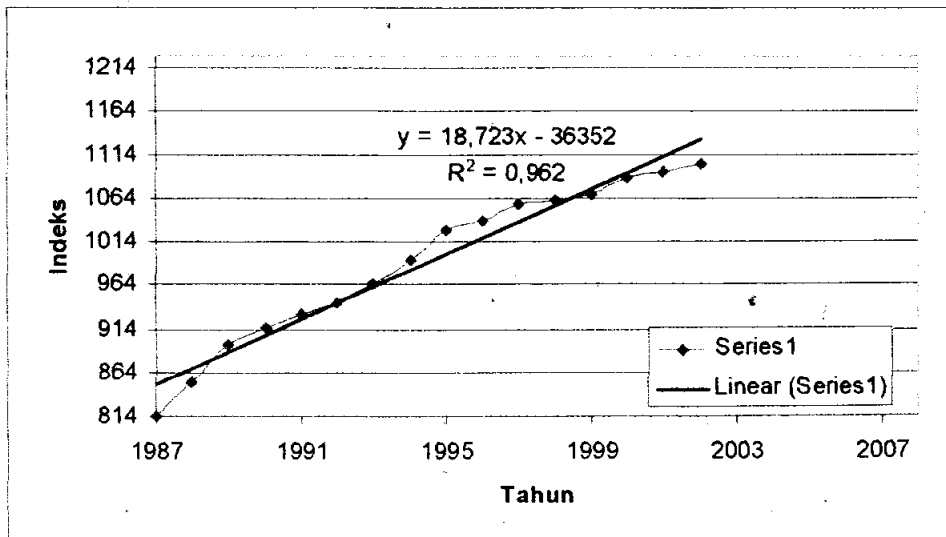
$$\text{Harga alat saat ini} = \frac{\text{Cost index saat ini}}{\text{Cost index pd tahun A}} \times \text{Harga Alat pd Tahun A}$$

Pada Prarencana pabrik Selai Kacang ini, harga peralatan yang digunakan didasarkan pada harga alat yang terdapat pada pustaka *Peters & Timmerhauss* dan situs www.matche.com. Cost index yang digunakan adalah dari *Marshall & Swift Cost Index*.

C.1 Perhitungan Harga Peralatan

Cost Index Marshall & Swift pada tahun 2007 = 1,225

Ditetapkan pabrik didirikan tahun 2009 dengan extrapolasi dari linierisasi data-data tahun sebelumnya didapatkan:



Grafik C.1. *Cost Index Marshall & Swift*

Dari persamaan $y = a.x + b$

$$= 18.723(2009) - 36.352$$

$$= 1.263$$

Jadi *Cost Index Marshall & Swift* pada tahun 2009 = 1.263

Contoh perhitungan :

Nama alat : Belt Conveyor

Kapasitas Belt : 25.426 kg/jam

Bahan konstruksi : Karet

Harga Tahun 2007 : \$ 13.100

[42]

$$\text{Harga Tahun 2009} = \frac{1.263}{1.225} \times \$13.100 = \$13.506,37$$

Dengan cara yang sama, harga peralatan disajikan pada tabel C.1 untuk alat-alat proses impor, tabel C.2 untuk alat - alat utilitas.

Tabel C.1 Tabel harga alat proses impor

KODE ALAT	NAMA ALAT	JUMLAH	HARGA 2007 (\$)	HARGA 2009 (\$)	HARGA TOTAL (\$)
J-112	BELT CONVEYOR	1	13.100	13.506,37	13.506,37
H-113	VIBRATORY SCREEN BERTINGKAT	1	700	721,71	721,71
A-114	TANGKI PENAMPUNG 1	1	27.100	27.940,65	27.940,65
	AGITATOR TANGKI PENAMPUNG 1	1	1.900	1.958,94	1.958,94
B-110	ROTARY DRUM ROASTER	1	98.600	101.658,61	101.658,61
A-121	TANGKI PENAMPUNG 2	1	27.100	27.940,65	27.940,65
	AGITATOR TANGKI PENAMPUNG 2	1	1.900	1.958,94	1.958,94
H-122	VIBRATORY CONTACTING SCREEN	1	26.400	27.218,94	27.218,94
H-120	SCREW PRESS	1	334.200	344.567,02	344.567,02
L-211	POMPA SCREW PRESS	1	9.800	10.104,00	10.104,00
M-210	TANGKI MIXER 1	1	152.800	157.539,92	157.539,92
	AGITATOR MIXER 1	1	4.300	4.433,39	4.433,39
L-231	POMPA MINER 1	1	300	309,31	309,31
J-221	BUCKET ELEVATOR	1	7.400	7.629,55	7.629,55
C-220	DISK MILL	1	23.200	23.919,67	23.919,67
J-232	SCREW CONVEYOR	1	1.100	1.134,12	1.134,12
M-230	TANGKI MIXER 2	1	320.600	330.545,14	330.545,14
	AGITATOR MIXER 2	1	10.000	10.310,20	10.310,20
F-210	BAK PENAMPUNG AIR BERSIH	1	4.200	4.330,29	4.330,29
F-211	TANGKI PENAMPUNG AIR SANITASI	1	3.700	3.814,78	3.814,78
	TOTAL				1.101.542,20
	Asumsi \$ 1	Rp 9.500			Rp10.464.650.938,78

Tabel C.2 Tabel harga alat utilitas

KODE ALAT	NAMA ALAT	JUMLAH	HARGA 2007 (\$)	HARGA 2008 (\$)	HARGA TOTAL (\$)
1-210	POMPA AIR SANITASI	1	300,00	309,31	309,31
	GENERATOR SET	1	13.684,21	14.108,70	14.108,70
	TOTAL				14.418,01
	Asumsi \$ 1	Rp 9,500			Rp 136.971.056,07

Total biaya peralatan = biaya alat proses impor + biaya alat utilitas
 = Rp 10.464.650.938,78 + Rp 136.971.056,07
 = Rp 10.601.621.994,84

C.2 Perhitungan Harga Bahan Baku

Bahan baku yang dibutuhkan antara lain :

1. Biji kacang tanah

Kebutuhan pertahun = 2.542.550 kg

Harga beli pertahun = Rp. 9.800,00 /kg x 2.542.550 kg
 = Rp. 24.916.993.209,90

2. Sukrosa (gula)

Kebutuhan pertahun = 30.651 kg

Harga beli pertahun = Rp. 6.300,00 /kg x 30.651 kg
 = Rp.193.103.816,25

3. Minyak kacang

Kebutuhan pertahun = 107.280 kg

Harga beli pertahun = Rp. 7.800,00 /kg x 107.280 kg
 = Rp. 836.783.203,75

4. Garam dapur

Kebutuhan pertahun = 15.326 kg

Harga beli pertahun = Rp. 2.000,00 /kg x 15.326 kg
 = Rp. 30.651.399,40

5. Shortening

Kebutuhan pertahun = 76.628 kg

Harga beli pertahun = Rp. 10.000,00 /kg x 76.628 kg
 = Rp. 766.284.985,12

6. Kemasan

Tabel C.3 Harga Kemasan

Bahan	Massa Selai Kacang per Tahun (kg)	Jumlah satuan	Harga Satuan	Harga
Botol Plastik 250 gr	2.550.085	10.200.340	Rp 1.200,00	Rp 12.240.407.582,94

C.3 Perhitungan Biaya Utilitas**C.3.1. Biaya Bahan Bakar**

Dalam 1 tahun dibutuhkan bahan bakar : 245.919,97 lt solar

Harga 1 liter solar = Rp 5.797,00 [91]

Biaya bahan bakar/tahun = 245.919,97 lt solar x Rp 5.797,00
= Rp 1.425.598.076,43

C.3.2. Biaya Listrik

Dari utilitas (Bab 6) didapatkan bahwa total kebutuhan listrik per hari untuk proses, utilitas dan penerangan adalah 212,16 kWh. Dengan total untuk cadangan keamanan sebesar 20% maka kebutuhan listrik yang harus disuplai per hari adalah sebesar 254,59 kWh.

Dengan harga Rp. 600,-/kW, maka biaya listrik per hari adalah:

(Rp. 600,-/kW) x 254,59 kW = Rp. 152.753,13

Apabila dalam 1 tahun ada 300 hari efektif, maka biaya listrik per tahun adalah:

Rp. 152.753,13 x 300 hari = Rp. 45.825.940,27

C.4 Perhitungan Harga Jual Produk

Produk yang dihasilkan dari pabrik Selai Kacang ini adalah :

Kemasan (kg)	Harga/botol	Produksi perhari (kg)	Produksi botol perhari	Pendapatan per tahun
0,250	Rp 9.000,00	8500,28	34.001	Rp 91.803.056.872,09

C. 5 Perhitungan Gaji Karyawan

Untuk karyawan bagian keamanan dilakukan sistem 2 shift/hari yang terdiri atas 2 regu secara bergantian.

Shift pergantian kerja dilakukan dengan cara seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel C.5 Shift Pergantian Kerja Bagian Keamanan

REGU	HARI						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
A	P	P	P	P	P	P	P
B	M	M	M	M	M	M	M

Keterangan tabel: A, B = tugas jaga P = pagi M = malam

Jam kerja karyawan bagian keamanan adalah dari hari Senin–Minggu dengan jadwal harian, yaitu

Shift 1 pukul 06.00-18.00 WIB

Shift 2 pukul 18.00-06.00 WIB

Jadwal jaga antara Regu A dan B pada minggu pertama dengan minggu kedua berkebalikan. Pada minggu kedua, Regu A tugas malam dan Regu B tugas pagi. Pada minggu ketiga kembali seperti pada jadwal minggu pertama dan begitu seterusnya pada minggu-minggu selanjutnya.

Jam kerja karyawan selain bagian keamanan adalah dari hari Senin–Sabtu dengan jadwal harian, yaitu pukul 07.00-17.00 WIB.

Gaji karyawan dalam 1 tahun dihitung sebanyak 13 bulan gaji dengan rincian 1 bulan gaji digunakan untuk tunjangan hari raya karyawan. Tabel lengkap perhitungan gaji karyawan disajikan pada tabel C.6.

