

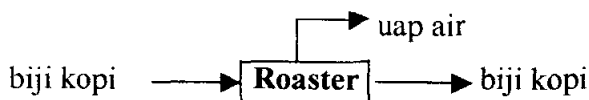
APPENDIX A

PERHITUNGAN NERACA MASSA

A. Pembuatan Kopi Instan

Kapasitas : 18000 kg/hari
 Pabrik beroperasi : 330 hari kerja/tahun, 24 jam/hari
 Satuan massa : kilogram (kg)
 Basis waktu : 1 hari

1. Roaster (Q-110)



Data : (Susijuhadi,1997)

• Komposisi biji kopi masuk

Kafein = 2 %
 Karbohidrat = 56 %
 Selulosa = 30 %
 Air = 12 %

- Air yang hilang akibat pemanasan sebesar 40 % dari jumlah air masuk.

Perhitungan :

- Banyaknya biji kopi yang digunakan = 37241,3793 kg/hari

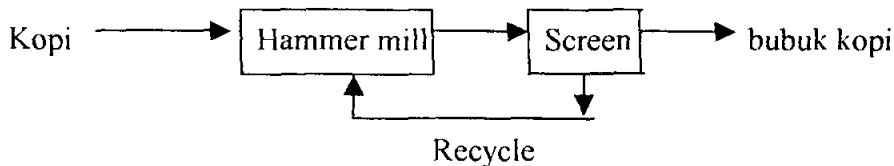
Kafein	= 2% x 37241,3793	= 744,8276 kg
Karbohidrat	= 56% x 37241,3793	= 20855,1724 kg
Selulosa	= 30% x 37241,3793	= 11172,4138 kg
Air	= 12% x 37214,3793	= 4468,9655 kg

- Air yang hilang akibat pemanasan = 40% x 4468,9655 kg
 = 1787,5862 kg

- Kandungan air pada biji kopi keluar roaster = $4468,9655 - 1787,5862$
 $= 2681,3793 \text{ kg}$

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Biji kopi		* Biji kopi (ke Q-110)	
kafein	744,8276	kafein	744,8276
karbohidrat	20855,1724	karbohidrat	20855,1724
selulosa	11172,4138	sellulosa	11172,4138
Air	4468,9655	air	2681,3793
	37241,3793		35453,7931
* Udara panas	23371555,4300	* Udara panas	23371555,4300
		* Uap air	1787,5862
	23408796,8093		23408796,8093

2. Hammer Mill (C-120) dan Screen (H-122)



Data (asumsi)

- Pada screen, bubuk kopi yang oversize product direcycle sebesar 20% dari bubuk kopi masuk.

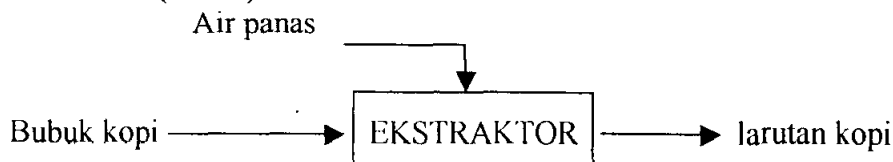
Perhitungan :

- Komposisi bubuk kopi yang direcycle

Kafein	= 20% x 953,8066 kg	= 148,9655 kg
Karbohidrat	= 20% x 20855,1724 kg	= 4171,0345 kg
Selulosa	= 20% x 11172,4138 kg	= 2234,4828 kg
Air	= 20% x 2681,3793 kg	= 536,2759 kg

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Biji kopi (dr Q-110)		* Bubuk kopi (ke F-130)	
kafein	744,8276	kafein	744,8276
karbohidrat	20855,1724	karbohidrat	20855,1724
selulosa	11172,4138	selulosa	11172,4138
air	2681,3793	air	2681,3793
	35453,7931		35453,7931
* Recycle (dr H-122)		* Recycle (ke C-120)	
kafein	148,9655	kafein	148,9655
karbohidrat	4171,0345	karbohidrat	4171,0345
selulosa	2234,4828	selulosa	2234,4828
air	536,2759	air	536,2759
	42544,5517		42544,5517
	77998,3448		77998,3448

3. Ekstraktor (F-130)



Data :

- Air yang digunakan untuk mengekstrak = 10 kali jumlah bahan masuk^(penelitian)
- Bubuk kopi yang terekstrak, yaitu kafein dan karbohidrat sebesar 80% dari massa bubuk kopi masuk^(Wrigley, 1988)

Perhitungan :

- Air yang digunakan untuk mengekstrak

$$= 10 \times (744,8276 + 20855,1724 + 11172,4138 + 2681,3793)$$

$$= 354537,9309 \text{ kg}$$
- Bahan yang terekstrak

$$= 80\% \times (744,8276 + 20855,1724)$$

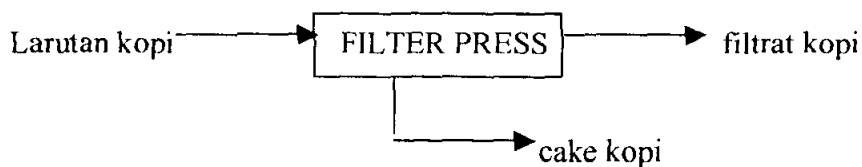
$$= 17280 \text{ kg}$$
- Kafein yang terekstrak

$$= 80\% \times 744,8276 = 595,8621 \text{ kg}$$
- Karbohidrat yang terekstrak

$$= 80\% \times 20855,1724 = 16684,1379 \text{ kg}$$

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Bubuk kopi (dr H-122)		* Larutan kopi (ke F-142)	
kafein	744,8276	kafein	744,8276
karbohidrat	20855,1724	karbohidrat	20855,1724
selulosa	11172,4138	selulosa	11172,4138
air	2681,3793	air	357219,3102
	35453,7931		
* Air panas	354537,9309		
	389991,7240		389991,7240

4. Filter Press (H-140)



Data :

- Bubuk kopi yang terekstrak, yaitu kafein dan karbohidrat sebesar 80% dari massa bubuk kopi masuk.
- Kandungan air pada cake sebesar 40 % dari berat cake

Perhitungan:

- Bahan yang terekstrak = $80\% \times (744,8276 + 20855,1724)$
= 17280 kg

$$\text{Kafein yang terekstrak} = 80\% \times 744,8276 = 595,8621 \text{ kg}$$

$$\text{Karbohidrat yang terekstrak} = 80\% \times 20855,1724 = 16684,1379 \text{ kg}$$

- Kandungan air pada cake
= $(40/60) \times (148,9655 + 4171,0345 + 11172,4138)$
= 10328,2759

- Air yang terdapat pada filtrat = $357219,3102 - 10328,2759$
= 346891,0343 kg

• Komposisi cake keluar filter press

Kafein = 744,8276 – 595,8621 = 148,9655 kg
 Karbohidrat = 20855,1724 – 16684,1379 = 4171,0345 kg
 Selulosa = 11172,4138 kg
 Air = (40/60)x(148,9655 + 4171,0349 + 11172,4138)
 = 10328,2759 kg

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Larutan kopi (dr F-142)		* Larutan kopi (ke D-150)	
kafein	744,8276	kafein	595,8621
karbohidrat	20855,1724	karbohidrat	16684,1379
selulosa	11172,4138	air	346891,0344
air	357219,3102		364171,0344
		* Padatan kopi (ke B-170)	
		kafein	148,9655
		karbohidrat	4171,0345
		selulosa	11172,4138
		air	10328,2759
			25820,6896
	389991,7240		389991,7240

5. Spray Drier (D-150)



Data : (Wrigley,1988)

- Kandungan air pada produk sebesar 4 %.
- Bahan yang terikut udara panas sebesar 0,1%

Perhitungan :

• Air pada produk = (4%/96%)x (595,8621 + 16684,1379)
 = 720 kg

Air yang harus diuapkan = 346891,0344 – 720
 = 346171,0343 kg

- Bahan yang terikut udara panas sebesar 0,1%

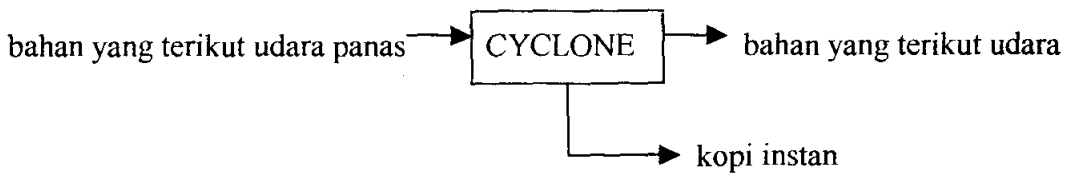
Kafein = 595,8621 x 0,1 % = 0,5959 kg

Karbohidrat = 16684,1379 x 0,1 % = 16,6841 kg

Air = 720 x 0,1 % = 0,72 kg

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Larutan kopi (dr H-140)		* Kopi instan (ke F-160)	
kafein	595,8620	kafein	595,2662
karbohidrat	16684,1380	karbohidrat	16667,4538
air	346891,0344	air	719,2800
	364171,0344		17982,0000
* Udara panas	18192145,2700	* Udara Panas (ke H-154)	
		kafein	0,5959
		karbohidrat	16,6841
		air	0,7200
		udara panas	18192145,2700
		uap air	346171,0344
			18538334,3044
	18556316,3044		18556316,3044

6. Cyclone (H-154)



Data:

- Bahan yang dapat terpisahkan dari udara sebesar 100 %.^(Asumsi)
- Uap air dan udara panas yang keluar dari cyclone.

Perhitungan :

- Bahan yang dapat terpisahkan dari udara panas

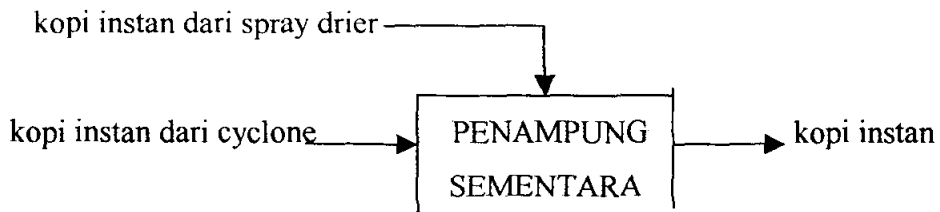
Kafein = 0,5959 kg

Karbohidrat = 16,6841 kg

Air = 0,72 kg

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Udara Panas (dr D-150)		* Kopi instan (ke F-160)	
kafein	0,5959	kafein	0,5959
karbohidrat	16,6841	karbohidrat	16,6841
air	0,7200	air	0,7200
udara panas	18192145,2700		18.0000
uap air	346171,0344	* Udara	
		uap air	346171,0344
		udara panas	18192145,2700
	18538334,3044		18538334,3044

7. Tangki Penampung Kopi Instan (F-160)



Data :

- Terjadi pencampuran kopi instan dari spray drier dan cyclone.

Perhitungan :

- Bahan masuk dari spray dryer

Kafein = 595,2662 kg
 Karbohidrat = 16667,4538 kg
 Air = 719,28 kg

- Bahan masuk dari Cyclone

Kafein = 0,5959 kg
 Karbohidrat = 16,6841 kg
 Air = 0,72 kg

- Kopi instan keluar

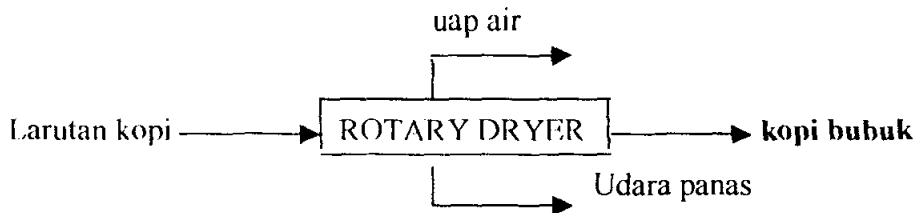
Kafein = 595,2662 + 0,5959 = 595,8621 kg

$$\text{Karbohidrat} = 16667,4538 + 16,6841 = 16684,1379 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 719,28 + 0,72 = 720 \text{ kg}$$

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Kopi Instan (dr D-150)		* Kopi instan (ke C-310)	
kafein	595,2662	kafein	595,8621
karbohidrat	16667,4538	karbohidrat	16684,1379
air	719,2800	air	720,0000
	17982,0000		
* Kopi instan (dr H-154)			
kafein	0,5959		
karbohidrat	16,6841		
air	0,7200		
	18,0000		
	18000,0000		18000,0000

8. Rotary Drier (H-170)



Data :

- Kadar air pada produk sebesar 8 % (Susijahadi, 1998)
- Bahan yang terikut udara panas sebesar 0,1 % (asumsi)

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Air pada produk} &= (8/92) \times (148,9655 + 4717,0345 + 11172,3102) \\ &= 1347,1574 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang harus diuapkan} &= 10328,2759 - 1347,1574 \\ &= 8981,1185 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Bahan yang terikut udara panas

$$\text{Kafein} = 0,1 \% \times 148,9655 = 0,1490 \text{ kg}$$

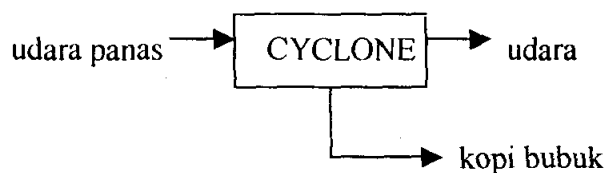
Karbohidrat = 0,1 % x 4171,0345 = 4,1710 kg

Selulosa = 0,1 % x 11172,3102 = 11,1724 kg

Air = 0,1 % x 10328,2759 = 10,3283 kg

MASUK	kg	KELUAR	Kg
* Padatan kopi(dr H-140)		* Kopi bubuk (ke F-174)	
kafein	148,9655	kafein	148,8166
karbohidrat	4171,0345	karbohidrat	4166,8634
selulosa	11172,4138	selulosa	11161,2414
Air	10328,2759	air	1335,4910
	25820,6896		16812,4123
* Udara panas	750810,0273	* Udara panas (ke H-173)	
		kafein	0,1490
		karbohidrat	4,1710
		selulosa	11,1724
		air	10,3283
		uap air	8982,4566
		udara panas	750810,0273
			759818,3046
	776630,7169		776630,7169

9. Cyclone (H-173)



Data :

- Bahan yang dapat terpisahkan pada cyclone sebesar 100%

Perhitungan:

- Bahan yang dapat terpisahkan dari udara panas

Kafein = 0,1490 kg

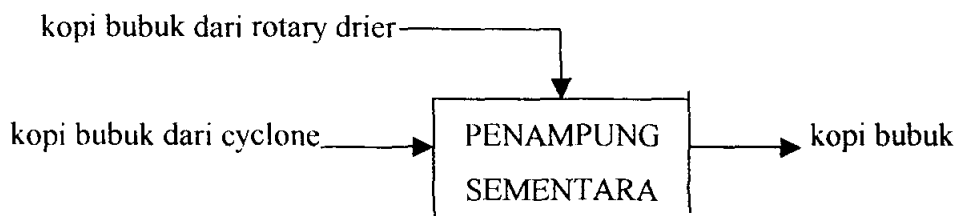
Karbohidrat = 4,1710 kg

Selulosa = 11,1724 kg

Air = 10,3283 kg

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Udara panas (dr B-140)		* Kopi bubuk (ke F-174)	
kafein	0,1490	kafein	0,1490
karbohidrat	4,1710	karbohidrat	4,1710
selulosa	11,1724	selulosa	11,1724
air	10,3283	air	10,3283
udara panas	750810,0273		25,8207
uap air	8982,4566	* Udara uap air	8982,4566
		* udara panas	750810,0273
	759818,3046		759818,3046

10. Tangki Penampung Kopi Bubuk (F-174)



Data :

- Terjadi pencampuran jahe instan dari rotary drier dan cyclone.