Tabel C.6 Perhitungan Gaji Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji per bulan	Total per bulan
1	Direktur	1	Rp 20.000.000,00	Rp 20.000.000,00
2	Sekretaris	1	Rp 3.500.000,00	Rp 3.500.000,00
3	Manager keuangan	1	Rp 7.500.000,00	Rp 7.500.000,00
4	Manager produksi	1	Rp 7.500.000,00	Rp 7.500.000,00
5	Manager HRD	1	Rp 7.500.000,00	Rp 7.500.000,00
6	Manager pemasaran	1	Rp 7.500.000,00	Rp 7.500.000,00
7	Manager RnD	1	Rp 7.500.000,00	Rp 7.500.000,00
8	Kepala bagian umum	1	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00
9	Kepala Bagian akuntan	1	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00
10	Kepala Kasir	1	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00
11	Kepala bagian laboratorium	1	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00
12	Kepala Bagian QC	1	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00
13	Kepala bagian proses & utilitas	1	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00
14	Kepala Bagian maintenance	1	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00
15	Kepala bagian pemasaran	1	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00
16	Kepala Bagian promosi	1	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00
17	Kepala bagian personalia	1	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00
18	Pegawai akuntan	2	Rp 1.500.000,00	Rp 3.000.000,00
19	Kasir Anggota	4	Rp 1.500.000,00	Rp 6.000.000,00
20	Pegawai laboratorium	3	Rp 2.000.000,00	Rp 6.000.000,00
21	Pegawai QC	4	Rp 2.000.000,00	Rp 8.000.000,00
22	Pegawai proses	11	Rp 1.500.000,00	Rp 16.500.000,00
23	Pegawai utilitas	4	Rp 1.500.000,00	Rp 6.000.000,00
24	Pegawai maintenance	3	Rp 1.250.000,00	Rp 3.750.000,00
25	Operator controller	2	Rp 1.300.000,00	Rp 2.600.000,00
26	Pegawai pemasaran	3	Rp 1.500.000,00	Rp 4.500.000,00
27	Pegawai Promosi	3	Rp 1.500.000,00	Rp 4.500.000,00
28	Pegawai personalia	2	Rp 1.500.000,00	Rp 3.000.000,00
29	Bagian distribusi	5	Rp 1.250.000,00	Rp 6.250.000,00
30	Bagian keamanan & Gudang	1	Rp 1.250.000,00	Rp 1.250.000,00
31	Kepala keamanan	2	Rp 1.500.000,00	Rp 3.000.000,00
32	Satpam	4	Rp 1.000.000,00	Rp 4.000.000,00
33	Kepala Gudang	1	Rp 1.750.000,00	Rp 1.750.000,00
34	Buruh Gudang	4	Rp 750.000,00	Rp 3.000.000,00
35	Buruh Harian	8	Rp 800.000,00	Rp 6.400.000,00
36	Bagian umum	2	Rp 1.000.000,00	Rp 2.000.000,00
37	Petugas kebersihan	4	Rp 750.000,00	Rp 3.000.000,00
	TOTAL	89		Rp 205.500.000,00
	Gaji per tahun (13x)			Rp 2.671.500.000,00

C.6 Perhitungan Harga Tanah dan Bangunan

Luas tanah	=	3.900 m ²
Luas bangunan	=	1.500 m ²
Harga tanah per m ²	=	Rp 600.000,00
Harga bangunan per m ²	=	Rp 1.000.000,00
Harga tanah total	=	Rp 2.340.000.000,00
Harga bangunan	=	Rp 1.500.000.000,00
Total harga tanah dan bangunan	=	Rp 3.840.000.000,00

APPENDIX D

PERBANDINGAN BAHAN BAKU DENGAN PRODUK JADI

APPENDIX D

PERBANDINGAN BAHAN BAKU DENGAN PRODUK JADI

Basis penghitungan : 1.000 kg kacang tanah kotor/batch.

1. Belt conveyor (J-112) dan Vibratory Screen (H-113)

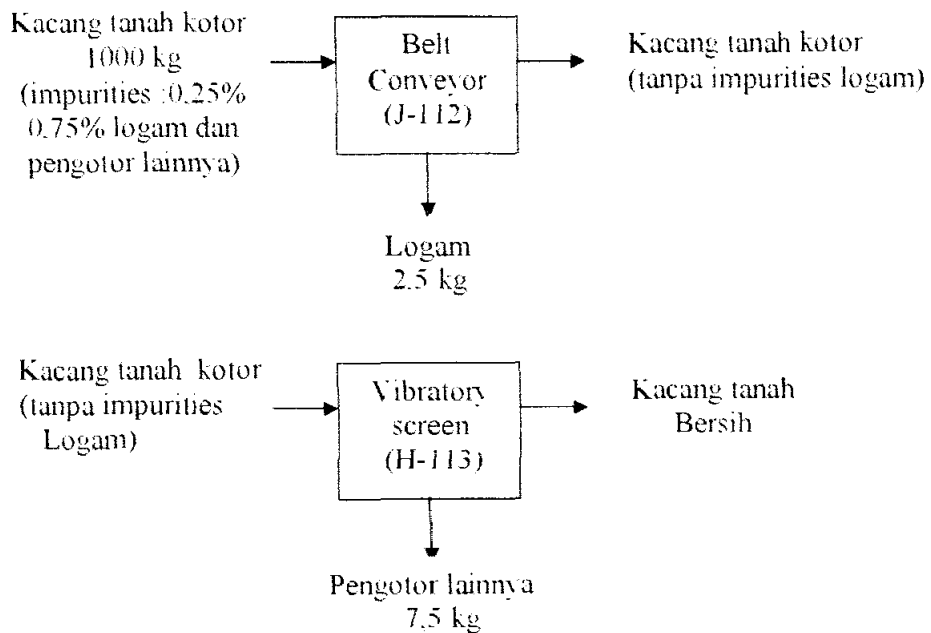
Kacang tanah kotor yang masuk = 1000 kg

Asumsi impurities 0.25 % logam dan 0.75 % pengotor lain, sehingga

$$\begin{aligned}\text{Massa : impurities (logam)} &= 0,25\% \times 1000 \text{ kg} \\ &= 2,5 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{impurities (pengotor lain)} &= 0.75\% \times 1000 \text{ kg} \\ &= 7,5 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{impurities total} &= 2,5 + 7,5 \\ &= 10 \text{ kg}\end{aligned}$$



Diasumsi semua impurities dapat dipisahkan

Massa impurities masuk = Massa impurities keluar

Massa kacang tanah bersih keluar dari *vibratory screen* = (1000 – 10) kg
= 990 kg

Tabel D.1. Belt conveyor (J-112) dan Vibratory (H-113).

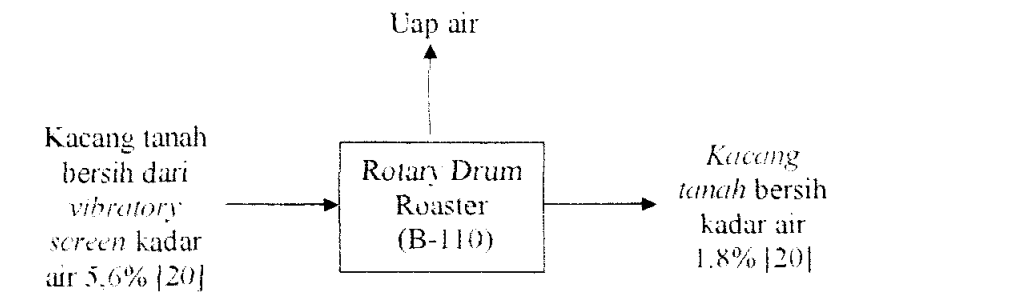
Masuk		Keluar	
Dari Warehouse		kacang tanah bersih ke Roaster (B-110)	
		Impurities dibuang	
Komponen	Kg	Komponen	Kg
Kacang tanah kotor	1000	Kacang tanah bersih	990
		Impurities	10
		Logam	2.5
		Impurities Lain	7.5
Total Kacang tanah kotor	1000	Total Kacang tanah bersih + Impurities	1000

2. Tangki Penampung 1 (A-114)

Tabel D.2. Tangki Penampung 1 (A-114)

Masuk		Keluar	
Dari Belt conveyor (J-112) dan Vibratory (H-113)		Ke Rotary Drum Roaster (H-121)	
Komponen	Kg	Komponen	Kg
kacang tanah bersih	990	kacang tanah bersih	990
Total	990	Total	990

3. Rotary Drum Roaster (B-110)



Tabel D.3. Data-data persentase biji kacang dan kulit ari [20]

Komponen	Persentase sebelum masuk rotary drum roasted (%)	Persentase sesudah masuk rotary drum roasted (%)
Air	5.60	1.80
Lemak	47.50	48.70
Karbohidrat	18.60	20.60
Komponen Lain	28.30	28.90
Jumlah	100	100

➤ Kacang tanah bersih + kulit masuk roaster = 990 kg

$$\text{Air masuk roaster} = 5.6\% \times 990 \text{ kg}$$

$$= 55.44 \text{ kg}$$

$$\text{Solid (kacang tanah + kulit ari)} = 990 - 55.44 \text{ kg}$$

$$= 934.56 \text{ kg}$$

➤ Kadar air dalam kacang yang keluar roasting = 1.8%

$$\text{Kadar air keluar roasting} = \frac{\text{air}}{\text{air} + \text{solid}}$$

$$1.8\% = \frac{\text{air}}{\text{air} + 934.56}$$

$$\text{Air dalam kacang keluar roasting} = 17.1 \text{ kg}$$

➤ Air yang menguap = (55.44– 17.1) kg

$$= 38.34 \text{ kg}$$

Tabel D.4. Rotary Drum Roaster (B-110)

Masuk		Keluar	
Dari Tangki penampung 1		Ke Tangki penampung 2	
		Uap air ke udara	
Komponen	Kg	Komponen	Kg
kacang tanah + kulit	990	kacang tanah + kulit	951.66
Air	55.44	Air	17.10
Lemak	470.25	Lemak	463.46
Karbohidrat	184.14	Karbohidrat	196.04
Komponen Lain	280.17	Komponen Lain	275.03
		Uap air	38.34
Total	990	Total	990

4. Tangki penampung 2 (A-121)

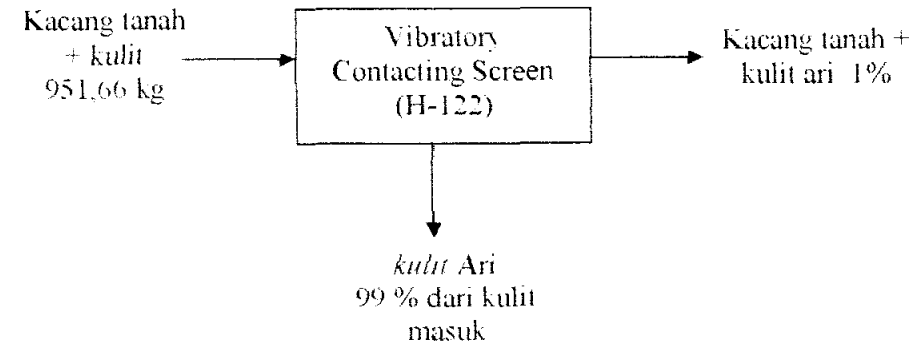
Tabel D.5. Tangki Penampung 2 (A-121)

Masuk		Keluar	
Dari Rotary Drum Roaster (B-110)		Ke Vibratory contacting screen(H-121)	
Komponen	Kg	Komponen	Kg
kacang tanah + kulit	951.66	kacang tanah + kulit	951.66
Air	17.10	Air	17.10
Lemak	463.46	Lemak	463.46
Karbohidrat	196.04	Karbohidrat	196.04
Komponen Lain	275.03	Komponen Lain	275.03
Total	951.66	Total	951.66

5. Vibratory contacting screen (H-122)

Pada *vibratory contacting screen* diasumsi kulit ari yang masih terikut pada biji kacang adalah 1%

Kacang tanah bersih = 951.66 kg



Kacang tanah terdiri dari 95,90% biji dan 4,10% kulit ari [20]

Sehingga didapatkan :

$$\begin{aligned}\text{Biji kacang} &= 95,90\% \text{ dari kacang tanah bersih} \\ &= 95,90\% \times 951,66 \text{ kg} \\ &= 912,64 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kulit Ari} &= 4,10\% \text{ dari kacang tanah bersih} \\ &= 4,10\% \times 951,66 \text{ kg} \\ &= 39,02 \text{ kg}\end{aligned}$$

Tabel D.6. Vibratory Contacting Screen (H-122).

Masuk		Keluar	
Dari Tangki penampung 2		Biji ke Screw Press (H-120)	
		Kulit dibuang	
Komponen	Kg	Komponen	Kg
Kacang tanah + kulit	951.66	Kacang tanah + kulit	913.03
Kacang tanah	912.64	kacang tanah	912.64
Kulit	39.02	kulit terikut	0.39
		Kulit	38.63
Total	951.66	Total	951.66

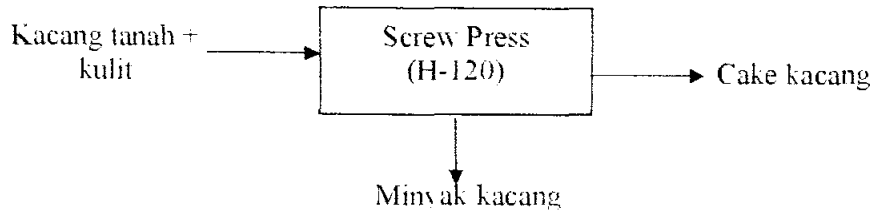
6. Screw Press (H-120)

Kacang tanah bersih dari *vibratory contacting screen* = 913,03 kg

Lemak dan komponen lain yang terkandung dalam kacang tanah bersih adalah 48,70% dan 51,30% [20] sehingga

$$\begin{aligned}\text{Lemak dalam kacang tanah bersih} &= 48,70\% \times 913,03 \text{ kg} \\ &= 444,65 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Komponen lain dalam kacang tanah bersih} &= 51,30\% \times 913,03 \text{ kg} \\ &= 468,39 \text{ kg}\end{aligned}$$



Minyak kacang yang dapat diambil pada proses pressing = 90% dari lemak yang masuk pressing

Lemak yang masuk *Screw press* = 444.65 kg

Minyak kacang keluar *Screw Press* = $90\% \times 444.65 \text{ kg}$
 = 400.18 kg

Lemak yang masih terdapat dalam cake kacang = $(444.65 - 400.18) \text{ kg}$
 = 44.46 Kg

Cake kacang = $913.03 \text{ kg} - 400.18 \text{ kg}$
 = 512.85 kg

Asumsi cake kacang yang tertinggal dalam *screw press* adalah 0.10% sehingga cake yang tertinggal = $0.10\% \times 512.85 \text{ kg}$
 = 0.51 kg

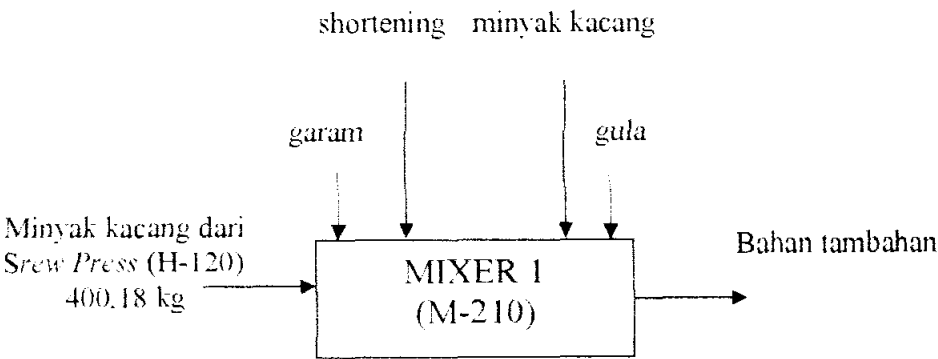
Sehingga cake kacang yang dihasilkan *screw press* = $512.85 \text{ kg} - 0.51 \text{ kg}$
 = 512.34 kg

Tabel D.7. Screw Press (H-120).

Masuk		Keluar	
Dari Vibratory Contacting Screen (H-121)		Hancuran kacang ? Disk Mill (C-220)	
		Minyak Kacang ? Tangki Mixer 1	
Komponen	Kg	komponen	kg
Kacang tanah :	913,03	Cake Kacang	512,34
Lemak	444,65	cake yang tertinggal	0,51
Komponen Lain	468,39	Minyak Kacang :	400,18
		Lemak	400,18
Total	913,03	Total	913,03

7. Mixer 1 (M-210)

Minyak kacang yang terikut masuk Mixer 1 adalah 400.18 kg



Pada proses ini terdapat penambahan bahan-bahan untuk menghasilkan selai kacang dengan komposisi sebagai berikut:

Tabel D.8. komposisi bahan tambahan untuk selai kacang [21].

Komposisi	% massa
Gula	2
Garam	1
Shortening	5
Minyak kacang	7
Jumlah	15

Cake kacang yang didapatkan dari Disk Mill (C-220) = 512.34 kg

Jika dalam satu komposisi lengkap selai kacang terdapat 15% komposisi bahan tambahan (tabel D.6) dan 85% cake kacang. Berat total cake kacang + bahan tambahan $\frac{100}{85} \times 512,34\text{kg} = 602,75 \text{ kg}$.

Bahan tambahan terdiri dari

Gula

$$= \frac{2}{100} \times 602,75\text{kg}$$
$$= 12,05 \text{ kg}$$

Garam

$$= \frac{1}{100} \times 602,75\text{kg}$$
$$= 6,03 \text{ kg}$$

Shortening

$$= \frac{5}{100} \times 602,75\text{kg}$$
$$= 30,14 \text{ kg}$$

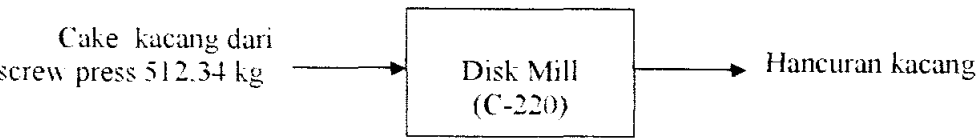
Minyak kacang

$$= \frac{7}{100} \times 602,75\text{kg}$$
$$= 42,19 \text{ kg}$$

Tabel.D.9. Mixer 1 (M-210)

Masuk		Keluar	
Minyak kacang ke Screw Press (H-120)		Minyak kacang ke Mixer 2	
Material lain		Material lain ke Mixer 2	
Komponen	Kg	Komponen	Kg
Minyak kacang	400.18	Minyak kacang	400.18
Lemak	400.18	Lemak	400.18
Material Lain	90.41	Material Lain	90.41
Gula	12.05	Gula	12.05
Garam	6.03	Garam	6.03
Shortening	30.14	Shortening	30.14
Minyak kacang	42.19	Minyak kacang	42.19
Total	490.59	Total	490.59

8. Disk Mill (C-220)



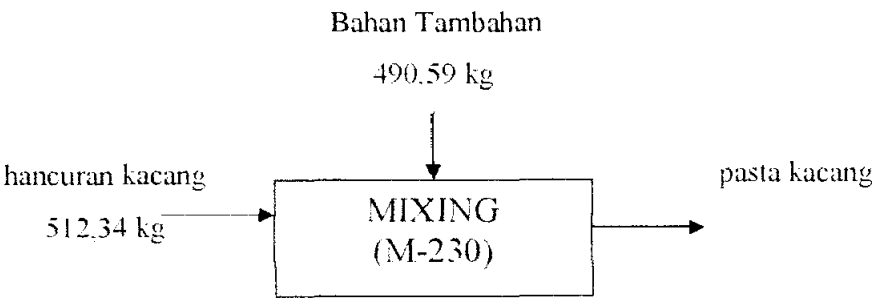
Cake kacang yang terikut masuk Disk mill sebanyak 512.34 kg

Pada proses grinding Cake kacang dihaluskan menjadi Hancuran kacang, dan pada proses ini diasumsikan hancuran kacang yang menempel pada alat diabaikan.