Perhitungan:

- Bahan masuk dari rotary dryer

Kafein	=	148,8166 kg
Karbohidrat	=	4166,8634 kg
Selulosa	=	11161,2414 kg
Air	=	1335,4910 kg

- Bahan masuk dari cyclone

Kafein	=	0,1490 kg
Karbohidrat	=	4,1710 kg
Selulosa	=	11,1724 kg
Air	=	10,3283 kg

• Kopi bubuk keluar

$$\text{Kafein} = 148,8166 + 0,1490 = 148,9655 \text{ kg}$$

$$\text{Karbohidrat} = 4166,8634 + 4,1710 = 4171,0345 \text{ kg}$$

$$\text{Selulosa} = 11161,2414 + 11,1724 = 11172,4138 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 1335,4910 + 10,3283 = 1345,8193 \text{ kg}$$

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Kopi bubuk (dr B-170)		* kopi bubuk	
kafein	148,8166	kafein	148,9655
karbohidrat	4166,8634	karbohidrat	4171,0345
selulosa	11161,2414	selulosa	11172,4138
air	1335,4910	air	1345,8193
	16812,4123		
* Kopi bubuk (dr H-173)			
kafein	0,1490		
karbohidrat	4,1710		
selulosa	11,1724		
air	10,3283		
	25,8207		
	16838,2330		16838,2330

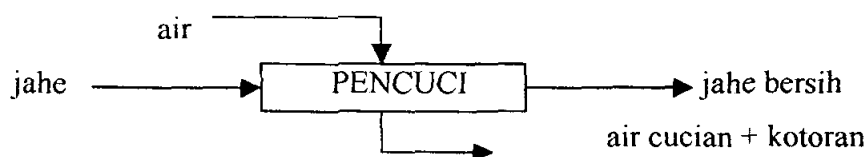
B. Pembuatan Jahe Instan

Kapasitas : 4500 kg/hari

Pabrik beroperasi : 330 hari kerja/tahun, 24 jam/hari

Satuan massa : kilogram (kg)

Basis waktu : 1 hari

1. Pencucian (F-210)

Data : (Haryoto, 1998)

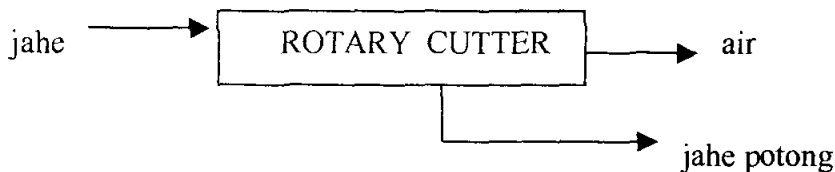
- Air yang digunakan untuk mencuci = 3 x berat jahe.
- Kotoran yang ikut keluar dari pencucian = 2% dari berat jahe masuk.

Perhitungan:

- Air yang digunakan untuk mencuci = $3 \times 46797,6603 \text{ kg}$
= 140392,9809 kg
- Kotoran yang ikut keluar dari pencucian = $2\% \times 46797,6603 \text{ kg}$
= 935,9531 kg

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Jahe (dr F-211)	46797,6603	* Jahe bersih (ke C-220)	45861,7071
* Air pencucian	140392,9809	* Buangan kotoran jahe air pencucian	935,9531 140392,9809
			141328,9340
	187190,6411		187190,6411

2. Rotary Cutter (C-220)



Data : (Haryoto,1998)

- Komposisi awal jahe:
 - Protein = 1,5%
 - Lemak = 1%
 - Karbohidrat = 10%
 - Air = 86%
 - Vitamin C = 1,5%
- Kehilangan air akibat pemotongan = 2% dari kandungan air jahe masuk.

Perhitungan :

- Kandungan jahe masuk
 - Protein = $1,5\% \times 45861,7071 \text{ kg} = 687,9256 \text{ kg}$
 - Lemak = $1\% \times 45861,7071 \text{ kg} = 458,6171 \text{ kg}$
 - Karbohidrat = $10\% \times 45861,7071 \text{ kg} = 4586,1707 \text{ kg}$

$$\text{Air} = 86\% \times 45861,7071 \text{ kg} = 39441,0681 \text{ kg}$$

$$\text{Vitamin C} = 1,5\% \times 45861,7071 \text{ kg} = 687,9256 \text{ kg}$$

- Air yang hilang akibat pemotongan = $2\% \times 39441,0681 \text{ kg}$
= 788,8214 kg

- Kandungan jahe keluar

$$\begin{aligned} \text{Protein} &= \text{protein masuk} \\ &= 687,9256 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lemak} &= \text{lemak masuk} \\ &= 458,6171 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Karbohidrat} &= \text{karbohidrat masuk} \\ &= 4586,1707 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air} &= \text{air masuk} - \text{air yang hilang akibat pemotongan} \\ &= 39441,0681 - 788,8214 \\ &= 38652,2467 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vitamin C} &= \text{vitamin C masuk} \\ &= 687,9256 \text{ kg} \end{aligned}$$

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Jahe bersih (dr F-210)		* Jahe potong (ke F-230)	
protein	687,9256	protein	687,9256
lemak	458,6171	lemak	458,6171
karbohidrat	4586,1707	karbohidrat	4586,1707
air	39441,0681	air	38652,2467
vitamin C	687,9256	vitamin C	687,9256
			45072,8857
		* Buangan	
		air buangan	788,8214
	45861,7071		45861,7071

3. Ekstraktor 1 (F-230)

Data : (Hieronymus, 1989)

- Air yang digunakan untuk mengekstrak = 2 x berat jahe masuk

Perhitungan :

- Air untuk mengekstrak
 $= 2 \times (687,9256 + 458,6171 + 4586,1707 + 38652,2467 + 687,9256) \text{ kg}$
 $= 90145,7715 \text{ kg}$

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Jahe potong (dr C-220)		* Lar+pdtd jahe (ke H-232)	
protein	687,9256	protein	687,9256
lemak	458,6171	lemak	458,6171
karbohidrat	4586,1707	karbohidrat	4586,1707
air	38652,2467	air	128798,0182
vitamin C	687,9256	vitamin C	687,9256
	45072,8857		
* Air panas	90145,7715		
	135218,6572		135218,6572

4. Filter 1 (H-232)

Data : (Hieronymus, 1989)

- Protein yang terekstrak = 40% dari protein masuk
- Karbohidrat yang terekstrak = 50% dari karbohidrat yang masuk
- Vitamin C yang terekstrak = 40% dari vitamin C yang masuk
- Kandungan air pada padatan jahe = 20% dari total padatan keluar

Perhitungan :

- Protein yang terekstrak
 $= 40\% \times 687,9256 \text{ kg}$

$$= 275,1702 \text{ kg}$$

- Karbohidrat yang terekstrak

$$= 50\% \times 4586,1707 \text{ kg}$$

$$= 2293,0854 \text{ kg}$$

- Vitamin C yang terekstrak

$$= 40\% \times 687,9256 \text{ kg}$$

$$= 275,1702 \text{ kg}$$

- Kandungan padatan jahe keluar

$$\text{Protein} = \text{protein masuk} - \text{protein yang terekstrak}$$

$$= 687,9256 - 275,1702$$

$$= 412,7554 \text{ kg}$$

$$\text{Lemak} = \text{lemak masuk}$$

$$= 458,6171 \text{ kg}$$

$$\text{Karbohidrat} = \text{karbohidrat masuk} - \text{karbohidrat yang terekstrak}$$

$$= 4586,1707 - 2293,0854$$

$$= 2293,0853 \text{ kg}$$

$$\text{Vitamin C} = \text{vitamin C masuk} - \text{vitamin C yang terekstrak}$$

$$= 687,9256 - 275,1702$$

$$= 412,7554 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = \frac{90\%}{10\%} \times (\text{protein} + \text{lemak} + \text{karbohidrat} + \text{vitamin C}) \text{ pada}$$

kandungan padatan jahe

$$= \frac{90\%}{10\%} \times (412,7554 + 458,6171 + 2293,0854 + 412,7554)$$

$$= 32194,9184 \text{ kg}$$

- Kandungan air pada filtrat jahe
 - = air masuk – air yang tertahan pada padatan jahe
 - = 128798,0182 – 32194,9184
 - = 96603,0998 kg

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Lar+pdtd jahe (drF-230)		* Filtrat jahe (ke F-233)	
protein	687,9256	protein	275,1702
lemak	458,6171	karbohidrat	2293,0854
karbohidrat	4586,1707	air	96603,0998
air	128798,0182	vitamin C	275,1702
vitamin C	687,9256		99446,5256
		* Padatan (ke F-235)	
		protein	412,7554
		lemak	458,6171
		karbohidrat	2293,0853
		air	32194,9184
		vitamin C	412,7554
			35772,1316
	135218,6572		135218,6572

5. Ekstraktor 2 (F-235)



Data : (Hieronymus, 1989)

- Air yang digunakan untuk mengekstrak = 1 x berat jahe masuk

Perhitungan :

- Air untuk mengekstrak
 - = 1 x (412,7554 + 458,6171 + 2293,0855 + 32194,9184 + 412,7554) kg
 - = 35772,1315 kg

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Padatan (dr H-232)		* Lar+pdn jahe(keH-236)	
protein	412,7554	protein	412,7553
lemak	458,6171	lemak	458,6171
karbohidrat	2293,0853	karbohidrat	2293,0854
air	32194,9184	air	67967,0499
vitamin C	412,7554	vitamin C	412,7553
	35772,1315		
* Air panas	35772,1315		
	71544,2630		71544,2630

6. Filter 2 (H-236)



Data : (Hieronymus, 1989)

- Protein yang terekstrak = 40% dari protein masuk
- Karbohidrat yang terekstrak = 50% dari karbohidrat yang masuk
- Vitamin C yang terekstrak = 40% dari vitamin C yang masuk
- Kandungan air pada padatan jahe = 20% dari total padatan keluar

Perhitungan :

- Protein yang terekstrak
 $= 40\% \times 412,7553 \text{ kg}$
 $= 165,1021 \text{ kg}$
- Karbohidrat yang terekstrak
 $= 50\% \times 2293,0854 \text{ kg}$
 $= 1146,5427 \text{ kg}$
- Vitamin C yang terekstrak
 $= 40\% \times 412,7553 \text{ kg}$
 $= 165,1021 \text{ kg}$

- Kandungan padatan jahe keluar

$$\begin{aligned}\text{Protein} &= \text{protein masuk} - \text{protein yang terekstrak} \\ &= 412,7553 - 165,1021 \\ &= 247,6532 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lemak} &= \text{lemak masuk} \\ &= 458,6171 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Karbohidrat} &= \text{karbohidrat masuk} - \text{karbohidrat yang terekstrak} \\ &= 2293,0854 - 1146,5427 \\ &= 1146,5427 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vitamin C} &= \text{vitamin C masuk} - \text{vitamin C yang terekstrak} \\ &= 412,7553 - 165,1021 \\ &= 247,6532 \text{ kg}\end{aligned}$$

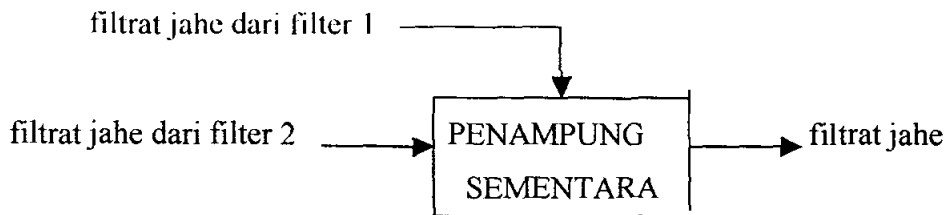
$$\begin{aligned}\text{Air} &= \frac{90\%}{10\%} \times (\text{protein} + \text{lemak} + \text{karbohidrat} + \text{vitamin C}) \text{ pada} \\ &\quad \text{kandungan padatan jahe} \\ &= \frac{90\%}{10\%} \times (247,6532 + 458,6171 + 1146,5427 + 247,6532) \\ &= 18904,1957 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Kandungan air pada filtrat jahe

$$\begin{aligned}&= \text{air masuk} - \text{air yang tertahan pada padatan jahe} \\ &= 67967,0499 - 18904,1957 \\ &= 49062,8542 \text{ kg}\end{aligned}$$

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Lar+pdtd jahe(dr F-235)		* Filtat jahe (ke H-233)	
protein	412,7553	protein	165,1021
lemak	458,6171	karbohidrat	1146,5427
karbohidrat	2293,0854	air	49062,8542
air	67967,0499	vitamin C	165,1021
vitamin C	412,7553		
			50539,6011
		* Padatan (ke F-238)	
		protein	247,6532
		lemak	458,6171
		karbohidrat	1146,5427
		air	18904,1957
		vitamin C	247,6532
			21004,6619
	71544,2630		71544,2630

7. Tangki Penampungan Sementara (F-233)



Data:

- Terjadi pencampuran antara ekstrak jahe dari filter 1 dan 2.

Perhitungan:

- Protein = protein filter 1 + protein filter 2
 $= 275,1702 + 165,1021$
 $= 440,2723 \text{ kg}$
- Karbohidrat = karbohidrat filter 1 + karbohidrat filter 2
 $= 2293,0854 + 1146,5427$
 $= 3439,6281 \text{ kg}$
- Air = air filter 1 + air filter 2

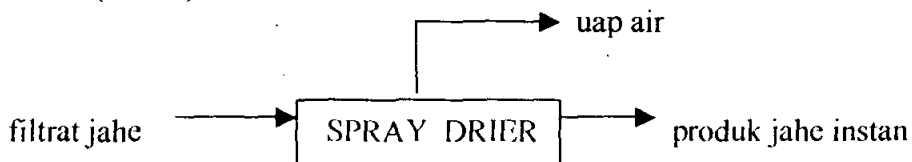
$$= 96603,0998 + 49062,8542$$

$$= 145665,9540 \text{ kg}$$

- Vitamin C = vitamin C filter 1 + vitamin C filter 2
 - = 275,1702 + 165,1021
 - = 440,2723 kg

MASUK	Kg	KELUAR	kg
* Filtrat jahe (dr H-232)		* Filtrat jahe (ke D-240)	
protein	275,1702	protein	440,2723
karbohidrat	2293,0854	karbohidrat	3439,6281
air	96603,0998	air	145665,9540
vitamin C	275,1702	vitamin C	440,2723
	99446,5256		
* Filtrat jahe (dr H-236)			
protein	165,1021		
karbohidrat	1146,5427		
air	49062,8542		
vitamin C	165,1021		
	50539,6011		
	149986,1267		149986,1267

8. Spray Drier (D-240)



Data : (Hieronymus, 1989)

- Kandungan air pada produk 4% dari kandungan protein, karbohidrat, dan vitamin C pada jahe instan.
- Kandungan bahan yang terikuk pada udara panas 0,1% dari bahan masuk.
- Udara panas masuk dari perhitungan neraca panas pada Spray Drier.

Perhitungan:

- Kandungan bahan yang terikuk udara panas

$$\begin{aligned}\text{Protein} &= 0,1 \% \times \text{protein yang masuk} \\ &= 0,1 \% \times 440,2723 \text{ kg} \\ &= 0,4403 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Karbohidrat} &= 0,1 \% \times \text{karbohidrat yang masuk} \\ &= 0,1 \% \times 3439,6281 \text{ kg} \\ &= 3,4396 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vitamin C} &= 0,1 \% \times \text{vitamin C yang masuk} \\ &= 0,1 \% \times 440,2723 \text{ kg} \\ &= 0,4403 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Kandungan bahan keluar spray drier

$$\begin{aligned}\text{Protein} &= \text{protein masuk} - \text{protein yang terikut udara panas} \\ &= 440,2723 - 0,4403 \\ &= 439,8320 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Karbohidrat} &= \text{karbohidrat masuk} - \text{karbohidrat yang terikut udara panas} \\ &= 3439,6281 - 3,4396 \\ &= 3436,1885 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vitamin C} &= \text{vitamin C masuk} - \text{vitamin C yang terikut udara panas} \\ &= 440,2723 - 0,4403 \\ &= 439,8320 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Kandungan air pada produk

$$\begin{aligned}&= \frac{4\%}{96\%} \times \text{komposisi protein, karbohidrat, dan vitamin C pada jahe instan} \\ &= \frac{4\%}{96\%} \times (439,8320 + 3436,1885 + 439,8320) \\ &= 179,8273 \text{ kg}\end{aligned}$$

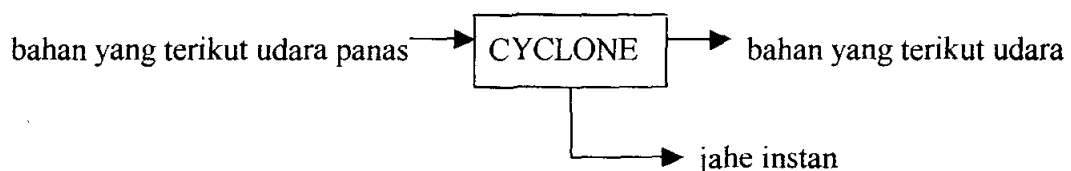
- Kandungan uap air = air masuk – kandungan air pada produk
 = 145665,9540 – 179,8273
 = 145486,1267 kg

- Kandungan air pada udara panas
 = 0,1% x kandungan air pada produk
 = 0,1% x 179,7273
 = 0,1798 kg

- Kandungan air pada jahe instan
 = kandungan air masuk – (kandungan air pada udara panas + uap air)
 = 145665,9540 – (0,1797 + 145486,1268)
 = 145665,9540 – 145486,3065
 = 179,6475 kg

MASUK	Kg	KELUAR	kg
* Filtrat jahe (dr F-233)		* Jahe instan (ke F-250)	
protein	440,2723	protein	439,8320
karbohidrat	3439,6281	karbohidrat	3436,1885
air	145665,9540	air	179,6475
vitamin C	440,2723	vitamin C	439,8320
	149986,1267		4495,5000
* Udara panas	923750629,3088	* Udara panas (ke H-243)	
		protein	0,4403
		karbohidrat	3,4396
		air	0,1798
		vitamin C	0,4403
		uap air	145486,1267
		udara	923750629,3088
			923896119,9355
	923900615,4355		923900615,4355

9. Cyclone (H-243)



Data :

- Bahan yang dapat terpisahkan dari udara sebesar 100 %^(Asumsi)
- Uap air dan udara panas yang keluar dari cyclone.