Tabel D.10. Disk Mill (C-220).

Masuk		Keluar	
Dari Screw Press (H-120)		Ke Mixer 2	
Komponen	Kg	Komponen	Kg
Hancuran Kacang	512,34	Cake Kacang	512,34
Total	512,34	Total	512,34

9. Mixing (M-230)



Cake kacang yang didapatkan dari Disk Mill (C-220) = 512.34 kg

Tabel D.11. Mixing (M-230).

Masuk		Keluar	
Cake kacang ke Disk mill		ke Packing (P-312)	
Bahan Tambahan ke Mixer 1			
Komponen	Kg	Komponen	Kg
Cake Kacang	512.34	Cake Kacang	512.34
Bahan Tambahan	490.59	Bahan Tambahan	490.59
Total	1002.93	Total	1002.93

10. Produk Akhir

Tabel D.12. Komposisi produk akhir selai kacang

Produk Akhir	
Komponen	kg
Pasta Kacang	1002,93
Total	1002,93

Perbandingan antara bahan baku dengan produk jadi = 1000 : 1002.93

TUGAS KHUSUS I

HACCP

I. Pendahuluan

HACCP adalah singkatan dari *Hazard Analysis and Critical Control Point*. Tujuan dari HACCP adalah untuk memastikan produk makanan yang diproduksi aman untuk dikonsumsi oleh konsumen. HACCP merupakan suatu sistem yang digunakan untuk mengontrol berbagai macam area dalam industri makanan (area bahan baku, produk jadi, proses produksi, pemeliharaan alat, penyimpanan, pengepakan, distribusi, dan konsumsi konsumen) dimana area tersebut dapat berpeluang besar untuk terkontaminasi, baik oleh mikroorganisme patogen, obyek fisik, obyek kimia, maupun dapat disebabkan karena kondisi penyimpanan dan kesalahan cara penggunaan.

Tujuh prinsip sistem HACCP: [33]

1. Menganalisa semua kemungkinan kontaminan yang bisa terjadi, dan melakukan pengukuran untuk mencegah kontaminan masuk dalam proses produksi.
2. Mengidentifikasi titik kritis yang harus dikontrol pada proses produksi.
3. Menetapkan batasan kritis untuk pencegahan pada tiap-tiap critical control points.
4. Menetapkan peralatan yang diperlukan untuk memonitor CCP. Menetapkan prosedur dari hasil monitoring untuk melakukan penyesuaian proses.
5. Menetapkan tindakan korektif yang diambil ketika monitoring menandai adanya kelebihan dari suatu batas kritis ditetapkan.
6. Menetapkan prosedur pencatatan dokumen sistem HACCP.
7. Menetapkan prosedur untuk verifikasi bahwa sistem HACCP sedang/ sudah bekerja dengan tepat.

Metode Pelaksanaan HACCP [33]

Analisa untuk keselamatan produk jadi bagi konsumen pada Pabrik Selai Kacang meliputi analisa saat bahan baku kacang tanah diterima, hingga produk selai kacang dikemas. Secara umum ada beberapa langkah untuk menyusun sistem HACCP dalam pabrik ini, yaitu :

1. Mengidentifikasi semua kontaminan yang ada dan mungkin ada, yaitu meliputi kontaminan fisika, kimia, dan mikrobiologi.
2. Menentukan apakah kontaminan-kontaminan tersebut berpengaruh terhadap kesehatan konsumen jika mengkonsumsinya.
3. Pencegahan yang bisa dilakukan agar kontaminan tersebut tidak terikut dalam proses produksi.
4. Menentukan titik kritis, batasan, ataupun kontrol yang harus dilakukan agar kontaminan dapat dihilangkan dari produk.
5. Menetapkan peralatan untuk memonitor CCP
6. Menetapkan tindakan korektif yang diambil jika monitoring menandakan kelebihan dari suatu batas kritis yang ditetapkan

Dari definisi diatas maka HACCP dapat dibagi kedalam tiga kelas, yaitu biologi, kimia, dan fisik. [33]

I.1 Biologi

Kontaminasi makanan secara biologi ini dapat dibagi kedalam tiga tipe, yaitu bakteri, virus dan parasit (protozoa dan cacing). Dalam tabel 1 dibawah ini tercantum jenis-jenis bakteri, virus, dan parasit yang berbahaya jika dikonsumsi. *International Commission Microbiological Specifications for Food* (ICMSF 1986) membagi mikroorganisme ini kedalam beberapa bagian menurut tingkat bahaya yang dapat ditimbulkan.

Tabel 1. Mikroorganisme dan Parasit berbahaya yang dikelompokkan berdasarkan tingkat bahaya yang dapat ditimbulkan.

Tingkat Bahaya	Jenis bakteri, virus dan parasit
I. Resiko Berat	• <i>Brucella abortis</i> : <i>B. suis</i> • <i>Clostridium botulinum</i> types A, B, E and F • <i>Hepatitis A and E</i> • <i>Shigella dysenteriae</i> • <i>Salmonella typhi</i> : <i>paratyphi A, B</i> • <i>Taenia solium</i> • <i>Trichinella spiralis</i> • <i>Vibrio cholerae</i> O1 • <i>Vibrio vulnificus</i>
II. Resiko Menengah : beresiko untuk dapat menyebar luas	• <i>Ascaris lumbricoides</i> • <i>Cryptosporidium parvum</i> • <i>Diphyllobothrium latum</i> • <i>Enterovirulent Escherichia coli</i> (EEC) • <i>Entamoeba histolytica</i> • <i>Listeria monocytogenes</i> • <i>Norwalk virus group</i> • <i>Rotavirus</i> • <i>Salmonella spp</i> • <i>Shigella spp</i> • <i>Streptococcus pyogenes</i>
III. Resiko Menengah : beresiko untuk menyebar terbatas	• <i>Bacillus cereus</i> • <i>Campylobacter jejuni</i> • <i>Clostridium perfringens</i> • <i>Giardia lamblia</i> • <i>Staphylococcus aureus</i> • <i>Vibrio Cholerae, non-O1</i> • <i>Vibrio parahaemolyticus</i> • <i>Yersinia enterocolitica</i> • <i>Taenia saginata</i>

Dalam tahap untuk pengembangan HACCP, sehingga proses makanan harus mempunyai tiga tujuan dasar untuk dapat mencegah timbulnya bahaya biologi ini, yaitu :

1. Pembunuhan / penghilangan / pembersihan / pengurangan resiko kontaminasi
2. Pencegahan re-kontaminasi (pencegahan akan kembali timbulnya kontaminasi)
3. Pencegahan terhadap pertumbuhan dan produksi toksin

Dengan adanya proses pemanasan, pengeringan dan pembekuan dapat menghilangkan mikroorganisme dalam bahan pangan. Setelah mikroorganisme dapat dihilangkan, maka dapat dipastikan bahwa mikroorganisme tidak akan kembali lagi sehingga produk makanan aman untuk dikonsumsi oleh konsumen. Apabila kontaminan yang ada tidak dapat dihilangkan secara total, maka pertumbuhan mikroba dan produksi toksin harus dihambat. Pertumbuhan mikroba dapat dihambat melalui karakter intrinsik dari makanan yang diproduksi. Misalnya saja melalui pH dan *water activity* (a_w) atau dengan penambahan garam dan pengawet lainnya. Selain itu, pertumbuhan mikroba dapat dihambat dari kondisi produk makanan saat dikemas (*aerobic* atau *an-aerobic*) serta temperatur penyimpanan (pendinginan atau pembekuan).

1.2 Kimia

Kontaminasi secara kimia disebabkan oleh penggunaan bahan kimia dalam proses produksi atau dihasilkan dari suatu proses kimia. Semua bahan makanan yang menggunakan bahan kimia dan semua bahan kimia dapat menjadi racun pada level dosis tertentu.

Kontaminasi secara kimia ini dapat dibagi kedalam 2 kelompok, yaitu *naturally occurring* dan *added chemicals*. Pada tabel 2 dapat dilihat beberapa bahan kimia yang terjadi secara natural dan bahan kimia yang ditambahkan selama proses pembuatan.

Tabel 2. Jenis-jenis Kontaminan Kimia

Jenis timbulnya kontaminasi	Kontaminan kimia
I. <i>Naturally occurring chemicals</i>	• <i>Mycotoxins (e.g. aflatoxin)</i> • <i>Scrombotoxin (histamine)</i> • <i>Ciguatoxin</i> • <i>Mushroom toxins</i> • <i>Shellfish toxins</i> - <i>Paralytic shellfish poisoning (PSP)</i> - <i>Diarrhetic shellfish poisoning (DSP)</i> - <i>Neurotoxic shellfish poisoning (NSP)</i> - <i>Amnesic shellfish poisoning (ASP)</i> • <i>Pyrrolizidine alkaloids</i> • <i>Phytohemagglutinin</i> • <i>Polychlorinated biphenyls (PCBs)</i>
II. <i>Added chemicals</i>	• <i>Agricultural chemical</i> <i>Pesticides, fungicides, fertilizers, insecticides, antibiotics, and growth hormones</i> • <i>Prohibited substances</i> <i>Direct</i> <i>Indirect</i> • <i>Toxin elements and compounds</i> <i>Lead, zinc, arsenic, mercury, and cyanide</i> • <i>Food Additives</i> <i>Direct</i> <i>Preservatives (nitrite and sulfiting agents)</i> <i>Flavor enhancers (monosodium glutamate)</i> <i>Nutritional additives (niacin)</i> <i>Color additives</i> <i>Secondary direct and indirect</i> <i>Plant chemicals (e.g. lubricants, cleaners, sanitizers, cleaning compounds, coating and paint)</i> • <i>Chemicals intentionally added (sabotage)</i>

Karena penggunaan bahan kimia dalam batas yang tidak wajar atau berlebih akan sangat berbahaya, maka diperlukan sebuah sistem pengontrolan untuk mencegah penggunaan bahan kimia secara berlebihan. Pada tabel. 3 dapat dilihat suatu sistem pengontrolan dalam suatu proses produksi.

Tabel 3. Pengontrolan Bahan Kimia

Area pengontrolan		Jenis-jenis kontrol yang dilakukan
I.	Pengontrolan sebelum menerima bahan baku	• Spesifikasi bahan baku • Sertifikat atau garansi dari vendor (pengawas) • "Spot checks" (pengecekan kadar bahan kimia dalam bahan baku)
II.	Pengontrolan bahan baku sebelum digunakan	• Meninjau kembali tujuan dari penggunaan bahan kimia • Memastikan kemurnian, komposisi, dan penamaan yang tepat dari bahan kimia • Mengontrol jumlah bahan kimia yang digunakan
III.	Pengontrolan pada area penyimpanan dan kondisi penyimpanan	• Menjaga kondisi operasi (suhu, kelembaban, dll) penyimpanan agar dapat mencegah timbulnya "<i>naturally occurring toxicants</i>"
IV.	Inventaris semua bahan kimia yang digunakan	• Meninjau kegunaan suatu bahan kimia • Mencatat atau mendokumentasikan kegunaan bahan kimia

I.3 Fisik

Kontaminasi secara fisik sering diartikan sebagai material asing dan hal ini termasuk semua material yang tidak normal ditemukan dalam makanan yang dapat menyebabkan penyakit atau luka pada individu. Material asing yang paling banyak ditemukan adalah kaca. Sedangkan keluhan adanya material asing paling banyak ditemui dalam roti.

Kontaminasi fisik ini merupakan komplain yang paling sering dilaporkan. Salah satu alasannya adalah karena material asing memberikan luka-luka secara langsung dan nyata. Tabel 4 menunjukkan material asing dan sumber material ini berasal, serta luka-luka yang dapat ditimbulkan.

Tabel 4. Material asing yang dapat menimbulkan kontaminasi fisik, dan sumber material asing.

Material Asing	Luka-luka yang dapat ditimbulkan	Sumber Material Asing
Kaca	Teriris, berdarah : dapat membutuhkan operasi untuk menemukan dan mengeluarkan kaca	Botol, guci, peralatan penerangan, perkakas, dll
Kayu	Infeksi, tercekik : dapat membutuhkan operasi untuk mengeluarkan kayu	Ladang, pallet, kardus, bangunan, dll
Batu	Tersedak, gigi patah	Ladang, bangunan, dll
Logam	Teriris, infeksi : dapat membutuhkan operasi untuk mengeluarkan logamnya	Mesin-mesin, lading, kawat, pegawai, dll
Serangga dan kotoran lainnya	Penyakit, luka berat, tecekik, tersedak	Ladang, dll
Insulation (penyekat, Isolasi)	Tercekik	Material bangunan, dll
Tulang, duri	Luka berat, tecekik, tersedak	Ladang, kesalahan proses penangkapan dan pembersihan, dll
Plastik	Tercekik, teriris, infeksi : dapat membutuhkan operasi untuk mengeluarkannya	Ladang, Material pengepakan, pallet, pegawai, dll
Ketidaksengajaan individu	Tercekik, teriris, gigi patah : dapat membutuhkan operasi untuk mengeluarkannya	Pegawai, dll

Metode-metode yang sering digunakan untuk mengontrol material asing adalah dengan adanya spesifikasi bahan baku, dan pemeriksaan bahan baku yang disertai dengan sertifikat dan garansi dari vendor (pengawas).

Berbagai macam tindakan pencegahan dapat ditemui dengan mudah sehingga dapat menyingkirkan material asing dengan seksama. Detektor logam merupakan salah satu alat bantu yang sering ditemui untuk dapat menemukan *ferrous metal* dan *non-ferrous metal* dalam bahan makanan. Sedangkan tulang dan duri dapat ditemukan melalui teknologi X-ray.

II. Uraian Proses

Kacang tanah tanpa kulit yang dibeli dari petani akan disimpan selama seminggu sebelum digunakan. Kelembaban udara didalam *warehouse* dijaga pada RH 65%. Hal ini dikarenakan kelembaban udara mempengaruhi rasa dari kacang tanah. Kacang tanah yang keluar dari *warehouse* akan masuk kedalam proses *Cleaning*, dimana kacang tanah akan dibersihkan dari pengotor-pengotornya seperti kayu, plastik, pasir, kerikil, benang dan lain sebagainya dengan menggunakan *vibrating screen* bertingkat.

Kacang tanah yang sudah bersih dari pengotor akan dimasukan kedalam *Roasting*. Proses ini bertujuan untuk mengurangi kadar air mula-mula dalam biji dengan menggunakan *Rotary drum roaster*. Suhu keluaran kacang dijaga pada 175°C. Keluar dari *Roasting*, kacang akan masuk ke dalam proses *Winnowing*. Proses *winnowing* dilakukan dengan menggunakan *vibratory contacting screen* yang dilengkapi dengan *blower* selama 15 menit. *Blower* berfungsi untuk menghisap kulit ari yang terlepas akibat getaran dari *vibratory*, sehingga temperatur kacang tanah akan turun dari 145°C menjadi 40°C. Selanjutnya dari *vibratory contacting screen* kacang tanah langsung masuk dalam *screw press*. Tujuan proses pengepresan adalah untuk memisahkan antara kacang dan minyak kacang. Proses pengepresan kacang tanah dilakukan dengan menggunakan *screw press*. Aliran keluar dari *screw press* ada dua, yaitu minyak kacang yang dipompa menuju tangki *mixer 1* dan cake kacang yang dimasukkan ke *disk mill* menggunakan *bucket elevator*.

Minyak kacang tambahan, gula, garam dan shortening ditimbang dan dimasukkan ke *mixer* 1 kemudian dicampur dengan minyak kacang yang keluar dari *screw press*. Proses *mixing* berlangsung selama 1 jam dengan kecepatan 50 rpm. Hasil campuran bumbu tersebut kemudian dipompa menuju ke tangki *mixer* 2. Cake kacang dari *screw press* selanjutnya dimasukkan ke proses *grinding*. Proses *grinding* merupakan salah satu proses yang paling menentukan untuk menghasilkan hancuran kacang yang halus (*fine grinding*). Peralatan yang digunakan untuk proses *grinding* adalah *disk mill*, karena dapat menggiling biji-bijian dan mampu menangani bahan (hancuran kacang). Proses *grinding* berlangsung selama 15 menit dengan suhu keluaran dari *grinding* adalah 75°C [22]. Bahan keluar dari *grinder* dilanjutkan ke *mixer* 2, dengan menggunakan *bucket elevator*.

Proses pencampuran selai kacang merupakan proses pencampuran antara hancuran kacang dari *disk mill* dengan campuran dari tangki *mixer* 1 yang dilakukan pada tangki *mixer* 2. Bahan keluar dari *mixer* 2 ini berupa selai kacang kasar dengan suhu 50° C yang selanjutnya melalui *screw conveyor* dimasukkan ke *refiner* untuk dihaluskan. Proses ini merupakan proses penghalusan selai kacang yang disebut juga proses homogenisasi. Dalam *five steel roller refiner* selai kacang kasar akan digiling untuk dihancurkan dan dilumatkan kristal gula yang masih kasar. Bahan keluar dari *five steel roller refiner* berupa selai kacang halus.

Proses ini sangat mempengaruhi viskositas, tingkat kestabilan, daya oles, kadar minyak tergenang, rasa dan kenampakan selai kacang. Proses homogenisasi menyebabkan viskositas dan kadar minyak tergenang selai kacang lebih rendah daripada tanpa pengepresan, sedangkan tingkat kestabilan, daya oles, rasa dan kenampakan lebih baik. Selai kacang halus hasil keluaran *five steel roller refiner* yang memiliki suhu 40 °C dilanjutkan ke proses *packaging*.

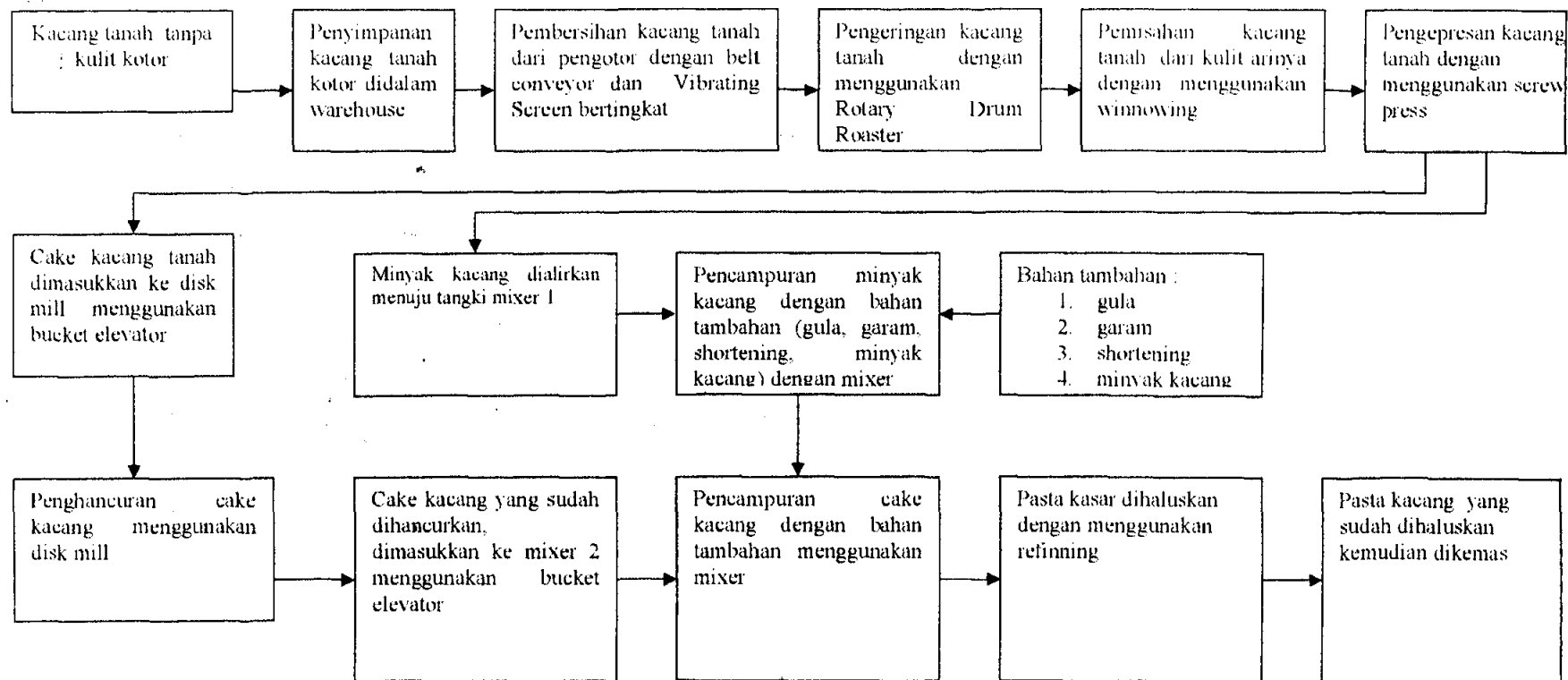
III. Ruang Penyimpanan bahan baku dan Produk