Perhitungan :

- Bahan yang keluar sebagai produk jahe instan.

Protein = protein masuk cyclone
= 0,4403 kg

Karbohidrat = karbohidrat masuk cyclone
= 3,4396 kg

Air = air masuk cyclone
= 0,1798 kg

Vitamin C = vitamin C masuk cyclone
= 0,4403 kg

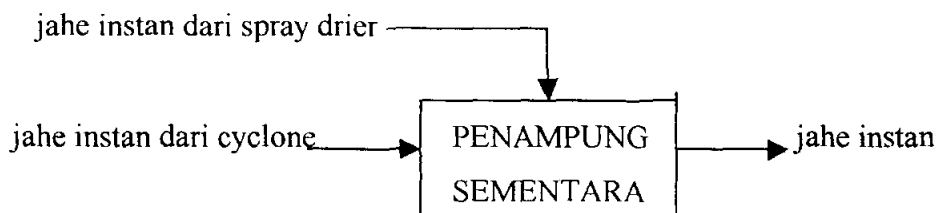
- Bahan yang keluar ke udara.

Uap air = uap air masuk
= 145486,1267 kg

Udara panas = udara panas masuk
= 923750629,3087 kg

MASUK	Kg	KELUAR	kg
* Udara panas(drD-240)		* Jahe Instan (ke F-250)	
protein	0,4403	protein	0,4403
karbohidrat	3,4396	karbohidrat	3,4396
Air	0,1798	air	0,1798
vitamin C	0,4403	vitamin C	0,4403
uap air	145486,1268		
udara panas	923750629,3087		
			4,5000
		* Udara	
		uap air	145486,1268
		udara panas	923750629,3087
			923896115,4355
	923896119,9355		923896119,9355

10. Tangki Penampung Jahe Instan (F-250)



Data :

- Terjadi pencampuran jahe instan dari spray drier dan cyclone.

Perhitungan :

- Protein = protein dari spray drier + protein dari cyclone
 $= 439,8320 + 0,4403$
 $= 440,2723 \text{ kg}$
- Karbohidrat = karbohidrat dari spray drier + karbohidrat dari cyclone
 $= 3436,1885 + 3,4396$
 $= 3439,6281 \text{ kg}$
- Air = air dari spray drier + air dari cyclone
 $= 179,6475 + 0,1798$

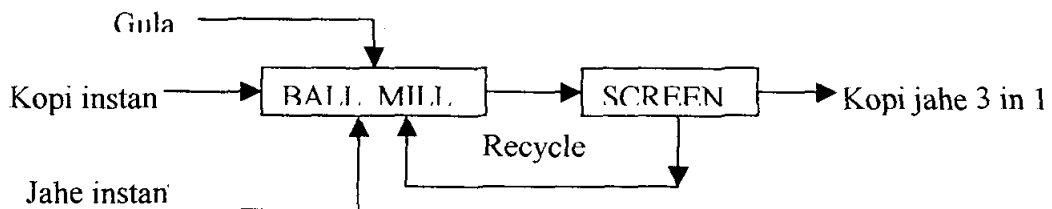
= 179,8273 kg

- Vitamin C = vitamin C dari spray drier + vitamin C dari cyclone
 = 439,8320 + 0,4403
 = 440,2723 kg

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Jahe Instan (dr D-240)		* Jahe Instan (ke F-250)	
protein	439,8320	protein	440,2723
karbohidrat	3436,1885	karbohidrat	3439,6281
air	179,6475	air	179,8273
vitamin C	439,8320	vitamin C	440,2723
	4495,5000		
* Jahe Instan (dr H-243)			
protein	0,4403		
karbohidrat	3,4396		
air	0,1798		
vitamin C	0,4403		
	4,5000		
	4500,0000		4500,0000

C. Pembuatan Kopi Jahe Instan

1. Ball Mill (C-310)



Data : (asumsi)

- Pada ball mill hanya terjadi pencampuran antara kopi instan, jahe instan, dan gula.
- Pada screen, kopi jahe 3 in 1 yang oversize product direcycle sebesar 20% dari kopi jahe 3 in 1 masuk.

Perhitungan:

• Komposisi bahan pada ball mill

Kafein = kafein dari kopi instan masuk
= 595,8621 kg

Protein = protein dari jahe instan
= 440,2724 kg

Karbohidrat = karbohidrat dari kopi instan + karbohidrat dari jahe instan
= 16684,1379 + 3439,6280
= 20123,7659 kg

Air = air dari kopi instan + air dari jahe instan
= 720,0000 + 179,8272
= 899,8272 kg

Vitamin C = vitamin C dari jahe instan
= 440,2724 kg

Gula = gula dari bin
= 22500,0000 kg

• Komposisi kopi jahe 3 in 1 yang direcycle

Kafein = 20% dari kafein pada kopi instan masuk
= 20% x 595,8621
= 119,1724 kg

Protein = 20% dari protein pada jahe instan masuk
= 20% x 440,2723
= 88,0545 kg

$$\begin{aligned}\text{Karbohidrat} &= 20\% \text{ dari karbohidart pada kopi dan jahe instan masuk} \\ &= 20\% \times (16684,1379 + 3439,6281) \\ &= 20\% \times 20123,7660 \\ &= 4024,7532 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= 20\% \text{ dari air pada kopi dan jahe instan masuk} \\ &= 20\% \times (720,0000 + 179,8273) \\ &= 20\% \times 899,8273 \\ &= 179,9654 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vitamin C} &= 20\% \text{ dari vitamin pada jahe instan masuk} \\ &= 20\% \times 440,2723 \\ &= 88,0545 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Gula} &= 20\% \text{ dari gula masuk} \\ &= 20\% \times 22500,0000 \\ &= 4500,0000 \text{ kg}\end{aligned}$$

MASUK	kg	KELUAR	kg
* Kopi Instan (dr F-150)		* Kopi Jahe 3 in 1	
kafein	595,8621	kafein	595,8621
karbohidrat	16684,1379	protein	440,2723
Air	720,0000	karbohidrat	20123,7660
		air	899,8273
		vitamin C	440,2723
		gula	22500,0000
	18000,0000		45000,0000
* Jahe Instan (dr F-240)		* Recycle (ke C-310)	
protein	440,2723	kafein	119,1724
karbohidrat	3439,6281	protein	88,0545
Air	179,8273	karbohidrat	4024,7532
vitamin C	440,2723	air	179,9654
		vitamin C	88,0545
		gula	4500,0000
	4500,0000		9000,0000
* Gula (dr F-311)	22500,0000		
* Recycle (dr H-313)			
kafein	119,1724		
protein	88,0545		
karbohidrat	4024,7532		
Air	179,9654		
vitamin C	88,0545		
gula	4500,0000		
	9000,0000		
	54000,0000		54000,0000

2. Tiap sachet

Data:

- Bahan masuk ball mill adalah kopi dan jahe instan yang dihasilkan dari spray drier dan gula pasir dengan perbandingan komposisi 40% : 10% : 50%
- Tiap sachet mempunyai bera 30 gram.

Perhitungan:

- Untuk tiap sachet mempunyai komposisi :

$$\text{Kopi instan} = 40\% \times 30 \text{ gram}$$

$$= 12 \text{ gram}$$

$$\text{Jahe} = 10\% \times 30 \text{ gram}$$

$$= 3 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Gula} &= 50\% \times 30 \text{ gram} \\ &= 15 \text{ gram} \end{aligned}$$

- Hasil produksi tiap hari

$$\begin{aligned} \text{Kopi Jahe 3 in 1} &= \frac{45000 \times 1000 \text{ kg} \times \frac{\text{gram}}{\text{kg}}}{30 \text{ gram}} \\ &= 1500000 \text{ sachet} \end{aligned}$$

APPENDIX B

PERHITUNGAN NERACA PANAS

APPENDIX B

PERHITUNGAN NERACA PANAS

A. Pembuatan Kopi Instan

Kapasitas	: 18000 kg/hari
Pabrik beroperasi	: 330 hari kerja/tahun, 24 jam/hari
Satuan panas	: kilo joule (kJ)
Suhu basis	: 0°C
Basis waktu	: 1 hari

Fasa padat :	Fasa liquid:	Fasa gas:
biji kopi	air panas	udara panas
		uap air

Data :

Rumus Cp

- Kafein

Kafein memiliki rumus $C_8H_{10}N_4O_2$, dengan menggunakan rumus

$$\begin{aligned} C_p &= (8 \times 1,8) + (10 \times 2,3) + (4 \times 6,2) + (2 \times 4) \\ &= 70,2 \text{ kal/gmol.}^\circ\text{C} \\ &= 1,5140 \text{ kJ/kg.}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

- Karbohidrat

$$C_p = \int_{T_1}^{T_2} 1,5488 + 1,9625 \cdot 10^{-3} T - 5,9399 \cdot 10^{-6} T^2 ; \text{ satuan kJ/kg.}^\circ\text{C}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt = 1,5488 (T_2 - T_1) + 9,8125 \cdot 10^{-4} (T_2^2 - T_1^2) - 1,9799 \cdot 10^{-6} (T_2^3 - T_1^3)$$

- Sellulosa

$$C_p = \int_{T_1}^{T_2} 1,8459 + 1,8306 \cdot 10^{-3} T - 4,6509 \cdot 10^{-6} T^2 ; \text{ satuan kJ/kg.}^\circ\text{C}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt = 1,8459 (T_2 - T_1) + 9,153 \cdot 10^{-4} (T_2^2 - T_1^2) - 1,5503 \cdot 10^{-6} (T_2^3 - T_1^3)$$

- Air

$$Cp = 4,184 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

1. Roaster (Q-111)

a. Entalpi biji kopi masuk

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt$ untuk karbohidrat dan selulosa,

dimana $T_2 = 30^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = 47,2937 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{selulosa}} = 56,1589 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{kafein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{selulosa}} + \\ &\quad (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{air}} \\ &= (744,8276 \times 1,514 \times 30) + (20855,1724 \times 47,2937) + (11172,4138 \times \\ &\quad 56,1589) + (4468,9655 \times 4,184 \times 30) \\ &= 2209941,6250 \text{ kJ} \end{aligned}$$

b. Entalpi udara panas masuk

$$\begin{aligned} \Delta H_2 &= m \cdot Cp \cdot \Delta T \\ &= 23371555,43 \times 1,044 \times 450,7775 \\ &= 10998927666,3750 \text{ kJ} \end{aligned}$$

c. Entalpi biji kopi keluar

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p dt$ untuk karbohidrat dan selulosa,

dimana $T_2 = 225^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p dt_{\text{karbohidrat}} = 375,6035 \text{ kJ/kg. } ^\circ\text{C}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p dt_{\text{selulosa}} = 444,0057 \text{ kJ/kg. } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_3 &= (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{kafein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p dt)_{\text{selulosa}} + \\ &\quad (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{air}} \\ &= (744,8276 \times 1,514 \times 225) + (20855,1724 \times 375,6025) + (11172,4138 \times \\ &\quad 444,0057) + (2681,3793 \times 4,184 \times 225) \\ &= 15571866,5300 \text{ kJ} \end{aligned}$$

d. Entalpi uap air keluar

$$\begin{aligned} \Delta H_4 &= m \cdot C_p \cdot \Delta T + m \cdot \lambda \\ &= 1787,5862 \times 4,184 \times 100 + 1787,5862 \times (2676,5862 - 419,04) \\ &= 4782615,4700 \text{ kJ} \end{aligned}$$

e. Entalpi udara panas keluar

$$\begin{aligned} \Delta H_5 &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= 23371555,43 \times 1,044 \times T \\ &= 24399903,42 T \end{aligned}$$

Q loss = 10% dari entalpi masuk

$$\text{Entalpi awal} = \text{entalpi akhir} + Q \text{ loss}$$

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + 0,1 \times (\Delta H_1 + \Delta H_2)$$

$$0,9 \times (\Delta H_1 + \Delta H_2) = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5$$

$$T = 404,95^\circ\text{C} \approx 405^\circ\text{C}$$

Entalpi udara panas = 9880741072,0000 kJ

MASUK	kJ	KELUAR	kJ
H biji kopi	2209941.6250	H biji kopi	15571866.5300
H udara panas	10998927666.3750	H uap air	4782615.4700
		H udara panas	9880741072.0000
		Q loss	1100042054.0000
	11001137608.0000		11001137608.0000

2. Screw Conveyor (J-121), Hammer Mill (C-120), Screen (H-122), dan Screw Conveyor (J-131)

a. Entalpi biji kopi masuk

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt$ untuk protein, lemak, dan

karbohidrat, dimana $T_2 = 225^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = 375,6035 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{selolusa}} = 444,0057 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\Delta H_1 = (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{kafein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{selolusa}} +$$

$$(m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{air}}$$

$$= (744,8276 \times 1,514 \times 225) + (20855,1724 \times 375,6025) + (11172,4138$$

$$\times 444,0057) + (2681,3793 \times 4,184 \times 225)$$

$$= 15571866,5300 \text{ kJ}$$

b. Entalpi biji kopi keluar

$$\begin{aligned} \Delta H_2 &= (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{kafein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{selulosa}} + \\ &\quad (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{air}} \\ &= (744,8276 \times 1,514 \times T) + (20855,1724 \times \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt) + (11172,4138 \times \\ &\quad \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt) + (2681,3793 \times 4,184 \times T) \end{aligned}$$

Q loss = 10% dari entalpi masuk

$$\text{Entalpi awal} = \text{entalpi akhir} + Q \text{ loss}$$

$$0,9 \times \Delta H_1 = \Delta H_2$$

dengan cara Trial and Error di dapat:

$$T_{\text{out}} = 202,8642 \text{ } ^\circ\text{C} \approx 203 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Entalpi biji kopi keluar = 14014679,8800 kJ

Q loss = 1557186,6500 kJ

MASUK	kJ	KELUAR	kJ
H biji kopi	15571866.5300	H biji kopi	14014679.8800
		Q loss	1557186.6500
	15571866.5300		15571866.5300

3. Ekstraktor (F-130)**a. Entalpi biji kopi masuk**

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt$ untuk karbohidrat dan selulose,

dimana $T_2 = 203^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = 338,0488 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{selulosa}} = 399,1942 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{kafein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{selulosa}} + \\ &\quad (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{air}} \\ &= (744,8276 \times 1,514 \times 202,8642) + (20855,1724 \times 338,0488) + \\ &\quad (11172,4138 \times 399,1942) + (2681,3793 \times 4,184 \times 202,8642) \\ &= 14014679,8800 \text{ kJ} \end{aligned}$$

b. Entalpi air panas masuk

$$\begin{aligned} \Delta H_2 &= m \cdot Cp \cdot \Delta T \\ &= 354537,9309 \times 4,184 \times 90 \\ &= 133504803,2597 \text{ kJ} \end{aligned}$$

c. Entalpi larutan keluar

$$\begin{aligned} \Delta H_3 &= \Sigma (m \cdot Cp \cdot \Delta T) \\ &= (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{kafein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{selulosa}} + \\ &\quad m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{air}} \\ &= (744,8276 \times 1,514 \times T) + (20855,1724 \times \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt) + (11172,4138 \times \\ &\quad \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt) + (357219,3102 \times 4,184 \times T) \end{aligned}$$