- Ruang penyimpanan bahan baku

Ruang penyimpanan bahan baku berfungsi untuk menyimpan bahan baku utama (kacang tanah tanpa kulit) dan bahan baku tambahan (gula, garam, shortening, dan minyak kacang tambahan) sebelum proses. Sehingga untuk menghasilkan produk yang berkualitas, bahan baku harus dijaga kualitasnya. Kualitas yang dimaksud adalah mengatur ventilasi, mengatur suhu dan membuat ruangan tetap kering dan sejuk dalam *warehouse*. Untuk mengatur ventilasi digunakan *ventilator* agar sirkulasi udara dalam *warehouse* menjadi baik. Suhu yang diinginkan dalam *warehouse* adalah suhu ruang (30 °C). Sehingga untuk menjaga tetap kering dan sejuk, dalam ruangan diperlukan *glasswool* yang dipasang pada atap bagian dalam ruangan. Disamping itu kebersihan dalam ruangan juga harus dijaga dengan dibersihkan setiap hari.

- Ruang penyimpanan produk

Produk yang sudah jadi disimpan pada ruang penyimpanan produk. Pada ruang penyimpanan produk, yang perlu diperhatikan adalah ventilasi (sirkulasi udara), suhu, dan kebersihan. Ventilasi yang digunakan adalah *ventilator*, sedangkan untuk suhu digunakan suhu ruang dan untuk menjaga ruangan tetap kering dan sejuk perlu dipasang *glasswool* pada atap bagian dalam ruangan. Ruang penyimpanan produk juga harus dibersihkan setiap harinya.



Gambar T1.1. Blok diagram proses pembuatan selai kacang

HACCP Selai Kacang

Stage	Kontaminasi	Pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Penjelasan pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Pencegahan	Titik kritis / batasan / kontrol	Alat sensor / Alat pendeteksi
1. Penerimaan bahan baku utama : Kacang tanah tanpa kulit	Biologi : jamur	Ada	Dapat mengganggu kesehatan (sakit perut)	Jamur akan mati pada waktu proses <i>roasting</i> (145°C)	Jamur dalam bahan baku kacang tanah hidup max 30 °C	ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay)
	Kimia: Tidak ada	-	-	-	-	-
	Fisik : logam, ranting pohon, plastik, tanah, pasir, kerikil, dsb	Ada	Dapat mengganggu kesehatan (tersedak)	Logam, ranting pohon, plastik, tanah, pasir, dsb akan hilang pada saat proses <i>Screening</i>	Tidak ada logam, ranting pohon, plastik, tanah, pasir.	Dilihat dari penampakan logam, ranting, tanah, pasir, kerikil, dll
Bahan baku tambahan : Gula	Biologi : jamur : <i>Osmophiles</i> [43]	Ada	Dapat mengganggu kesehatan (sakit perut)	Yeast dan jamur mati pada saat <i>roasting</i> (145°C)	Jamur : max hidup 40 °C	Dilihat dari penampakan warna jamur

HACCP Selai Kacang

Stage	Kontaminasi	Pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Penjelasan pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Pencegahan	Titik kritis / batasan / kontrol	Alat sensor / Alat pendeteksi
Garam	Kimia : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-
	Fisik : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-
	Biologi : <i>Micrococcus</i> sp. <i>Osmophiles</i> , <i>Staphylococci</i> [43]	Ada	Dapat mengganggu kesehatan (sakit perut)	Jamur mati pada saat <i>roasting</i> (145°C)	<i>Micrococcus</i> sp: max mikroba hidup 37 °C <i>Osmophiles</i> : 40 °C. <i>Staphylococci</i> : 48 °C	Dilihat dari penampakan warna jamur
	Kimia :Tidak ada	Tidak	-	-	-	-
	Fisik : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-

HACCP Selai Kacang

Stage	Kontaminasi	Pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Penjelasan pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Pencegahan	Titik kritis / batasan / kontrol	Alat sensor / Alat pendeteksi
Shortening	Biologi : jamur, dan bakteri aerob	Ada	Dapat mengganggu kesehatan (sakit perut)	jamur mati pada saat <i>roasting</i> (145°C)	Jamur : max hidup 0 55 °C	Locad-PTS Handheld Microorganism detector [48]
	Kimia :ketengikan yang disebabkan proses oksidasi. Dan jamur	Ada	Dapat mengganggu kesehatan (sakit perut)	Menjaga kondisi penyimpanan tetap higienis	Jamur : max hidup 55 °C	Dilihat dari penampakan warna jamur dan bau tengik
	Fisik :Tidak ada	Tidak	-		-	-
Minyak kacang tambahan	Biologi : jamur : <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Basillus</i>	Ada	Dapat mengganggu kesehatan (sakit perut)	Jamur mati pada saat <i>roasting</i> (145°C)	<i>Basillus</i> : mikroba hidup max hidup 55 ⁰ C <i>Staphylococcus aureus</i> : mikroba hidup max 48 ⁰ C	Locad-PTS Handheld Microorganism detector [48]

HACCP Selai Kacang

Stage	Kontaminasi	Pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Penjelasan pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Pencegahan	Titik kritis / batasan / kontrol	Alat sensor / Alat pendeteksi
	Kimia : ketengikan yang disebabkan proses oksidasi. Dan jamur	ada	Dapat mengganggu kesehatan (sakit perut)	Menjaga kondisi penyimpan tetap higienis.	Jamur : max hidup 55 °C	Dilihat dari penampakan warna jamur dan bau tengik
	Fisik : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-
2. Pembersihan kacang tanah tanpa kulit dari pengotornya dengan vibrating Screen dan Blower	Biologi : jamur <i>Nematospora corvli</i>	Ada	Dapat mengganggu kesehatan (sakit perut)	Bakteri dan jamur mati pada saat <i>roasting</i> (145°C)	Bakteri dan jamur : max hidup 40 °C	ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay)
	Kimia : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-

HACCP Selai Kacang

Stage	Kontaminasi	Pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Penjelasan pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Pencegahan	Titik kritis / batasan / kontrol	Alat sensor / Alat pendeteksi
	Fisik : logam, ranting pohon, plastik, tanah, pasir, kerikil, dsb.	Ada	Dapat mengganggu kesehatan (tersedak)	-Logam akan dihilangkan dengan magnet, sedangkan kotoran lainnya dihilangkan dengan menggunakan <i>vibrating screen</i> bertingkat -Mewajibkan pekerja untuk menggunakan pakaian khusus masker	meminimalkan sampai meniadakan ketidakasengajaan individu	Dilihat dari penampakan logam, ranting, tanah, pasir, kerikil, dll
3. Pengeringan kacang tanah dengan <i>Rotary Drum Roaster</i> T= 175°C	Biologi : mikroba dalam <i>Rotary Drum Roaster</i>	Ada	Dapat mengganggu kesehatan (tersedak)	Mikroba (bakteri patogen) otomatis banyak yang mati saat proses pengeringan. (175°C)	Suhu pengeringan 175°C, dimana pada suhu >62°C bakteri patogen telah mati.	Dilihat dari penampakan warna jamur

HACCP Selai Kacang

Stage	Kontaminasi	Pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Penjelasan pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Pencegahan	Titik kritis / batasan / kontrol	Alat sensor / Alat pendeteksi
	Kimia : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-
	Fisik : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-
4. Pemisahan kacang dari kulit arinya dengan winnowing	Biologi : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-

HACCP Selai Kacang

Stage	Kontaminasi	Pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Penjelasan pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Pencegahan	Titik kritis / batasan / kontrol	Alat sensor / Alat pendeteksi
	Kimia :Tidak ada	Tidak	-	-	-	-
	Fisik: Tidak ada	Tidak	-	-	-	-
5.Pengepresan kacang tanah dengan <i>screw press</i>	Biologi : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-

HACCP Selai Kacang

Stage	Kontaminasi	Pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Penjelasan pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Pencegahan	Titik kritis / batasan / kontrol	Alat sensor / Alat pendeteksi
	Kimia : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-
	Fisik : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-
6. Mixer 1 Minyak kacang dari <i>screw press</i> ditambahkan bahan tambahan	Biologi : bakteri	Ada	Dapat mengganggu kesehatan (sakit perut)	Mikroba (bakteri pathogen) otomatis banyak yang mati saat proses <i>mixer II</i> Pada suhu 75°C	Suhu <i>mixer II</i> 75°C. dimana pada suhu >62°C bakteri patogen telah mati. [22]	Locad-PTS Handheld Microorganism detector [48]
	Kimia : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-