Q loss = 10% dari entalpi masuk

$$\text{Entalpi awal} = \text{entalpi akhir} + Q \text{ loss}$$

$$0,9 \times (\Delta H_1 + \Delta H_2) = \Delta H_3$$

dengan cara Trial and Error di dapat:

$$T_{out} = 85,6093 \text{ } ^\circ\text{C} \approx 86 \text{ } ^\circ\text{C}$$

MASUK	kJ	KELUAR	kJ
H biji kopi	14014679.8800	H larutan	132767534.8000
H air panas	133504803.3200	Q loss	14751948.3000
	147519483.1000		147519483.1000

4. Tangki Penampung (F-142) dan Filter Press (H-140)

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt$ untuk Karbohidrat, selulose,

dimana $T_2 = 86^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

a. Entalpi larutan kopi masuk tangki penampung

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = 138,5409 \text{ kJ/kg. } ^\circ\text{C}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{selolusa}} = 163,7616 \text{ kJ/kg. } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{kafein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{selolusa}} + \\ &\quad (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{air}} \\ &= (744,8276 \times 1,514 \times 85,6093) + (20855,1724 \times 138,5409) + \\ &\quad (11172,4138 \times 163,7616) + (357219,3102 \times 4,184 \times 85,6093) \\ &= 132767534,8000 \text{ kJ} \end{aligned}$$

b. Entalpi filtrat keluar filter press

$$\begin{aligned}\Delta H_2 &= (m.Cp. \Delta T)_{kafein} + (m. \int_{T_1}^{T_2} Cp.dt)_{karbohidrat} + (m.Cp. \Delta T)_{air} \\ &= (595,8621 \times 1,514 \times T) + (16684,1379 \times \int_{T_1}^{T_2} Cp.dt) + (346819,1033 \times 4,184 \times T)\end{aligned}$$

c. Entalpi cake keluar filter press

$$\begin{aligned}\Delta H_3 &= (m.Cp. \Delta T)_{kafein} + (m. \int_{T_1}^{T_2} Cp.dt)_{karbohidrat} + (m. \int_{T_1}^{T_2} Cp. dt)_{selolusa} + \\ &\quad (m.Cp. \Delta T)_{air} \\ &= (148,9655 \times 1,514 \times T) + (4171,0345 \times \int_{T_1}^{T_2} Cp.dt) + (11172,4138 \times \\ &\quad \int_{T_1}^{T_2} Cp.dt) + (10328,2759 \times 4,184 \times T)\end{aligned}$$

Q loss = 10% dari entalpi masuk

Entalpi awal = entalpi akhir + Q loss

$$0,9 \times \Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$$

dengan cara Trial and Error di dapat:

$$T_{out} = 77,0722 \text{ } ^\circ\text{C} \approx 77^\circ\text{C}$$

Entalpi filtrat kopi keluar = 113982121,8000 kJ

Entalpi cake kopi keluar = 5508659,5200 kJ

Q loss = 13276753,4800 kJ

MASUK	kJ	KELUAR	kJ
H larutan	132767534.8000	H filtrat kopi	113982121.8000
		H cake kopi	5508659.5200
		Q loss	13276753.4800
	132767534.8000		132767534.8000

5. Spray Drier (D-150)

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p dt$ untuk Karbohidrat, selulose,

dimana $T_2 = 77^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p dt_{\text{karbohidrat}} = 124,2919 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

a. Entalpi larutan kopi masuk

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{kafein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{air}} \\ &= (595,8621 \times 1,514 \times 77,0722) + (16684,1379 \times 124,2919) + \\ &\quad (346819,1033 \times 4,184 \times 77,0722) \\ &= 113982121,8000 \text{ kJ} \end{aligned}$$

b. Entalpi udara panas masuk

C_p udara pada suhu $150^\circ\text{C} = 1,0175 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned} \Delta H_2 &= m_{\text{udara}} \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= m_{\text{udara}} \times 1,0175 \times 150 \\ &= 152,6349 m_{\text{udara}} \end{aligned}$$

c. Entalpi kopi instan keluar

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p dt$ untuk karbohidrat, dimana $T_2 =$

105°C dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot \Delta T_{\text{karbohidra}} = 171,1503 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_3 &= (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{kafein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{karbohidra}} + (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{air}} \\ &= (595,2662 \times 1,514 \times 105) + (16667,4538 \times 171,1503) + (719,28 \times \\ &\quad 4,184 \times 105) \\ &= 3263263,2000 \text{ kJ} \end{aligned}$$

d. Entalpi kopi instan yang terikut udara panas

$$\begin{aligned} \Delta H_4 &= (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{kafein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{karbohidra}} + (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{air}} \\ &= (0,5959 \times 1,514 \times 105) + (16,6841 \times 171,1503) + (0,72 \times 4,184 \times 105) \\ &= 3266,5290 \text{ kJ} \end{aligned}$$

e. Entalpi uap air

$$C_p \text{ air} = 4,219 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_5 &= m \cdot C_p \cdot \Delta T + m \cdot \lambda \\ &= 346171,0343 \times 4,184 \times 105 + 346171,0343 \times (2683,8 - 440,15) \\ &= 928766499,9 \text{ kJ} \end{aligned}$$

f. Entalpi udara panas keluar

$$C_p \text{ udara pada } 105^\circ\text{C} = 1,0108 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_6 &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= m_{\text{udara}} \times 1,0108 \times 105 \\ &= 107,184 m_{\text{udara}} \end{aligned}$$

Q loss = 10% dari entalpi masuk

$$\text{Entalpi awal} = \text{entalpi akhir} + Q \text{ loss}$$

$$0,9 \times (113982121,7577 + 152,6349 \cdot m_{\text{udara}}) = 3263263,2674 + 3266,5293 +$$

$$962166755,4 + 107,184 \cdot m_{\text{udara}}$$

$$m_{\text{udara}} = 18192145,2700 \text{ kg}$$

$$\text{Entalpi udara masuk} = 2776756274,2000 \text{ kJ}$$

$$\text{Entalpi uap air} = 926166755,0000 \text{ kJ}$$

$$\text{Entalpi udara panas} = 1949906899,2000 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ loss} = 11398212,0120 \text{ kJ}$$

MASUK	kJ	KELUAR	kJ
H filtrat kopi	113982121.8000	H kopi instan	3263263.2690
H udara panas	2776756274.2000	ikut ud pns	3266.5290
		uap air	926166755.0000
		H udara panas	1949906899.2000
		Q loss	11398212.0120
	2890738396.0000		2890738396.0000

6. Rotary Drier (H-170)

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt$ untuk protein dan karbohidrat,

dimana $T_2 = 77^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = 124,2919 \text{ kJ/kg. } ^\circ\text{C}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{selolusa}} = 146,9950 \text{ kJ/kg. } ^\circ\text{C}$$

a. Entalpi cake kopi masuk

$$\Delta H_1 = (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{kafein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{selolusa}} +$$

$$(m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{air}}$$

$$= (148,9655 \times 1,514 \times 77,0722) + (4171,0345 \times 124,2919) +$$

$$(11172,4138 \times 146,9950) + (10328,2759 \times 4,184 \times 77,0722) \\ = 5508659,5840 \text{ kJ}$$

b. Entalpi udara panas masuk

C_p udara pada suhu $150^\circ\text{C} = 1,0175 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$

$$\Delta H_2 = m_{\text{udara}} \cdot C_p \cdot \Delta T \\ = m_{\text{udara}} \times 1,0175 \times 150 \\ = 152,6349 m_{\text{udara}}$$

c. Entalpi kopi bubuk keluar

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt$ untuk karbohidrat dan selulosa,

dimana $T_2 = 105^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = 171,1503 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{selolusa}} = 202,1160 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\Delta H_3 = (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{kafein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{selolusa}} + \\ (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{air}} \\ = (148,8166 \times 1,514 \times 105) + (4166,8635 \times 171,1503) + (11161,1379 \times \\ 202,1160) + (1345,81 \times 4,184 \times 105) \\ = 3583903,2920 \text{ kJ}$$

d. Entalpi kopi bubuk yang keluar terikut udara panas

$$\Delta H_4 = (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{kafein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{selolusa}} + \\ (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{air}}$$

$$\begin{aligned}
 &= (0,1489 \times 1,514 \times 105) + (4,171 \times 171,1503) + (11,1723 \times 202,1160) + \\
 &\quad (1,3471 \times 4,184 \times 105) \\
 &= 3587,4480 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

e. Entalpi uap air keluar

$$C_p \text{ air} = 4,184 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H_5 &= m \cdot C_p \cdot \Delta T + m \cdot \lambda \\
 &= 8981,1185 \times 4,184 \times 100 + 8981,1185 \times (2676,1 - 419,04) \\
 &= 24028623,3 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

khoruln

f. Menghitung entalpi udara panas keluar

$$\begin{aligned}
 \Delta H_6 &= m_{\text{udara}} \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 &= m_{\text{udara}} \times 1,0108 \times 105 \\
 &= 107,1840 m_{\text{udara}}
 \end{aligned}$$

Q loss = 10% dari entalpi masuk

$$\text{Entalpi awal} = \text{entalpi akhir} + \text{Q loss}$$

$$\begin{aligned}
 0,9 \times (5508659,5840 + 152,6349 m_{\text{udara}}) &= 3583903,292 + 3587,4472 + 24028623,3 + \\
 &\quad 107,184 m_{\text{udara}} \\
 m_{\text{udara}} &= 750810,0273 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\text{Entalpi udara masuk} = 114592380,4160 \text{ kJ}$$

$$\text{Entalpi uap air} = 24028623,3000 \text{ kJ}$$

$$\text{Entalpi udara panas} = 80474821,9600 \text{ kJ}$$

$$\text{Q loss} = 12010104,0000 \text{ kJ}$$

MASUK	kJ	KELUAR	kJ
H cake kopi	5508659.5840	H kopi bubuk	3583903.2920
H udara panas	114592380.4160	ikut ud pns	3587.4480
		uap air	24028623.3000
		H udara panas	80474821.9600
		Q loss	12010104.0000
	120101040.0000		120101040.0000

B. Pembuatan Jahe Instan

Kapasitas : 4500 kg/hari

Pabrik beroperasi : 330 hari kerja/tahun, 24 jam/hari

Satuan panas : kilo joule (kJ)

Suhu basis : 0°C

Basis waktu : 1 hari

Fasa padat :

jahe

Fasa liquid:

air panas

Fasa gas:

udara panas

uap air

Data :

Rumus Cp

- Protein

$$C_p = \int_{T_1}^{T_2} 2,0082 + 1,2089 \cdot 10^{-3} T - 1,3129 \cdot 10^{-6} T^2 ; \text{ satuan kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt = 2,0082 (T_2 - T_1) + 6,0445 \cdot 10^{-4} (T_2^2 - T_1^2) - 4,3763 \cdot 10^{-7} (T_2^3 - T_1^3)$$

- Lemak

$$C_p = \int_{T_1}^{T_2} 1,9842 + 1,4733 \cdot 10^{-3} T - 4,8008 \cdot 10^{-6} T^2 ; \text{ satuan kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt = 1,9842 (T_2 - T_1) + 7,3665 \cdot 10^{-4} (T_2^2 - T_1^2) - 1,6002 \cdot 10^{-6} (T_2^3 - T_1^3)$$

- Karbohidrat

$$C_p = \int_{T_1}^{T_2} 1,5488 + 1,9625 \cdot 10^{-3} T - 5,9399 \cdot 10^{-6} T^2 ; \text{ satuan kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt = 1,5488 (T_2 - T_1) + 9,8125 \cdot 10^{-4} (T_2^2 - T_1^2) - 1,9799 \cdot 10^{-6} (T_2^3 - T_1^3)$$

- Vitamin C

Vitamin C memiliki rumus $C_6H_8O_6$, dengan menggunakan rumus

$$\begin{aligned} C_p &= (6 \times 1,8) + (8 \times 2,3) + (6 \times 4) \\ &= 53,2 \text{ kal/gmol} \cdot ^\circ\text{C} \\ &= 1,1474 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

- Air

$$C_p = 4,184 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

1. Ekstraktor 1 (F-230)

a. Entalpi jahe masuk

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot \Delta T$ untuk protein, lemak, dan

karbohidrat, dimana $T_2 = 30^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{protein}} = 60,7782 \text{ kJ/kg}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{lemak}} = 60,7458 \text{ kJ/kg}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = 47,2937 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta H_1 = \Sigma (m \cdot C_p \cdot \Delta T)$$

$$\begin{aligned}
&= (m. \int_{T_1}^{T_2} Cp. dt)_{\text{protein}} + (m. \int_{T_1}^{T_2} Cp. dt)_{\text{lemak}} + (m. \int_{T_1}^{T_2} Cp. dt)_{\text{karbohidrat}} + \\
&\quad (m.Cp. \Delta T)_{\text{air}} + (m.Cp. \Delta T)_{\text{vitamin C}} \\
&= (687,9256 \times 60,7782) + (458,6171 \times 60,1458) + (4586,1707 \times \\
&\quad 47,2937) + (38652,2467 \times 4,184 \times (90-0)) + (687,9256 \times 1,1474 \times \\
&\quad (90-0)) \\
&= 5161600,6483 \text{ kJ}
\end{aligned}$$

b. Entalpi air panas masuk

$$\begin{aligned}
\Delta H_2 &= m.Cp. \Delta T \\
&= 90145,7714 \times 4,184 \times (30-0) \\
&= 33945291,6921 \text{ kJ}
\end{aligned}$$

c. Entalpi larutan dan padatan jahe keluar

Diketahui $\int_{T_1}^{T_2} Cp.dt$ untuk protein, lemak, dan karbohidrat, dimana $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp.dt_{\text{protein}} = (2,0082 \times T_2) + (6,0445 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (4,3763 \cdot 10^{-7} \times T_2^3)$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp.dt_{\text{lemak}} = (1,9842 \times T_2) + (7,3665 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,6002 \cdot 10^{-6} \times T_2^3)$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp.dt_{\text{karbohidrat}} = (1,5488 \times T_2) + (9,8125 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,9799 \cdot 10^{-6} \times T_2^3)$$

$$\Delta H_3 = \Sigma (m. Cp. \Delta T)$$

$$\begin{aligned}
&= (m. \int_{T_1}^{T_2} Cp.dt)_{\text{protein}} + (m. \int_{T_1}^{T_2} Cp.dt)_{\text{lemak}} + (m. \int_{T_1}^{T_2} Cp.dt)_{\text{karbohidrat}} + \\
&\quad (m.Cp. \Delta T)_{\text{air}} + (m.Cp. \Delta T)_{\text{vitamin C}} \\
&= (687,9256 \times ((2,0082 \times T_2) + (6,0445 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (4,3763 \cdot 10^{-7} \times T_2^3))) + \\
&\quad (458,6171 \times ((1,9842 \times T_2) + (7,3665 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,6002 \cdot 10^{-6} \times T_2^3))) +
\end{aligned}$$

$$(4586,1707 \times ((1,5488 \times T_2) + (9,8125 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,9799 \cdot 10^{-6} \times T_2^3))) + (128798,0182 \times 4,184 \times (T_2 - 0)) + (687,9256 \times 1,1474 \times (T_2 - 0)) \text{ kJ}$$

Q loss = 10% dari entalpi masuk

Entalpi masuk = Entalpi keluar

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + Q \text{ loss}$$

$$0,9 \times (\Delta H_1 + \Delta H_2) = \Delta H_3$$

dengan cara Trial and Error di dapat:

$$T_2 = 64,0622^\circ\text{C} \approx 64^\circ\text{C}$$

Entalpi larutan dan padatan jahe keluar = 35196203,1064 kJ

Q loss = 3910689,2340 kJ

MASUK	KJ	KELUAR	KJ
H jahe	5161600,6483	H lar+pdt jahe	35196203,1064
H air panas	33945291,6921	Q loss	3910689,2340
	39106892,3404		39106892,3404

2. Filter 1 (H-232)

a. Entalpi larutan dan padatan jahe masuk

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt$ untuk protein, lemak, dan

karbohidrat, dimana $T_2 = 64^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{protein}} = 131,0153 \text{ kJ/kg}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{lemak}} = 129,7147 \text{ kJ/kg}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = 103,2441 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta H_1 = \Sigma(m. Cp. \Delta T)$$

$$\begin{aligned}
 &= (m. \int_{T_1}^{T_2} Cp. dt)_{\text{protein}} + (m. \int_{T_1}^{T_2} Cp. dt)_{\text{lemak}} + (m. \int_{T_1}^{T_2} Cp. dt)_{\text{karbohidrat}} + \\
 &\quad (m.Cp. \Delta T)_{\text{air}} + (m.Cp. \Delta T)_{\text{vitamin C}} \\
 &= (687,9256 \times 131,0153) + (458,6171 \times 129,7147) + (4586,1707 \times \\
 &\quad 103,2441) + (128798,0182 \times 4,184 \times (64-0)) + (687,9256 \times 1,1474 \times \\
 &\quad (64-0)) \\
 &= 35196203,1064 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

b. Entalpi filtrat jahe keluar

Diketahui $\int_{T_1}^{T_2} Cp.dt$ untuk protein, lemak, dan karbohidrat, dimana $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp.dt_{\text{protein}} = (2,0082 \times T_2) + (6,0445 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (4,3763 \cdot 10^{-7} \times T_2^3)$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp.dt_{\text{karbohidrat}} = (1,5488 \times T_2) + (9,8125 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,9799 \cdot 10^{-6} \times T_2^3)$$

$$\Delta H_2 = \Sigma(m. Cp. \Delta T)$$

$$\begin{aligned}
 &= (m. \int_{T_1}^{T_2} Cp.dt)_{\text{protein}} + (m. \int_{T_1}^{T_2} Cp.dt)_{\text{karbohidrat}} + (m.Cp. \Delta T)_{\text{air}} + \\
 &\quad (m.Cp. \Delta T)_{\text{vitamin C}} \\
 &= (275,1702 \times ((2,0082 \times T_2) + (6,0445 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (4,3763 \cdot 10^{-7} \times T_2^3))) + \\
 &\quad (2293,0854 \times ((1,5488 \times T_2) + (9,8125 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,9799 \cdot 10^{-6} \times T_2^3))) \\
 &\quad + (96603,0998 \times 4,184 \times (T_2 - 0)) + (275,1702 \times 1,1474 \times (T_2 - 0)) \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

c. Entalpi padatan jahe keluar

Diketahui $\int_{T_1}^{T_2} Cp.dt$ untuk protein, lemak, dan karbohidrat, dimana $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{protein}} = (2,0082 \times T_2) + (6,0445 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (4,3763 \cdot 10^{-7} \times T_2^3)$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{lemak}} = (1,9842 \times T_2) + (7,3665 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,6002 \cdot 10^{-6} \times T_2^3)$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = (1,5488 \times T_2) + (9,8125 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,9799 \cdot 10^{-6} \times T_2^3)$$

$$\Delta H_3 = \Sigma (m \cdot Cp \cdot \Delta T)$$

$$\begin{aligned} &= (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{protein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{lemak}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + \\ &\quad (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{air}} + (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{vitamin C}} \\ &= (412,7554 \times ((2,0082 \times T_2) + (6,0445 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (4,3763 \cdot 10^{-7} \times T_2^3))) + \\ &\quad (458,6171 \times ((1,9842 \times T_2) + (7,3665 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,6002 \cdot 10^{-6} \times T_2^3))) + \\ &\quad (2293,0853 \times ((1,5488 \times T_2) + (9,8125 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,9799 \cdot 10^{-6} \times T_2^3))) + \\ &\quad (32194,9184 \times 4,184 \times (T_2 - 0)) + (412,7554 \times 1,1474 \times (T_2 - 0)) \text{ kJ} \end{aligned}$$

Q loss = 10% dari entalpi masuk

$$\text{Entalpi masuk} = \text{Entalpi keluar}$$

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q \text{ loss}$$

$$0,9 \times \Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$$

dengan cara Trial and Error di dapat:

$$T_2 = 57,6626^\circ\text{C} \approx 58^\circ\text{C}$$

$$\text{Entalpi filtrat jahe keluar} = 35196203,1064 \text{ kJ}$$

$$\text{Entalpi padatan jahe keluar} = 35196203,1064 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ loss} = 3519620,3106 \text{ kJ}$$

MASUK	kJ	KELUAR	kJ
H lar+pdt jahe	35196203,1064	H filtrat	23568477,3146
		H padatan	8108105,4811
		Q loss	3519620,3107
	35196203,1064		35196203,1064

3. Ekstraktor 2 (F-235)

a. Entalpi padatan jahe masuk

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt$ untuk protein, lemak, dan karbohidrat, dimana $T_2 = 58^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{protein}} = 117,7238 \text{ kJ/kg}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{lemak}} = 116,5566 \text{ kJ/kg}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = 92,1908 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta H_1 = \Sigma (m \cdot Cp \cdot \Delta T)$$

$$= (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{protein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{lemak}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{air}} + (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{vitamin C}}$$

$$= (412,7554 \times 117,7236) + (458,6171 \times 116,5566) + (2293,0854 \times 92,1908) + (32194,9184 \times 4,184 \times (58-0)) + (412,7554 \times 1,1474 \times (58-0))$$

$$= 8108105,4811 \text{ kJ}$$

b. Entalpi air panas masuk

$$\Delta H_2 = m \cdot Cp \cdot \Delta T$$

$$= 35772,1314 \times 4,184 \times (90-0)$$

$$= 13470353,8461 \text{ kJ}$$

c. Entalpi larutan dan padatan jahe keluar

Diketahui $\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt$ untuk protein, lemak, dan karbohidrat, dimana $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{protein}} = (2,0082 \times T_2) + (6,0445 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (4,3763 \cdot 10^{-7} \times T_2^3)$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{lemak}} = (1,9842 \times T_2) + (7,3665 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,6002 \cdot 10^{-6} \times T_2^3)$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = (1,5488 \times T_2) + (9,8125 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,9799 \cdot 10^{-6} \times T_2^3)$$

$$\Delta H_3 = \Sigma (m \cdot Cp \cdot \Delta T)$$

$$= (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{protein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{lemak}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{air}} + (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{vitamin C}}$$

$$= (412,7553 \times ((2,0082 \times T_2) + (6,0445 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (4,3763 \cdot 10^{-7} \times T_2^3))) + (458,6171 \times ((1,9842 \times T_2) + (7,3665 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,6002 \cdot 10^{-6} \times T_2^3))) + (2293,0854 \times ((1,5488 \times T_2) + (9,8125 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,9799 \cdot 10^{-6} \times T_2^3))) + (67967,0499 \times 4,184 \times (T_2 - 0)) + (412,7553 \times 1,1474 \times (T_2 - 0)) \text{ kJ}$$

Q loss = 10% dari entalpi masuk

$$\text{Entalpi masuk} = \text{Entalpi keluar}$$

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + Q \text{ loss}$$

$$0,9 \times (\Delta H_1 + \Delta H_2) = \Delta H_3$$

dengan cara Trial and Error di dapat:

$$T_2 = 66,8930^\circ\text{C} \approx 67^\circ\text{C}$$

$$\text{Entalpi larutan dan padatan jahe keluar} = 19420613,3945 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ loss} = 2157845,9327 \text{ kJ}$$

MASUK	kJ	KELUAR	kJ
H padatan	8108105,4811	H lar+pdt jahe	19420613,3945
H air panas	13470353,8461	Q loss	2157845,9327
	21578459,3272		21578459,3272

4. Filter 2 (H-236)

a. Entalpi larutan dan padatan jahe masuk

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt$ untuk protein, lemak, dan

karbohidrat, dimana $T_2 = 67^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{protein}} = 136,9081 \text{ kJ/kg}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{lemak}} = 135,5463 \text{ kJ/kg}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = 107,9922 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta H_1 = \Sigma (m \cdot C_p \cdot \Delta T)$$

$$= (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{protein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{lemak}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} +$$

$$(m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{air}} + (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{vitamin C}}$$

$$= (412,7553 \times 136,9081) + (458,6171 \times 135,5463) + (2293,0854 \times$$

$$107,9922) + (67967,0499 \times 4,184 \times (67-0)) + (412,7553 \times 1,1474 \times$$

$$(67-0))$$

$$= 19420613,3945 \text{ kJ}$$

b. Entalpi filtrat jahe keluar

Diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt$ untuk protein, lemak, dan karbohidrat, dimana $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{protein}} = (2,0082 \times T_2) + (6,0445 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (4,3763 \cdot 10^{-7} \times T_2^3)$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = (1,5488 \times T_2) + (9,8125 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,9799 \cdot 10^{-6} \times T_2^3)$$

$$\Delta H_3 = \Sigma (m \cdot Cp \cdot \Delta T)$$

$$= (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{protein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{air}} + (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{vitamin C}}$$

$$= (165,1021 \times ((2,0082 \times T_2) + (6,0445 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (4,3763 \cdot 10^{-7} \times T_2^3))) + (1146,5427 \times ((1,5488 \times T_2) + (9,8125 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,9799 \cdot 10^{-6} \times T_2^3))) + (49062,8542 \times 4,184 \times (T_2 - 0)) + (165,1021 \times 1,1474 \times (T_2 - 0)) \text{ kJ}$$

c. Entalpi padatan jahe keluar

Diketahui $\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt$ untuk protein, lemak, dan karbohidrat, dimana $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{protein}} = (2,0082 \times T_2) + (6,0445 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (4,3763 \cdot 10^{-7} \times T_2^3)$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{lemak}} = (1,9842 \times T_2) + (7,3665 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,6002 \cdot 10^{-6} \times T_2^3)$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = (1,5488 \times T_2) + (9,8125 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,9799 \cdot 10^{-6} \times T_2^3)$$

$$\Delta H_3 = \Sigma (m \cdot Cp \cdot \Delta T)$$

$$= (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{protein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{lemak}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{air}} + (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{vitamin C}}$$

$$= (247,6532 \times ((2,0082 \times T_2) + (6,0445 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (4,3763 \cdot 10^{-7} \times T_2^3))) + (458,6171 \times ((1,9842 \times T_2) + (7,3665 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,6002 \cdot 10^{-6} \times T_2^3))) + (1146,5427 \times ((1,5488 \times T_2) + (9,8125 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,9799 \cdot 10^{-6} \times T_2^3))) +$$

$$(18904,1957 \times 4,184 \times (T_2 - 0)) + (247,6532 \times 1,1474 \times (T_2 - 0)) \text{ kJ}$$

Q loss = 10% dari entalpi masuk

Entalpi masuk = Entalpi keluar

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q \text{ loss}$$

$$0,9 \times \Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$$

dengan cara Trial and Error di dapat:

$$T_2 = 60,2108^\circ\text{C} \approx 60^\circ\text{C}$$

Entalpi filtrat jahe keluar = 12502235,4814 kJ

Entalpi padatan jahe keluar = 4976316,5737 kJ

Q loss = 1942061,3394 kJ

MASUK	KJ	KELUAR	kJ
H lar+pdt jahe	19420613,3945	H filtrat	12502235,4814
		H padatan	4976316,5737
		Q loss	1942061,3394
	19420613,3945		19420613,3945

5. Tangki Penampungan Sementara (F-233)

a. Entalpi filtrat jahe dari filter 1 masuk

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt$ untuk protein dan karbohidrat,

dimana $T_2 = 58^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{protein}} = 117,7238 \text{ kJ/kg}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = 92,1908 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta H_1 = \Sigma (m \cdot C_p \cdot \Delta T)$$

$$\begin{aligned}
 &= (m. \int_{T_1}^{T_2} C_p. dt)_{\text{protein}} + (m. \int_{T_1}^{T_2} C_p. dt)_{\text{karbohidrat}} + (m.C_p. \Delta T)_{\text{air}} \\
 &\quad + (m.C_p. \Delta T)_{\text{vitamin C}} \\
 &= (275,1702 \times 117,7238) + (2293,0854 \times 92,1908) + (96603,0998 \times \\
 &\quad 4,184 \times (58-0)) + (275,1702 \times 1,1474 \times (58-0)) \\
 &= 23568477,3146 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

b. Entalpi filtrat jahe dari filter 2 masuk

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p. dt$ untuk protein dan karbohidrat,

dimana $T_2 = 60^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p. dt_{\text{protein}} = 123,0112 \text{ kJ/kg}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p. dt_{\text{karbohidrat}} = 96,3797 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta H_2 = \Sigma (m. C_p. \Delta T)$$

$$\begin{aligned}
 &= (m. \int_{T_1}^{T_2} C_p. dt)_{\text{protein}} + (m. \int_{T_1}^{T_2} C_p. dt)_{\text{karbohidrat}} + (m.C_p. \Delta T)_{\text{air}} \\
 &\quad + (m.C_p. \Delta T)_{\text{vitamin C}} \\
 &= (165,1021 \times 123,0112) + (1146,5427 \times 96,3797) + (49062,8542 \times \\
 &\quad 4,184 \times (60-0)) + (165,1021 \times 1,1474 \times (60-0)) \\
 &= 12502235,4814 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

c. Entalpi filtrat jahe yang keluar dari tangki penampungan sementara

Diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p. dt$ untuk protein dan karbohidrat, dimana $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p. dt_{\text{protein}} = (2,0082 \times T_2) + (6,0445 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (4,3763 \cdot 10^{-7} \times T_2^3)$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = (1,5488 \times T_2) + (9,8125 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (1,9799 \cdot 10^{-6} \times T_2^3)$$

$$\Delta H_3 = \Sigma(m \cdot Cp \cdot \Delta T)$$

$$\begin{aligned} & (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{protein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{air}} + \\ & (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{vitamin C}} \\ & = (440,2723 \times ((2,0082 \times T_2) + (6,0445 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) - (4,3763 \cdot 10^{-7} \times \\ & T_2^3))) + (3439,6281 \times ((1,5488 \times T_2) + (9,8125 \cdot 10^{-4} \times T_2^2) \\ & (1,9799 \cdot 10^{-6} \times T_2^3))) + (145665,9540 \times 4,184 \times (T_2 - 0)) + \\ & (440,2723 \times 1,1474 \times (T_2 - 0)) \text{ kJ} \end{aligned}$$

Q loss = 10% dari entalpi masuk

Entalpi masuk = Entalpi keluar

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + Q \text{ loss}$$

$$0,9 \times (\Delta H_1 + \Delta H_2) = \Delta H_3$$

dengan cara Trial and Error di dapat:

$$T_2 = 52,6703^\circ\text{C} \approx 53^\circ\text{C}$$

Entalpi filtrat jahe keluar tangki penampung sementara = 32463641,5164 kJ

Q loss = 3607071,2796 kJ

MASUK	kJ	KELUAR	kJ
H filtrat 1	23568477,3146	H filtrat	32463641,5164
H filtrat 2	12502235,4814	Q loss	3607071,2796
	36070712,7960		36070712,7960

6. Spray Drier (D-230)

a. Entalpi filtrat masuk

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt$ untuk protein dan karbohidrat,

dimana $T_2 = 53^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{protein}} = 107,3855 \text{ kJ/kg}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = 84,0087 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta H_1 = \Sigma (m \cdot Cp \cdot \Delta T)$$

$$= (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{protein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{air}} +$$

$$(m \cdot Cp \cdot \Delta T)_{\text{vitamin C}}$$

$$= (440,2723 \times 107,3855) + (3439,6281 \times 84,0087) + (145665,9540 \times$$

$$(4,184 \times (53-0))) + (440,2723 \times 1,474 \times (53-0))$$

$$= 32463641,5164 \text{ kJ}$$

b. Entalpi udara panas masuk

C_p udara pada suhu $150^\circ\text{C} = 1,0175 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$

$$\Delta H_2 = m_{\text{udara}} \cdot Cp \cdot \Delta T$$

$$= m_{\text{udara}} \times 1,0175 \times (150-0)$$

$$= 152,6250 \cdot m_{\text{udara}}$$

c. Entalpi jahe instan keluar

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} Cp \cdot dt$ untuk protein dan karbohidrat,

dimana $T_2 = 105^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{protein}} = 217,0184 \text{ kJ/kg}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = 171,1503 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta H_3 = \Sigma(m \cdot C_p \cdot \Delta T)$$

$$\begin{aligned} &= (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{protein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{air}} \\ &\quad + (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{vitamin C}} \\ &= (439,8320 \times 217,0184) + (3436,1885 \times 171,1503) + (179,6475 \times 4,184 \times \\ &\quad (105-0)) + (439,8230 \times 1,1474 \times (105-0)) \\ &= 815467,0741 \text{ kJ} \end{aligned}$$

d. Entalpi jahe instan yang terikut udara panas keluar

Dengan cara diatas, dapat diketahui $\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt$ untuk protein dan karbohidrat,

dimana $T_2 = 105^\circ\text{C}$ dan $T_1 = 0^\circ\text{C}$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{protein}} = 217,0184 \text{ kJ/kg}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt_{\text{karbohidrat}} = 171,1503 \text{ kJ/kg}$$

$$\Delta H_4 = \Sigma(m \cdot C_p \cdot \Delta T)$$

$$\begin{aligned} &= (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{protein}} + (m \cdot \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dt)_{\text{karbohidrat}} + (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{air}} \\ &\quad + (m \cdot C_p \cdot \Delta T)_{\text{vitamin C}} \\ &= (0,4403 \times 217,0184) + (3,4396 \times 171,1503) + (0,1798 \times 4,184 \times \\ &\quad (105-0)) + (0,4403 \times 1,1474 \times (105-0)) \\ &= 816,2834 \text{ kJ} \end{aligned}$$

e. Entalpi uap air keluar

$$C_p \text{ air} = 4,219 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_5 &= m \cdot C_p \cdot \Delta T + m \cdot \lambda \\ &= (145486,1267 \times 4,219 \times (105-0)) + (145486,1467 \times (2683,8-440,15)) \\ &= 389751514,3443 \text{ kJ}\end{aligned}$$

f. Entalpi udara panas keluar

$$C_p \text{ udara pada } 105^\circ\text{C} = 1,0108 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_6 &= m \cdot C_p \cdot \Delta T \\ &= m_{\text{udara}} \times 1,0108 \times 105 \\ &= 106,1340 \cdot m_{\text{udara}}\end{aligned}$$