HACCP Selai Kacang

Stage	Kontaminasi	Pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Penjelasan pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Pencegahan	Titik kritis / batasan / kontrol	Alat sensor / Alat pendeteksi
	Fisik : Tidak ada	-	-	-	-	-
7. Penghancuran cake kacang dengan <i>disk mill</i>	Biologi : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-
	Kimia : Tidak	Tidak	-	-	-	-
	Fisik : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-

HACCP Selai Kacang

Stage	Kontaminasi	Pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Penjelasan pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Pencegahan	Titik kritis / batasan / kontrol	Alat sensor / Alat pendeteksi
8. Tangki Mixer II : cake kacang dari <i>disk mill</i> dicampur dengan bahan tambahan dari <i>mixer I</i>	Biologi : bakteri	Ada	Dapat mengganggu kesehatan (sakit perut)	Mikroba (bakteri patogen) otomatis banyak yang mati saat proses <i>mixer II</i> Pada suhu 75°C	Suhu <i>mixer II</i> 75°C, dimana pada suhu >62°C bakteri patogen telah mati. [22]	Locad-PTS Handheld Microorganism detector [48]
	Kimia : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-
	Fisik : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-

HACCP Selai Kacang

Stage	Kontaminasi	Pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Penjelasan pengaruh kontaminasi terhadap kesehatan	Pencegahan	Titik kritis / batasan / kontrol	Alat sensor / Alat pendeteksi
9. Pengemasan dengan menggunakan botol plastik	Biologi : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-
	Kimia : Tidak ada	Tidak	-	-	-	-
	Fisika: Tidak ada	Tidak	-	-	-	-

TUGAS KHUSUS II PERANCANGAN ROASTER

Proses *roasting* merupakan bagian yang penting pada proses pembuatan selai kacang. Suhu pada proses *roasting* ini harus berkisar pada suhu 145 °C untuk mendapatkan rasa kacang yang khas. Jika suhu terlalu rendah maka kacang menjadi tidak matang sedangkan jika suhu terlalu tinggi maka akan timbul bau dan rasa hangus pada produk akhir serta menyebabkan kulit ari kacang hangus menjadi abu. Hal ini tentunya sangat mempengaruhi rasa selai kacang yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan perancangan *roaster* yang tepat untuk mendapatkan produk selai kacang yang terbaik.

ROTARY DRUM ROASTER (B-110)

Fungsi : Untuk menyangrai kacang agar matang dan mendapatkan rasa kacang yang khas.

Tipe : *Rotary Drum Roaster*

Dasar pemilihan : Cocok untuk menyangrai biji-bijian pada suhu 145 °C dengan luas perpindahan panas yang cukup besar, tidak memerlukan pengadukan untuk mendapatkan panas yang merata.

Data

Kapasitas : 8390 kg/batch

Bahan : Stainless steel

Dasar pemilihan : Sesuai untuk produk makanan [25]

Ditetapkan :

Waktu proses = 1 jam

Dimensi Rotary Roaster

Dari neraca massa diketahui:

$$\text{Massa kacang tanah} = 8390 \text{ kg}$$

Dari Woodrof [20] diketahui:

$$\text{Densitas kacang tanah} = 230.66 \text{ kg/m}^3$$

Sehingga dapat dihitung:

$$\text{Flowrate} = 8390 \text{ kg/jam} = 0.010 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

Dari Walas [35] diketahui:

$$\text{Solid mengisi roaster} = 0.15 \text{ luasan tangki}$$

Dari McCabe [34] diketahui range untuk *average material velocity* (*avg velocity*) = 2000 – 25000 kg/m².jam.

$$\text{avg velocity} = 2000 - 25000 \text{ kg/m}^2.\text{jam}$$

$$= 0.5556 - 6.9444 \text{ kg/m}^2.\text{s} \text{ (dibagi dengan } \rho = 230.66 \text{ kg/m}^3)$$

$$= 0.002 - 0.03 \text{ m/s}$$

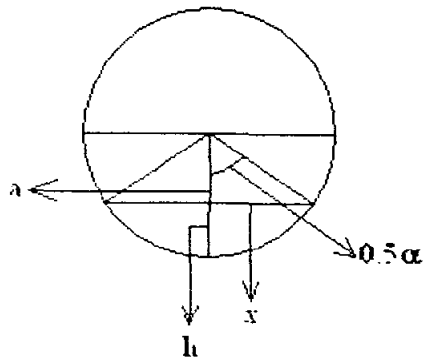
Ditetapkan:

$$\text{Average material velocity} = 0.02 \text{ m/s}$$

$$\text{Luasan yang dilewati padatan} = \frac{\text{flowrate}}{\text{avg velocity}} = \frac{0.01 \text{ m}^3/\text{s}}{0.02 \text{ m/s}} = 0.51 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luasan roaster} &= \frac{\text{Luasan yang dilewati padatan}}{0.15} = \frac{0.51 \text{ m}^2}{0.15} \\ &= 3.37 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Diameter roaster (D)} = \sqrt{\frac{4 \times \text{luas}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 3.37 \text{ m}^2}{\pi}} = 2.07 \text{ m}$$



Gambar T2.1. Dimensi Roaster

$$\text{Luas segitiga} = \frac{1}{2} r^2 \sin \alpha$$

$$\text{Luas tembereng} = \text{luas juring} - \text{luas segitiga}$$

$$0,51 = \frac{\alpha}{360} \pi r^2 - \frac{1}{2} r^2 \sin \alpha$$

$$\alpha = 108^\circ$$

$$a = r \cos(0,5 \alpha) = 0,61 \text{ m}$$

$$h = r - a = 0,43 \text{ m}$$

$$x = \text{tg}(0,5 \alpha) \cdot a = 0,84 \text{ m}$$

Dengan menggunakan pers. 4-63, hal 145, Ulrich [25]:

$$Q = U \times A \times \Delta T_{\text{LMTD}}$$

$$Q = 2.754.606,34 \text{ kJ/batch (dari neraca panas, Tabel A.5)}$$

$$= 2.754.606,34 \text{ kJ/hr}$$

Dari www.engineeringtoolbox.com [49] didapatkan data:

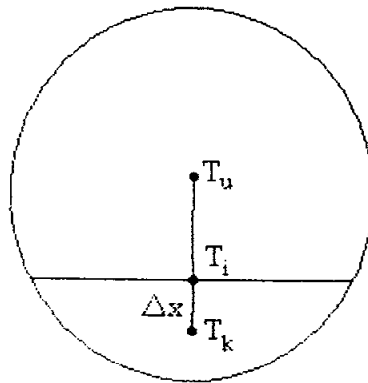
$$h_{\text{udara panas}} = 6.297 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

Dari Geankoplis [29] didapatkan data:

$$k_{\text{kacang}} = 0,554 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} : \text{dengan asumsi } k_{\text{kacang}} = k_{\text{kentang}}$$

Tebal area perpindahan panas (Δx) = 0,5 tinggi padatan dalam roaster

$$= 0,5 \cdot 0,43 \text{ m} = 0,21 \text{ m}$$



Gambar T2.2. Area Perpindahan Panas pada Roaster

Dari Geankoplis [29] diketahui:

$$\text{(Pers. 4.1-12)} \quad Q = h.A.(T_u - T_i) \quad \dots \text{(T2.1)}$$

$$\text{(Pers. 4.2-1)} \quad Q = k.A.\frac{(T_i - T_k)}{\Delta x} \quad \dots \text{(T2.2)}$$

$$\text{(Pers. 4.3-20)} \quad Q = U.A.(T_u - T_k) \quad \dots \text{(T2.3)}$$

Dari penurunan rumus didapatkan:

$$\text{(T2.1)} \dots \frac{Q}{h.A} = T_u - T_i$$

$$\text{(T2.2)} \dots \frac{Q}{k.A.\Delta x} = T_i - T_k$$

$$\begin{aligned} & \frac{Q}{h.A} + \frac{Q}{h.A.\Delta x} = T_u - T_k \\ & \frac{Q}{A} \left(\frac{1}{h} + \frac{1}{h.\Delta x} \right) = T_u - T_k \quad \dots \text{(T2.4)} \end{aligned}$$

Persamaan (T2.4) tersebut kemudian dimasukkan pada persamaan (T2.3)

$$\text{(T2.3)} \dots \frac{Q}{A} \left(\frac{1}{U} \right) = T_u - T_k$$

Sehingga didapatkan:

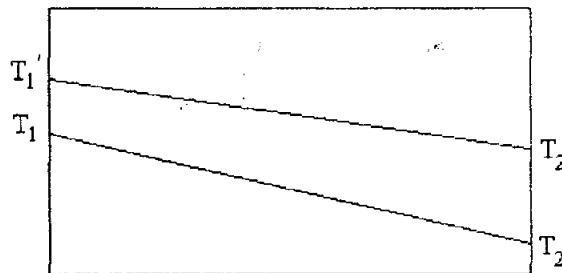
$$\frac{1}{U} = \left(\frac{1}{h} + \frac{1}{h_{\Delta x}} \right)$$

$$U = \frac{h \cdot k}{h + k} = \frac{6.297 \times 0,554}{6.297 + 0,554} \cdot 0,21$$

$$U = 9316,02 \text{ kJ/hr.m}^2.\text{°C}$$

Dengan menggunakan pers. 4-66, hal 146, Ulrich [25], ΔT_{LMTD} untuk *countercurrent* adalah:

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \right)}$$



Gambar T2.2. Profil temperatur perpindahan panas secara *countercurrent*

T_1 = Suhu bahan keluar (°C)

T_2 = Suhu bahan masuk (°C)

T_1' = Suhu pemanas masuk (°C)