Q loss = 10% dari entalpi masuk

Entalpi masuk = Entalpi keluar

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 + Q \text{ loss}$$

$$0,9 \times (\Delta H_1 + \Delta H_2) = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5$$

$$\begin{aligned}0,9 \times (32463641,5164 + 152,6250 \cdot m_{\text{udara}}) &= (815467,0741 + 816,2834 + \\ &\quad 389751514,3443 + 106,1340 \cdot m_{\text{udara}}) \\ m_{\text{udara}} &= 4428600,1285 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$$\text{Entalpi udara masuk} = 923750629,3087 \text{ kJ}$$

$$\text{Entalpi uap air} = 389751541,3443 \text{ kJ}$$

$$\text{Entalpi udara panas} = 470025046,0409 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ loss} = 95621427,2825 \text{ kJ}$$

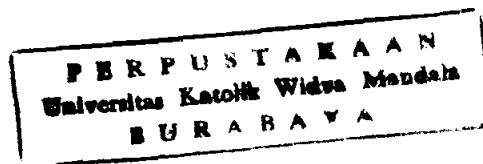
MASUK	KJ	KELUAR	kJ
H jahe instan	32463641,5164	H jahe instan	815467,0741
H udara panas	923750629,3087	ikut ud pns	816,2834
		uap air	389751514,3443
		H udara panas	470025046,0409
		Q loss	95621427,0825
	956214270,8251		956214270,8251

Menghitung massa udara panas yang dibutuhkan :

Udara panas masuk pada suhu 150°C

Massa udara panas yang dibutuhkan = 18192145,27 + 750810,0273 + 4428600,1285

= 23371555,43 kg/hari



APPENDIX C

PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT

APPENDIX C

PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT

1. Bin kopi (F-111)

Fungsi : untuk menyimpan kopi

Tipe : segi empat dengan penampang atas berbentuk bujur sangkar dan bagian bawah berbentuk limas

Dasar pemilihan : kapasitas dapat disesuaikan

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}C$

$$P = 1 \text{ atm}$$

Kapasitas = 37241,3793 kg/hari

Kopi yang harus disimpan = 37241,3793 kg/ hari x 3 hari
= 111724,1379 kg

Bulk density = 350 kg/m³

Volume kopi = $\frac{111724,1379}{350} = 319,2118 \text{ m}^3$

Volume storage = 1,2 x 319,2118 = 383,0541 m³

Volume bin = volume balok + volume limas terpancung

$$383,0541 = 1,25 \cdot a^3 + \frac{0,5}{3} a + \left[a^2 + \frac{3}{16} a + \frac{3}{16} a + \left(a^2 \frac{3}{16} \cdot a \cdot \frac{3}{16} a \right)^{0,5} \right]$$

$$a = 6,4052 \text{ m}$$

Ukuran bin :

Panjang sisi kotak = 6,4052 m

Tinggi bin bagian kotak = 12,8104 m

Tinggi bin bagian limas = 3,2026 m

Panjang mulut limas = 1,6013 m

Spesifikasi alat

Kapasitas : 246307,03 lb/3 hari

Panjang sisi kotak : 21,01 ft

Tinggi bin bagian kotak : 42,03 ft
 Tinggi bin bagian limas : 10,51 ft
 Panjang mulut limas : 5,25 ft

2. Screw Conveyor (J-112)

Fungsi : sebagai alat transportasi dari silo menuju rotary dryer

Type : standar pitch screw conveyor

Dasar pemilihan : cocok untuk memindahkan biji kopi

Kapasitas : 1477,2414 kg/jam

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}C$

$P = 1 \text{ atm}$

Dari Perry 6th ed, table 7-6, p.7-7

Untuk kapasitas 5 ton/ jam ✓

Diameter flights	= 9 inch
Diameter poros screw	= 2 inch
Kecepatan screw	= 40 rpm
Diameter lubang feed	= 6 inch
Panjang screw	= 15 ft
Daya motor	= 0,43 hp

Perhitungan :

Kecepatan screw untuk kapasitas 1,4772 ton/jam

$$= \frac{1,4772}{5} \times 40 \text{ rpm}$$

$$= 11,5776 \text{ rpm}$$

Daya motor untuk kapasitas 1,4772 ton/jam

$$= \frac{1,4772}{5} \times 0,43 \text{ hp}$$

$$= 0,1270 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas	: 3256,73 lb/jam
Panjang	: 15 ft
Diameter flights	: 0,75 ft
Diameter poros screw	: 0,17 ft
Diameter lubang feed	: 0,50 ft
Kecepatan screw	: 11,58 rpm
Daya motor	: 1 hp
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

3. Roaster (Q-110)

Fungsi	: untuk memanggang biji kopi
Type	: shell and tube, counter current
Kondisi operasi	: T gas masuk, $T_1 = 325\text{ }^\circ\text{C}$ T gas keluar, $T_2 = 225\text{ }^\circ\text{C}$ T biji kopi masuk, $t_1 = 30\text{ }^\circ\text{C}$ T biji kopi keluar, $t_2 = 225\text{ }^\circ\text{C}$ $P = 1\text{ atm}$

Asumsi: panas yang hilang 10 %

1. Neraca panas (dari appendix B)

$$C_p \text{ rata-rata gas} = 1,3098 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ rata-rata kopi} = 1,514 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$$

$$\text{Massa gas masuk} = 2388069,41 \text{ kg/hari}$$

$$M_{\text{biji kopi}} = 47241,279 \text{ kg/hari}$$

$$2. \quad \Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}} = \frac{(325 - 225) - (225 - 30)}{\ln \frac{325 - 225}{225 - 30}}$$

$$= 142,252\text{ }^\circ\text{C}$$

$$3. \quad T_C = \frac{T_2 + T_1}{2} = \frac{325 + 225}{2} = 275 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_C = \frac{t_2 + t_1}{2} = \frac{225 + 30}{2} = 127.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Trial: U_D untuk light organics 40-75 Btu/j.ft².°F (Kern p. 840, table 8)

Diambil $U_D = 50$ Btu/j.ft².°F

Asumsi:

- Dipakai pipa ¾ in OD, 14 BWG, panjang 16 ft

$$A = \frac{Q}{U_D \cdot \Delta T_{LMTD}} = \frac{126413356,875 \text{ } \text{btu} / \text{jam}}{50 \text{ } \text{btu} / \text{j. ft}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{F} \cdot 142,252}$$

$$= 987,39828 \text{ } \text{ft}^2$$

Dari Kern, p. 843, table 10, diperoleh data:

$$a' = 0,268 \text{ } \text{in}^2$$

$$a'' = 0,1963 \text{ } \text{ft}^2 / \text{ft}$$

$$\text{Jumlah tube} = N_t = \frac{A}{a'' \cdot L} = \frac{987,39828}{0,1963 \cdot 16} = 314,378 \text{ } \text{tube}$$

Standarisasi, $N_t = 342$ (Kern, p. 842, table 9, ¾ in OD on 15/16 triangular pitch, 2 passes)

Kesimpulan sementara:

Type: 2 pass

Jumlah : 1 unit

Bagian Shell	Bagian Tube
ID = 21,25 in	OD = 0,75 in, 14 BWG
$N_s = 1$	ID = 0,584 in
	L = 16 ft, PT = 15/16 in
	$N_t = 342$
	N = 2 passes
	Susunan : triangular

Evaluasi Perpindahan Panas (Rd)	
Shell, udara	Tube, gas panas
<p>4. $B = ID \text{ shell} = 21,25 \text{ inch}$</p> <p>$Pt = \frac{15}{16} \text{ in}$</p> <p>$C' = \frac{15}{16} - 0,75$</p> <p>$= 0,1875$</p> <p>$a_s = \frac{ID.C'.B}{144.Pt} = \frac{21,25.0,1875.21,25}{144.\frac{15}{16}}$</p> <p>$= 0,6271 \text{ ft}^2$</p>	<p>4'. $a't = 0,268 \text{ in}^2$ (Kern, p.843, t.10)</p> <p>$a_t = \frac{Nt.a't}{144.n} = \frac{342 * 0,268}{144 * 2}$</p> <p>$= 0,3183 \text{ ft}^2$</p>
<p>5. $G_s = \frac{M}{a_s} = \frac{37241,279.2,2}{0,6271.24}$</p> <p>$= 8164,7317 \text{ lb/jam.ft}^2$</p>	<p>5'. $G_t = \frac{m}{a_t} = \frac{2388069,41.2,2}{0,3183.16}$</p> <p>$= 1031766,04 \text{ lb/jam.ft}^2$</p>
<p>6. $De = \frac{4 \left(\frac{1}{2} P_r \cdot 0,86 \cdot P_r - \frac{1}{2} \frac{\pi}{4} do^2 \right)}{\frac{1}{2} \pi \cdot do}$</p> <p>$= \frac{4 \left(\frac{1}{2} \frac{15}{16} \cdot 0,86 \cdot \frac{15}{16} - \frac{1}{2} \frac{\pi}{4} \cdot 3^2 \right)}{\frac{1}{2} \pi \cdot \frac{3}{4}}$</p> <p>$= 0,5332 \text{ in} = 0,0444 \text{ ft}$</p> <p>$Res = \frac{De.G_s}{\mu} = \frac{0,0444.8164,7317}{0,045.2,42}$</p> <p>$= 3331,2876$</p>	<p>6'. $ID = 0,584 \text{ in} = 0,0487 \text{ ft}$</p> <p>$Ret = \frac{ID.G_t}{\mu}$</p> <p>$= \frac{0,0487.1031766,04}{0,04705.2,42}$</p> <p>$= 440999,237$</p>
7. $jH = 60$	7'. $jH = 500$
<p>8. $\left(\frac{Cp.\mu}{k} \right)^{\frac{1}{3}} =$</p> <p>$\left(\frac{0,2635 * 0,045 * 2,42}{0,0265} \right)^{\frac{1}{3}}$</p> <p>$= 1,0269$</p>	<p>8'. $\left(\frac{Cp.\mu}{k} \right)^{\frac{1}{3}} =$</p> <p>$\left(\frac{0,3127 * 0,04705 * 2,42}{0,0213} \right)^{\frac{1}{3}}$</p> <p>$= 1,1868$</p>

$9. \frac{ho}{\phi_s} = j_{11} \frac{k}{De} \left(\frac{Cp \cdot \mu}{k} \right)^{1/3}$ $= 60 \frac{0,0265}{0,0444} 1,0269$ $= 65,8165$	$9'. \frac{hi}{\phi_t} = j_{11} \frac{k}{ID} \left(\frac{Cp \cdot \mu}{k} \right)^{1/3}$ $= 500 \frac{0,0213}{0,0487} 1,1868$ $= 259,7122$
--	---

$$10. \frac{hio}{\phi_t} = \frac{hi}{\phi_t} \cdot \frac{ID}{OD} = 259,7122 * \frac{0,584}{0,75} = 202,2293$$

$$\phi_t \approx 1$$

$$hio = 202,2293$$

$$11. tw = tc + \frac{ho}{\phi_t} + \frac{\phi_s}{ho} = 261,5 + \frac{202,2293}{65,8165 + 202,2293} = 261,7455 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$12. \mu_w = 0,033 \text{ cp}$$

$$\phi_s = \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14} = \left(\frac{0,045}{0,033} \right)^{0,14} = 1,0444$$

$$ho = \frac{ho}{\phi_s} \cdot \phi_s = 65,8165 \cdot 1,0444 = 68,7373$$

$$13. U_c = \frac{hio \cdot ho}{hio + ho} = \frac{68,7373 \cdot 202,2292}{68,7373 + 202,2292} = 51,3004 \text{ Btu/j. ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$A \text{ terkoreksi} = Nt \cdot L \cdot a'' = 342 \cdot 16 \cdot 0,1963 = 1074,154 \text{ ft}^2$$

$$U_d \text{ terkoreksi} = \frac{Q}{A \text{ terkoreksi} \cdot \Delta T_{LMTD} \cdot 1,8} = 45,9617 \text{ Btu/j. ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$14. Rd = \frac{1}{U_D} - \frac{1}{U_C} = 0,00226$$

Evaluasi ΔP	
Shell	Tube
1. Res = 3331,2876 fs = 0,00155 (Kern, p.839, fig. 29)	(1) Ret = 440999,237 ft = 0,00016

$N+1 = \frac{12.L}{B} \text{ (eq. 7.43, Kern)}$ $= \frac{12 * 16}{21,25} = 9,035$	$\Delta P_T = \frac{fGt^2 Ln}{5,22 \cdot 10^{10} Ds \phi_r}$ $= 7,1517$
$2. \Delta P_s = \frac{fGs^2 Ds(N+1)}{5,22 \cdot 10^{10} Ds \phi_s}$ $= 0,2068 \text{ psia}$	$(2) Gt = 1031766,04$ $\frac{V^2}{2g'} = 0,0035$ <p>(Kern, P. 837, Fig. 27)</p> $\Delta P_r = \frac{4n}{s} \frac{V^2}{2g'} = 0,0467$

Untuk kapasitas 32000 lb/jam, power yang dibutuhkan 41 hp

Sedangkan rate biji kopi sebesar 3420,9218 lb/jam, jadi power yang dibutuhkan

$$= \frac{3420,9128}{32000} \times 41 \text{ hp}$$

$$= 4,383 \text{ hp} \approx 5 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas	: Gas = 5264736,92 lb/hari
	Biji kopi = 82101,51 lb/hari
Panjang	: 16 ft
ID shell	: 1,77 ft
OD pipa	: 0,06 ft
ID pipa	: 0,05 ft
Susunan	: triangular
Bahan konstruksi	: steel
Power	: 5 hp
Jumlah	: 1 unit

4. Screw Conveyor (J-121)

Fungsi : sebagai alat transportasi dari rotery dryer menuju hammer mill

Type : standar pitch screw conveyor

Dasar pemilihan : cocok untuk memindahkan biji kopi

Kapasitas : 1477,2414 kg/jam

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}C$

$$P = 1 \text{ atm}$$

Dari Perry 6th ed, table 7-6, p.7-7

Untuk kapasitas 5 ton/ jam

Diameter flights	= 9 inch
Diameter poros screw	= 2 inch
Kecepatan screw	= 40 rpm
Diameter lubang feed	= 6 inch
Panjang screw	= 15 ft
Daya motor	= 0,43 hp

Perhitungan :

Kecepatan screw untuk kapasitas 1,4772 ton/jam

$$= \frac{1,4772}{5} \times 40 \text{ rpm}$$

$$= 11,5776 \text{ rpm}$$

Daya motor untuk kapasitas 1,4772 ton/jam

$$= \frac{1,4772}{5} \times 0,43 \text{ hp}$$

$$= 0,1270 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas	: 3256,73 lb/jam
Panjang	: 15 ft
Diameter flights	: 0,75 ft
Diameter poros screw	: 0,17 ft

Diameter lubang feed	: 0,50 ft
Kecepatan screw	: 11,58 rpm
Daya motor	: 1 hp
Sudut elevasi	: 20 ^o
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

5. Hammer Mill (C-120)

Fungsi	: menghancurkan biji kopi
Tipe	: single-runner robinson attrition mill
Dasar pemilihan	: sesuai untuk menghancurkan sereal dan sayuran
Kondisi operasi	: P = 1 atm T = 30°C

Kapasitas : 35453,7931 kg/hari = 1477,2414 kg/jam

Dari Perry 6th ed., table 8-32 diperoleh data untuk kapasitas 4000 lb = 1814,36 kg

Ukuran mill = 26 in

Kecepatan = 1600 rpm

Daya motor = 22-32 hp (diambil 30 hp)

Reduction ratio $\frac{\text{diameter feed}}{\text{diameter produk}} = \frac{5}{0,14224} = 35 : 1$

Perhitungan :

Menentukan kecepatan untuk kapasitas 1477,2414 kg/jam

Kecepatan = $\frac{1477,2414}{1814,36} \times 1600 \text{ rpm} = 1302,7107 \text{ rpm}$

Menentukan daya motor untuk kapasitas 1477,2414 kg/jam

Daya motor = $\frac{1477,2414}{1814,36} \times 30 \text{ hp} = 24,4258 \text{ hp} \approx 29 \text{ hp}$

Spesifikasi alat

Kapasitas : 3256,73 lb/jam

Reduction ratio	: 35 : 1
Ukuran mill	: 2,17 ft
Kecepatan	: 1302,71 rpm
Power	: 29 hp
Jumlah	: 1 unit

6. Screen (H-122)

Fungsi : untuk memisahkan bahan keluar dari hammer mill yang ukurannya lebih besar dari 80 mesh

Tipe : Vibrating screen

Dasar pemilihan : dapat digunakan untuk fase liquid dan padat

Kondisi operasi : T = 30°C
P = 1 atm

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= 35453,7931 \text{ kg/hari} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 1477,2414 \text{ kg/jam} = 1,4772 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

Kapasitas aktual screen = 0,2-0,8 ton/ft² .mm.mesh size (Mc.Cabe 4th, hlm 859)

Dipilih kapasitas aktual screen = 0,8 ton/ft² .mm.mesh size

Ukuran partikel untuk 80 mesh = 0,0056 in = 0,14224 mm

$$\text{Luas screen} = \frac{1,4772 \text{ ton/ jam}}{0,8 \text{ ton/ ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{mm} \times 0,14224 \text{ mm}} = 12,9816 \text{ ft}^2 = 1,2092 \text{ m}^2$$

Dengan data di atas didapatkan :

$$\text{Panjang} = 2-5 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0,5-1,5 \text{ m}$$

$$\text{Luas} = 1-7,5 \text{ m}^2$$

Dipilih panjang = 2 m, maka :

$$1,2092 \text{ m}^2 = 2 \times \text{lebar}$$

$$\text{Lebar} = 0,6046 \text{ m}$$

$$\text{Power yang dibutuhkan} = \frac{1600 \cdot m_s}{D_p} \quad (\text{Ulrich, hal 223, table 4-23b})$$

m_s = massa, kg/s

D_p = ukuran partikel, mesh

$$\text{Power yang dibutuhkan} = \frac{1600 \times 1477,2414 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{80 \times 3600 \frac{\text{s}}{\text{jam}}} = 8,2068 \text{ hp}$$

Efisiensi motor = 86%

$$\text{Power motor yang dibutuhkan} = \frac{8,2068}{86\%} = 9,5429 \text{ hp} \approx 10 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas	: 1477,2414 kg/jam
Tipe	: vibrating screen
Panjang	: 6,56 ft
Lebar	: 1,98 ft
Power	: 10 hp
Jumlah	: 1 unit

7. Screw Conveyor (J-131)

Fungsi : sebagai alat transportasi dari screen menuju tangki ekstraksi

Type : standar pitch screw conveyor

Dasar pemilihan : cocok untuk memindahkan bubuk kopi

Kapasitas : 1477,2414 kg/jam

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}\text{C}$

$$P = 1 \text{ atm}$$

Dari Perry 6th ed, table 7-6, p.7-7

Untuk kapasitas 5 ton/ jam

Diameter flights = 9 inch

Diameter poros screw = 2 inch

Kecepatan csrew	= 40 rpm
Diameter lubang feed	= 6 inch
Panjang screw	= 15 ft
Daya motor	= 0,43 hp

Perhitungan :

Kecepatan screw untuk kapasitas 1,4772 ton/jam

$$= \frac{1,4772}{5} \times 40 \text{ rpm}$$

$$= 11,5776 \text{ rpm}$$

Daya motor untuk kapasitas 1,4772 ton/jam

$$= \frac{1,4772}{5} \times 0,43 \text{ hp}$$

$$= 0,1270 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas	: 3256,73 lb/jam
Panjang	: 15 ft
Diameter flights	: 0,75 ft
Diameter poros screw	: 0,17 ft
Diameter lubang feed	: 0,50 ft
Kecepatan screw	: 11,58 rpm
Sudut elevasi	: 20 ⁰
Power	: 1 hp
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

8. Ekstraktor (F-130)

Fungsi	: untuk mengekstrak kafein dan karbohidrat dari bubuk kopi
Type	: silinder tegak berpengaduk dengan tutup atas berbentuk dished head dan tutup bawah berbentuk konis

Dasar pemilihan : semua bahan pada tangki ekstraktor tidak ada yang tertinggal

Kondisi operasi : $T = 90^{\circ}\text{C}$

$P = 1 \text{ atm}$

Kontinyu

Kapasitas bubuk kopi = $35453,7931 \text{ kg/hari} = 1477,2414 \text{ kg/jam}$

Kapasitas air = $354537,9309 \text{ kg/hari} = 14772,4138 \text{ kg/jam}$

Asumsi :

a. Waktu tinggal = 1 jam

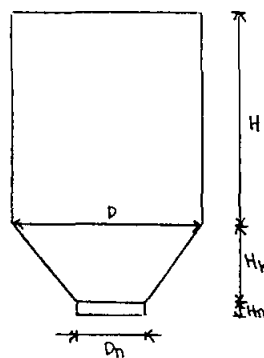
b. $\frac{H}{D} = 1$

c. Diameter nozzle (D_n) = 1,5 ft

ρ bubuk kopi = 350 kg/m^3

ρ air = $965,34 \text{ kg/m}^3$

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik feed masuk} &= \frac{35453,7931}{350} + \frac{354537,9309}{965,34} \\ &= 101,2965 + 367,2674 \\ &= 468,5639 \text{ m}^3/\text{hari} = 19,5235 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$



Keterangan :

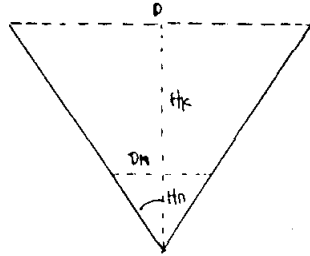
D = diameter shell

H = tinggi shell

Hk = tinggi konis

Hn = tinggi nozzle

Dn = diameter nozzle



Dari gambar dapat dicari persamaan untuk menghitung Hn dan Hk

$$Hn = \frac{Dn}{2 \times \operatorname{tg} \alpha}$$

$$Hk = \frac{D}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} - \frac{Dn}{2 \times \operatorname{tg} \alpha}$$

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

$$\text{Volume konis} = \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times Hk - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times Dn^2 \times Hn$$

Volume total = Volume shell + volume konis

$$19,5235 \times \frac{100}{80} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H + \left(\frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times Hk - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times Dn^2 \times Hn \right)$$

H)

D = H, maka dengan menggunakan cara trial and error didapatkan :

$$D = 2,91266 \text{ m} \approx 12 \text{ ft}$$

$$H = 2,91266 \text{ m} = 9,5564 \text{ ft} \quad 12 \text{ ft}$$

$$Hk = 2,2585 \text{ m} = 7,4166 \text{ ft}$$

Tinggi cairan dalam tangki = H + Hk

$$= 12 + 7,4166$$

$$= 19,4166 \text{ ft}$$

$$P \text{ hidrostatik} = \frac{\rho \times H_{tot}}{144} \quad (\text{Brownell \& Young, p.45, eq.3.17})$$

$$= \frac{62,37 \times 19,4166}{144} = 8,0498 \text{ psi}$$

$$P_{\text{design}} = 1,1 P = 1,1 \times 8,0498 \\ = 9,25078 \text{ psi}$$

Tebal Shell

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f_{\text{all}} \cdot E - 0,6P} \quad (\text{Brownell \& Young, p.254, eq13.1})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 9,25078 \text{ psi}$$

$$ID = \text{diameter shell} = 144 \text{ in}$$

$$r_i = \text{jari-jari shell} = 72 \text{ in}$$

$$f_{\text{all}} = \text{allowable stress} = 15600 \text{ lb/inc}^2$$

(Stainless steel type 306, Perry 5th 6ed.)

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

$$t_s = \frac{9,25078 \times 72}{15600 \times 0,8 - 0,6 \cdot 9,25078} \\ = 0,05339 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal Atas, Dished head

$$P_{\text{design}} = 0 \text{ psi}$$

$$\text{Untuk tebal tutup atas langsung ditentukan} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal Konis

Untuk ½ sudut puncak (α) tidak lebih besar dari 30° digunakan persamaan 6.154, p.118, Brownell & Young

$$t_c = \frac{P \cdot ID}{2 \cos \alpha \cdot (f \cdot E - 0,6P)}$$

dimana,

P = tekanan design = 9,25078 psi

ID = diameter shell = 144 in

f_{all} = allowable stress = 15600 lb/inc²

(Stainless steel type 306, Perry 5th 6ed.)

E = efisiensi sambungan = 80 %

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

$$t_c = \frac{9,25078 \times 144}{2 \cos 30 \cdot (15600 \times 0,8 - 0,6 \times 9,25078)}$$

$$t_c = 0,06165 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Pengaduk

Jenis : six flat blade turbin

Dari Geankoplis ed.3, hal 144, table 3.4-1

$D_a = 0,3 - 0,5 D_t$ (diambil 0,3)

$$C = \frac{D_t}{3}$$

$$W = \frac{D_a}{5}$$

$$L = \frac{D_a}{4}$$

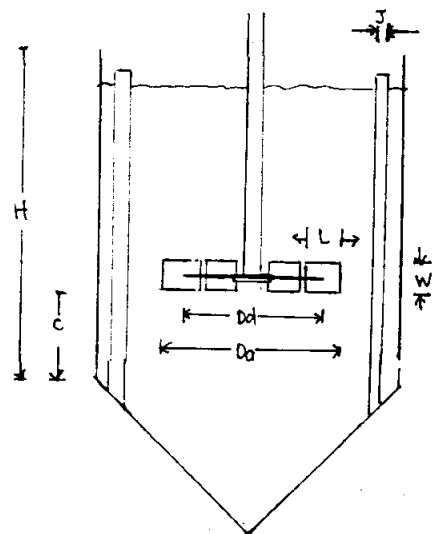
$$J = \frac{D_t}{12}$$

Dimana : D_a = diameter impeller

D_t = diameter tangki

C = jarak dari dasar tangki ke pengaduk

W = lebar blade



L = panjang blade

J = lebar baffle

$$Da = 0,3 \times 144 = 43,2 \text{ in}$$

$$C = \frac{144}{3} = 48 \text{ in}$$

$$W = \frac{43,2}{5} = 8,64 \text{ in}$$

$$L = \frac{43,2}{4} = 10,8 \text{ in}$$

$$J = \frac{144}{12} = 12 \text{ in}$$

Kecepatan impeller antara 20 - 150 rpm (McCabe ed.5,p.238), diambil 75 rpm

$$Da = 43,2 \text{ inch} = 1,09728 \text{ m}$$

$$N = 75 \text{ rpm} = 1,25 \text{ rps}$$

$$\mu = 30 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$\rho = 350 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} N_{Re} &= \frac{Da^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \\ &= \frac{1,09728^2 \cdot 1,25 \cdot 350}{30 \cdot 10^{-3}} \\ &= 17558,6745 \text{ (turbulen)} \end{aligned}$$

Dari gambar 3.4-4, Geankoplis ed.3, p.145 didapat $N_p = 5$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah impeller} &= \frac{sg \cdot H}{Dt} \\ &= \frac{1 \cdot 144}{144} \\ &= 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$N_p = \frac{P}{\rho \cdot N^3 \cdot Da^5}$$

$$\begin{aligned} P &= N_p \times \rho \times N^3 \cdot Da^5 \\ &= 5 \times 350 \times 1,25^3 \times 1,09728^5 \end{aligned}$$

$$= 5436,95 \text{ W}$$

$$= 7,2909 \text{ hp}$$

Efisiensi = 86 % (Peters & Timmerhaus, ed.5, p.521, fig.14-38)

$$\text{Power} = \frac{7,2909}{0,86} = 8,4778 \text{ hp} \approx 9 \text{ hp}$$

Spesifikasi Alat:

Tangki

Kapasitas maksimum	: 861,80 ft ³
Kapasitas operasi	: 689,44 ft ³
Tinggi tangki	: 19,42 ft
Diameter shell	: 12 ft
Tebal shell	: 0,02 ft
Tebal flat atas	: 0,02 ft
Tebal konis	: 0,02 ft
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

Pengaduk

Jenis pengaduk	: six flat blade turbin
Diameter impeller	: 3,60 ft
Jarak tangki – pengaduk	: 4,00 ft
Lebar blade	: 0,72 ft
Panjang blade	: 0,90 ft
Lebar baffle	: 1 ft
Power	: 9 hp
Jumlah	: 1 unit

9. Pompa (L-141)

Fungsi : mengalirkan slurry dari tangki ekstraksi menuju tangki penampung sementara

Type : Centrifugal pump

Perhitungan :

Rate filtrat : Kopi = 32772,4138 kg/hari

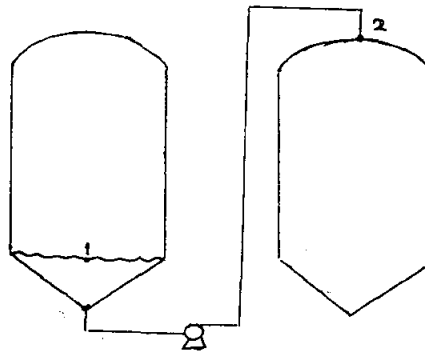
Air = 357219,3102 kg/hari

Rate filtrat total = 389991,7240 kg/hari = 9,9511 lb/dt

ρ filtrat = 861,907 kg/m³ = 53,8069 lb/ft³

$$q = \frac{\text{rate filtrat}}{\rho} = \frac{9,9511 \text{ lb/dt}}{53,8069 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 0,1849 \text{ ft}^3/\text{dt} = 82,9957 \text{ gal/min}$$



$$D_{i,opt} = 3,9 \cdot q^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \text{ (Peter \& Timmerhaus, pers 15, hal 496)}$$

$$D_{i,opt} = 3,0633 \text{ in}$$

Dari Geankoplis, App.A.5,tabel A.5-1,hal 892 diperoleh :

Nominal Pipe Size = 3 in

Schedule (Sch) = 40

OD = 3,5 in = 0,8890 m

ID = 3,068 in = 0,0792 m

Ap = 47,69.10⁻⁴ m²

$$v = \frac{q}{Ap} = \frac{0,1849}{0,05130} = 3,6043 \frac{ft}{s} = 1,0986 \text{ m/s}$$

$$\mu_{\text{filtrat}} = \mu_{\text{air}} = 0,8007 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}\cdot\text{dt}$$

$$N_{\text{Re}} = \frac{\rho \cdot ID \cdot v}{\mu} = \frac{861,907 \times 0,07792 \times 1,0986}{0,8007 \cdot 10^{-3}} = 92146,5581$$

(turbulen $\rightarrow \alpha=1$)

Bahan konstruksi = Commercial steel

Dari Geankoplis, fig. 2.10-3, hal.88 diperoleh :

$$\varepsilon = 0,000046$$

$$\frac{\varepsilon}{ID} = \frac{0,000046}{0,07792} = 5,9 \cdot 10^{-4}$$

$$f = 0,005$$

Diperkirakan panjang pipa lurus = 9 m dilengkapi dengan 4 buah elbow 90° dan 1 buah gate valve.