T_2' = Suhu pemanas keluar (°C)

$$|\Delta T_1| = |T_1 - T_1'| = |145 - 175| = 30^\circ \text{C}$$

$$|\Delta T_2| = |T_2 - T_2'| = |30 - 70| = 40^\circ \text{C}$$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{40 - 30}{\ln\left(\frac{40}{30}\right)} = 34,7605^{\circ}\text{C}$$

$$A = \frac{Q}{U \times \Delta T_{LMTD}} = \frac{2.754.606,34 \text{ kJ/hr}}{9.316 \text{ kJ/hr.m}^2.^{\circ}\text{C} \times 34,7605^{\circ}\text{C}} = 8,51 \text{ m}^2$$

$$\text{Panjang dryer (L)} = \frac{A}{2.x} = \frac{8,51 \text{ m}^2}{2 \times 0,84 \text{ m}} = 5,07 \approx 5 \text{ m}$$

Karakteristik Roaster

$$\text{Tekanan oleh solid (P)} = \frac{F}{A} \quad [39]$$

$$= \frac{m.g}{A} = \frac{\rho.g.A.h}{A} = \rho.g.h$$

$$= 230,66 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,43 \text{ m}$$

$$= 967,457 \frac{\text{kg}}{\text{m.s}^2}$$

$$= 9674,57 \text{ gr/cm.s}^2 = 0,14 \text{ psi}$$

$$\text{Tekanan udara} = 14,7 \text{ psi}$$

$$\text{Tekanan total} = \text{tekanan udara} + \text{tekanan solid}$$

$$= 14,84 \text{ psi} = 14,84 \text{ lb}_f/\text{in}^2$$

$$\text{P design} = 1,2 \times \text{P total} \quad [35]$$

$$= 1,2 \times 14,84 \text{ lb}_f/\text{in}^2$$

$$= 17,81 \text{ lb}_f/\text{in}^2$$

Ditetapkan:

- Bahan konstruksi *stainless steel* dengan *allowable stress* (f) = 18.750 lb/in² (Brownell and Young, App. D, item 4, hal. 342 [32].)
- Tipe sambungan *double-welded butt joint*, dengan *efficiency* (E) = 0,85 (Brownell and Young, hal. 46 [32].)
- c = *corrosion allowance* = 0,05 in (Brownell and Young [32].)

Dengan menggunakan pers.13.1, Brownell and Young [32] diperoleh:

$$\begin{aligned}\text{Tebal roaster} &= \frac{PD}{2fE} + c \\ &= \frac{17,81 \times 81,55}{2 \times 18.750 \times 0,85} + 0,05 \\ &= 0,10 \text{ in} \approx 2/16 \text{ in}\end{aligned}$$

Putaran Roaster

Dari Perry [33] didapatkan :

Roaster bekerja pada kecepatan peripheral : $V = 30\text{-}150 \text{ ft/menit}$.

Diambil data : $V = 80 \text{ ft/menit}$

$D = 2,07 \text{ m} = 6,80 \text{ ft}$

$$N = \frac{V}{\pi D} = \frac{80 \text{ ft/menit}}{\pi \cdot 6,80 \text{ ft}} = 3,75 \text{ rpm} \quad [33]$$

Dari Perry [33], didapatkan : $N \cdot D = 25\text{-}35$

$$\begin{aligned}N \times D &= 3,75 \times 6,80 \\ &= 25,46 \text{ (memenuhi)}\end{aligned}$$

Slope kemiringan Roaster

Dari Perry [33] : *slope shell roaster* antara $0 - 0,08 \text{ ft/ft}$,

Ditetapkan *slope* = $0,05 \text{ ft/ft}$

$$\text{tg } \alpha = 0,05$$

$$\alpha = 2,8624^\circ$$

Perencanaan power Roaster

Dari Kirk and Othmer [24] didapatkan :

$$\text{Power roaster} = 0,5 D^2 - 1 D^2 \text{ hp}$$

Dari Ulrich [25] diperoleh:

Effisiensi roaster antara $55 - 75 \%$

Dimana:

D = diameter (ft)

Diambil data :

$$\text{Power dryer} = 0,75 D^2$$

$$\text{Efisiensi} = 65 \%$$

$$\text{Power dryer} = 0,75 \cdot 6,80^2 = 34,64 \text{ hp}$$

$$\text{Power motor} = \frac{\text{power dryer}}{\text{efisiensi}} = \frac{34,64}{0,65} = 53,29 \text{ hp}$$

SPESIFIKASI :

- Tipe : *Rotary Drum Roaster*
- Fungsi : Menyangrai kacang tanah untuk mendapatkan rasa kacang yang khas.
- Diameter : 2,07 m
- Panjang : 5,07 m
- Putaran : 3,75 rpm
- Slope : 2,8624°
- Waktu transportasi : 1 jam
- Power : 53,29 hp
- Tebal : 2/16 in
- Bahan : *Stainless steel*
- Jumlah : 1 buah

TUGAS KHUSUS III

PERANCANGAN *VIBRATORY CONTACTING SCREEN*

1. *SCREEN*

- Fungsi : Memisahkan biji kacang tanah dan kulit arinya
- Tipe : *Vibratory contacting screen* dengan tutup dan dilengkapi dengan blower
- Dasar pemilihan : Cocok untuk pemisahan solid - solid berdasarkan berat jenis dan sekaligus berfungsi sebagai *conveyor* [25]
- Data
- Kapasitas = 8390 kg/batch

Dari Perry (1997) pada tabel 19.6 [26], didapatkan data

- Bukaan screen : 4 mm
- Diameter wire : 1,37 mm

Dari Ulrich (1984) tabel 4-4 [25], diperoleh data sebagai berikut :

- Lebar = 0,15 - 3 m
- Panjang = 5 - 30 m
- Kapasitas maks = 0,06 m³/s

Diambil data :

- Lebar = 1,46 m (mengikuti diameter *roaster*)
- Panjang = 5 m
- Luas = 7,32 m²
- Waktu proses = 30 menit = 1800 s
- Kapasitas = 4,66 kg/s = 0,02 m³/s

Dari Ulrich (1984) tabel 4-4 [25] untuk power didapatkan:

$$\begin{aligned}
 \text{Power} &= (0,02 \cdot \text{kapasitas})^{0,72} \times \text{panjang} \\
 &= (0,02 \times 4,66)^{0,72} \times 5 \\
 &= 0,91 \text{ kW} = 1,21 \text{ hp}
 \end{aligned}$$

SPESIFIKASI:

- Nama = *Vibratory Contacting Screen*
- Lebar = 1,46 m
- Panjang = 5 m
- Kapasitas = 4,66 kg/s
- Waktu proses = 30 menit
- Power = 1,21 Hp
- Tipe = *Vibratory conveyor tertutup*
- Bahan = Carbon steel
- Jumlah = 1 buah

2. *BLOWER*

Fungsi : Menghisap kulit ari yang telah terpisah

Tipe : *Centrifugal + Bag Filters*

Dasar pemilihan : Dapat menghisap dan memisahkan kulit ari dari bijinya, biaya *maintenance* murah, tidak menangani gas yang bersifat korosif dan dengan temperatur tinggi [25]

Perhitungan :

Blower menghisap 100 ft³/menit (2,8317 m³/menit) udara dengan tekanan 1 atm suhu 30 °C.

Tekanan udara keluar blower adalah 1,1 atm [25]

$$W_s = \frac{2,3026RT_1}{M} \log \frac{p_2}{p_1} \quad [29], \text{ hal 152}$$

$$= \frac{2,3026 \times 8,314 \text{ J/mol} \cdot ^\circ\text{K} \times 303 \text{ K}}{28,97 \text{ gr/mol}} \log \frac{1,1 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} = 8,29 \text{ kJ/kg}$$

$$\rho \text{ udara } 1 \text{ atm} = \frac{P \times BM}{R \times T} = \frac{1 \text{ atm} \times 28,97 \text{ gr/mol}}{0,082 \text{ L} \cdot \text{atm/mol} \cdot ^\circ\text{K} \times 303 \text{ K}} = 1,17 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho \text{ udara } 1,1 \text{ atm} = 1,1652 \text{ kg/m}^3 \times \frac{1,1 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} = 1,28 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{average}} = \frac{1,1652 + 1,2817}{2} \text{ kg/m}^3 = 1,22 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Massa udara masuk} &= 1,22 \text{ kg/m}^3 \times 2,8317 \text{ m}^3/\text{menit} \\ &= 3,47 \text{ kg/min} = 0,06 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Power blower} &= 8,29 \text{ kJ/kg} \times 0,06 \text{ kg/s} \\ &= 0,48 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi blower} = 75\% \quad [25], \text{ hal 120}$$

$$\text{BHP} = 0,48 / 0,75 = 0,64 \text{ kW}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 80\% \quad [27]$$

$$\text{Power aktual} = 0,64 / 0,8 = 0,80 \text{ kW} = 1,1 \text{ hp}$$

SPESIFIKASI BLOWER :

- Kapasitas = 2,8317 m³/menit
- Power = 1,1 hp
- Tipe = Centrifugal
- Bahan = Carbon steel
- Jumlah = 1 buah

3. FILTERS

- Fungsi : Menampung kulit ari yang dihisap oleh blower
 Tipe : *Bag Filters*
 Dasar pemilihan : Dapat menyaring kulit ari dari udara yang dihisap blower, biaya tenaga kerja murah dan dengan temperatur di bawah 250 °C [25]

Dari Ulrich (1984) tabel 4-23b [25] didapatkan data:

Panjang maksimum = 20 m

Lebar maksimum = 50 m

Dari percobaan yang dilakukan didapatkan : $\rho_{kulit} = 60 \text{ kg/m}^3$

Dari neraca massa (Tabel A.3) didapatkan : $m_{kulit} = 327,39 \text{ kg}$

sehingga dapat dihitung volume kulit yang dibuang per hari :

$$V_{kulit} = \frac{327,39 \text{ kg}}{60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 5,46 \text{ m}^3$$

Ditentukan faktor keamanan = 1,5

$$\begin{aligned} \text{Volume Bag Filters} &= 1,5 \times 5,46 \text{ m}^3 \\ &= 8,18 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ditentukan : Dimensi *Bag Filter*

Tinggi = 1 m

Diameter = 3,23 m

SPESIFIKASI FILTER BAG :

- Kapasitas = 8,18 m³
- Bahan = Carbon steel
- *Filter medium* = Polypropylene (PP)
- Jumlah = 1 buah