Friksi pipa lurus : (Geankoplis, pers 2.10-6, hal 89)

$$F = \frac{4 \cdot f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot ID} = \frac{4 \times 0,005 \times 9 \times 1,0986^2}{2 \times 0,07792} = 1,3940 \frac{J}{kg}$$

Friksi karena sudden contraction : (Geankoplis, pers 2.10-16, hal 93)

$$hc = 0,55 \cdot \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right) \cdot \frac{v^2}{2\alpha}$$

karena A_2 (tangki) $\gg \gg A_1$ (pipa) maka $A_2/A_1 \approx 0$

$$hc = 0,55 \cdot \frac{v^2}{2\alpha} = 0,55 \cdot \frac{1,0986^2}{2 \times 1} = 0,3319 \frac{J}{kg}$$

Friksi karena sudden expansion : (Geankoplis, pers 2.10-15, hal 93)

$$hex = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right) \cdot \frac{v^2}{2\alpha}$$

karena A_1 (tangki) $\gg \gg A_2$ (pipa) maka $A_1/A_2 \approx 0$

$$hex = \frac{v^2}{2\alpha} = \frac{1,0986^2}{2 \times 1} = 0,6035 \frac{J}{kg}$$

Friksi pada elbow 90^0 : (Geankoplis, pers 2.10-17, hal 94)

$$hf_{el} = K_f \cdot \frac{v^2}{2}$$

Dari Geankoplis, tabel 2.10-1, hal 93 untuk elbow 90^0 , $K_f = 0,75$

Jumlah elbow $90^0 = 4$

$$hf_{el} = 4 \times 0,75 \times \frac{1,0986^2}{2} = 1,8104 \frac{J}{kg}$$

Friksi pada valve : (Geankoplis, pers 2.10-17, hal 94)

$$hf_v = K_f \cdot \frac{v^2}{2}$$

Dari Geankoplis, tabel 2.10-1, hal.93 untuk gate valve, $K_f = 0,17$

Jumlah gate valve = 1

$$hf_v = 1 \times 0,17 \times \frac{1,0986^2}{2} = 0,10258 \frac{J}{kg}$$

Total friksi = $\Sigma F = F_f + hc + hex + hf_{el} + hf_v$

$$= 1,3940 + 0,3319 + 0,6035 + 1,8104 + 0,10258$$

$$= 4,2424 \text{ J/kg}$$

$$P_1 = 1 \text{ atm}$$

$$P_2 = 1,1 \text{ atm}$$

$$P_2 - P_1 = 0,1 \text{ atm} = 10132,5 \text{ N/m}^2$$

$$Z_2 - Z_1 = 3 \text{ m}$$

$$v_1 = 0 ; v_2 = 1,0986 \text{ m/s}$$

Persamaan Bernoulli :

$$\frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2\alpha} + g \cdot (Z_2 - Z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \Sigma F + W_s = 0$$

$$\frac{(1,0986^2 - 0^2)}{2 \times 1} + 9,8 \cdot (3) + \frac{10132,5}{861,907} + 4,242 + W_s = 0$$

$$W_s = -45,8464 \text{ J/kg}$$

Dari Geankoplis, fig. 3.3-2, hal. 136 diperoleh efisiensi pompa :

$$\eta = 40 \%$$

$$\text{break hp} = \frac{-Ws.m}{\eta.550} = \frac{45,8464.11,5379}{0,4.550} = 2,4044 \text{ hp}$$

Dari Peter & Timmerhaus, fig.14-38, hal.521 diperoleh:

Efisiensi motor = $\eta = 82\%$

$$\text{Power motor} = \frac{\text{break hp}}{\eta} = \frac{2,4044}{0,82} = 2,9322 \text{ hp} \approx 3 \text{ hp}$$

Spesifikasi Alat

Laju alir	: 0,18 ft ³ /detik
Nominal pipe size	: 0,25 ft Sch 40
ID pipa	: 0,28 ft
OD pipa	: 0,29 ft
Power motor	: 3 hp
Bahan konstruksi	: commercial steel
Jumlah	: 1 unit

10. Tangki Penampung Sementara (F-142)

Fungsi : untuk menampung sementara larutan hasil ekstraksi

Type : silinder tegak berpengaduk dengan tutup atas berbentuk dished head dan tutup bawah berbentuk konis

Dasar pemilihan : semua bahan pada tangki ekstraktor tidak ada yang tertinggal

Kondisi operasi : P = 1 atm

Kontinyu

Kapasitas bubuk kopi = 35453,7931 kg/hari = 1477,2414 kg/jam

Kapasitas air = 354537,9309 kg/hari = 14772,4138 kg/jam

Asumsi :

a. Waktu tinggal = 2 jam

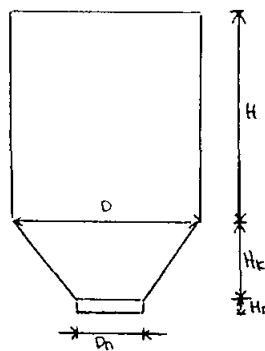
b. $\frac{H}{D} = 1$

c. Diameter nozzle (D_n) = 1,5 ft

ρ bubuk kopi = 350 kg/m^3

ρ air = $965,34 \text{ kg/m}^3$

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik feed masuk} &= \frac{35453,7931}{350} + \frac{354537,9309}{965,34} \\ &= 101,2965 + 367,2674 \\ &= 468,5639 \text{ m}^3/\text{hari} = 19,5235 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$



Keterangan :

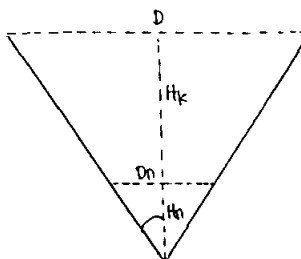
D = diameter shell

H = tinggi shell

H_k = tinggi konis

H_n = tinggi nozzle

D_n = diameter nozzle



Dari gambar dapat dicari persamaan untuk menghitung H_n dan H_k

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

$$Hk = \frac{D}{2 \times \tan \alpha} - \frac{Dn}{2 \times \tan \alpha}$$

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

$$\text{Volume konis} = \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times Hk - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

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

$$19,5235 \times \frac{100}{80} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H + \left(\frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times Hk - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \right)$$

D = H, maka dengan menggunakan cara trial and error didapatkan :

$$D = 2,91266 \text{ m} \approx 12 \text{ ft}$$

$$H = 2,91266 \text{ m} = 9,5564 \text{ ft}$$

$$Hk = 2,2585 \text{ m} = 7,4166 \text{ ft}$$

$$\text{Tinggi cairan dalam tangki} = H + Hk$$

$$= 12 + 7,4166$$

$$= 19,4166 \text{ ft}$$

$$P \text{ hidrostatik} = \frac{\rho \times H_{tot}}{144} \quad (\text{Brownell \& Young, p.45, eq.3.17})$$

$$= \frac{62,37 \times 19,4166}{144} = 8,0498 \text{ psi}$$

$$P \text{ design} = 1,1 P = 1,1 \times 8,0498$$

$$= 9,25078 \text{ psi}$$

Tebal Shell

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f_{all} \cdot E - 0,6P} \quad (\text{Brownell \& Young, p.254, eq13.1})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 9,25078 \text{ psi}$$

$$ID = \text{diameter shell} = 144 \text{ in}$$

$$r_i = \text{jari-jari shell} = 72 \text{ in}$$

$$f_{all} = \text{allowable stress} = 15600 \text{ lb/inc}^2$$

(Stainless steel type 306, Perry 5th 6ed.)

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

$$t_s = \frac{9,25078 \times 72}{15600 \times 0,8 - 0,6 \times 9,25078}$$

$$= 0,05339 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal Atas, Dished head

$$P \text{ design} = 0 \text{ psi}$$

$$\text{Untuk tebal tutup atas langsung ditentukan} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal Konis

Untuk ½ sudut puncak (α) tidak lebih besar dari 30°C digunakan persamaan 6.154, p.118, Brownell & Young

$$t_c = \frac{P \cdot ID}{2 \cos \alpha \cdot (f \cdot E - 0,6P)}$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 9,25078 \text{ psi}$$

$$ID = \text{diameter shell} = 144 \text{ in}$$

$$f_{all} = \text{allowable stress} = 15600 \text{ lb/inc}^2$$

(Stainless steel type 306, Perry 5th 6ed.)

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

$$t_c = \frac{9,25078 \times 144}{2 \cos 30 \cdot (15600 \times 0,8 - 0,6 \times 9,25078)}$$

$$t_c = 0,06165 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Spesifikasi Alat:

Kapasitas maksimum	: 861,80 ft ³
Kapasitas operasi	: 689,44 ft ³
Tinggi tangki	: 19,42 ft
Diameter shell	: 12 ft
Tebal shell	: 0,02 ft
Tebal flat atas	: 0,02 ft
Tebal konis	: 0,02 ft
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

11. Pompa (L-143)

Fungsi : mengalirkan slurry dari tangki panampungan sementara menuju filter press

Type : Centrifugal pump

Perhitungan

Rate filtrat : Kopi = 32772,4138 kg/hari

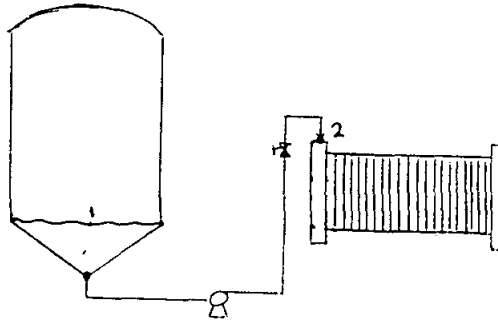
Air = 357219,3102 kg/hari

Rate filtrat total = 389991,7240 kg/hari = 9,9511 lb/dt

ρ filtrat = 861,907 kg/m³ = 53,8069 lb/ft³

$$q = \frac{\text{rate filtrat}}{\rho} = \frac{9,9511 \text{ lb/dt}}{53,8069 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 0,1849 \text{ ft}^3/\text{dt} = 82,9957 \text{ gal/min}$$



$$D_{i,opt} = 3,9 \cdot q^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \text{ (Peter \& Timmerhaus, pers 15, hal 496)}$$

$$D_{i,opt} = 3,0075 \text{ in}$$

Dari Geankoplis, App.A.5, tabel A.5-1, hal 892 diperoleh :

$$\text{Nominal Pipe Size} = 3 \text{ in}$$

$$\text{Schedule (Sch)} = 40$$

$$\text{OD} = 3,5 \text{ in} = 0,8890 \text{ m}$$

$$\text{ID} = 3,068 \text{ in} = 0,0792 \text{ m}$$

$$A_p = 47,69 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$v = \frac{q}{A_p} = \frac{0,1849}{0,05130} = 3,6043 \frac{ft}{s} = 1,0986 \text{ m/s}$$

$$\mu_{\text{filtrat}} = \mu_{\text{air}} = 0,8007 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.dt}$$

$$N_{Re} = \frac{\rho \cdot ID \cdot v}{\mu} = \frac{861,907 \times 0,07792 \times 1,0986}{0,8007 \cdot 10^{-3}} = 92146,5581$$

(turbulen $\rightarrow \alpha=1$)

Bahan konstruksi = Commercial steel

Dari Geankoplis, fig. 2.10-3, hal.88 diperoleh :

$$\varepsilon = 0,000046$$

$$\frac{\varepsilon}{ID} = \frac{0,000046}{0,07792} = 5,9 \cdot 10^{-4}$$

$$f = 0,005$$

Diperkirakan panjang pipa lurus = 9 m dilengkapi dengan 4 buah elbow 90⁰ dan 1 buah gate valve.

Friksi pipa lurus : (Geankoplis, pers 2.10-6, hal 89)

$$F = \frac{4 \cdot f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot ID} = \frac{4 \times 0,005 \times 9 \times 1,0986^2}{2 \times 0,07792} = 1,3940 \frac{J}{kg}$$

Friksi karena sudden contraction : (Geankoplis, pers 2.10-16, hal 93)

$$hc = 0,55 \cdot \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right) \frac{v^2}{2\alpha}$$

karena A₂ (tangki) >>> A₁ (pipa) maka A₂/A₁ ≈ 0

$$hc = 0,55 \cdot \frac{v^2}{2\alpha} = 0,55 \cdot \frac{1,0986^2}{2 \times 1} = 0,3319 \frac{J}{kg}$$

Friksi karena sudden expansion : (Geankoplis, pers 2.10-15, hal 93)

$$hex = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right) \frac{v^2}{2\alpha}$$

karena A₁ (tangki) >>> A₂ (pipa) maka A₁/A₂ ≈ 0

$$hex = \frac{v^2}{2\alpha} = \frac{1,0986^2}{2 \times 1} = 0,6035 \frac{J}{kg}$$

Friksi pada elbow 90⁰ : (Geankoplis, pers 2.10-17, hal 94)

$$hf_{el} = K_f \cdot \frac{v^2}{2}$$

Dari Geankoplis, tabel 2.10-1, hal 93 untuk elbow 90⁰, K_f = 0,75

Jumlah elbow 90⁰ = 4

$$hf_{el} = 4 \times 0,75 \times \frac{1,0986^2}{2} = 1,8104 \frac{J}{kg}$$

Friksi pada valve : (Geankoplis, pers 2.10-17, hal 94)

$$hf_v = K_f \cdot \frac{v^2}{2}$$

Dari Geankoplis, tabel 2.10-1, hal.93 untuk gate valve, $K_f = 0,17$

Jumlah gate valve = 1

$$h_{fv} = 1 * 0,17 * \frac{1,0986^2}{2} = 0,10258 \frac{J}{kg}$$

Total friksi = $\Sigma F = F + h_c + h_{ex} + h_{fel} + h_{fv}$

$$\begin{aligned} &= 1,3940 + 0,3319 + 0,6035 + 1,8104 + 0,10258 \\ &= 4,2424 \text{ J/kg} \end{aligned}$$

$P_1 = 1 \text{ atm}$

$P_2 = 2,04 \text{ atm}$

$P_2 - P_1 = 2,04 \text{ atm} = 20678,6 \text{ N/m}^2$

$Z_2 - Z_1 = 3 \text{ m}$

$v_1 = 0$; $v_2 = 1,0986 \text{ m/s}$

Persamaan Bernoulli :

$$\frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2\alpha} + g.(Z_2 - Z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \Sigma F + W_s = 0$$

$$\frac{(1,0986^2 - 0^2)}{2 \times 1} + 9,8.(3) + \frac{20678,6}{861,907} + 4,242 + W_s = 0$$

$W_s = -45,8464 \text{ J/kg}$

Dari Geankoplis, fig. 3.3-2, hal.136 diperoleh efisiensi pompa :

$\eta = 40 \%$

$$\text{break hp} = \frac{-W_s.m}{\eta.550} = \frac{45,8464.11,5379}{0,4.550} = 2,4044 \text{ hp}$$

Dari Peters & Timmerhaus, fig.14-38, hal.521 diperoleh:

Efisiensi motor = $\eta = 82 \%$

Efisiensi motor = $\eta = 82 \%$

$$\text{Power motor} = \frac{\text{break hp}}{\eta} = \frac{2,4044}{0,82} = 2,9322 \text{ hp} \approx 3 \text{ hp}$$

Spesifikasi Alat

Laju alir	: 0,18 ft ³ /detik
Nominal pipe size	: 0,25 ft Sch 40
ID pipa	: 0,28 ft
OD pipa	: 0,29 ft
Power motor	: 3 hp
Bahan konstruksi	: commercial steel
Jumlah	: 1 unit

12. Filter Press (H-140)

Fungsi	: memisahkan antara larutan dan padatan hasil ekstraksi
Type	: plate and frame filter press
Dasar pemilihan	: cocok untuk kapasitas besar
Kondisi operasi	: P = 1 atm

$$\text{Densitas cake} = 515,9320 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Jumlah cake} = 25820,5861 \text{ kg/hari} = 1075,8577 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume cake} &= \frac{\text{jumlah cake}}{\rho_{\text{cake}}} \\ &= \frac{1075,8577 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{515,9320 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \\ &= 2,0852 \text{ m}^3 = 73,637 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Dari Perry ed.5, hal 19-67, didapatkan :

$$\text{Ukuran filter} = 3,755 \text{ ft} \times 3,755 \text{ ft}$$

$$A_{\text{efektif}} = 28,2 \text{ ft}^2$$

$$\text{Volume cake tiap frame} = \frac{A_{\text{efektif}}}{2} \times \text{tebal frame} = \frac{28,2}{2} \text{ ft}^2 \times \frac{2,5}{12} \text{ ft}$$

$$\text{Jumlah frame} = \frac{\text{volume cake}}{\text{volume cake tiap frame}} = \frac{73,6371}{2,9375} = 25,0679 \approx 26$$

Jumlah plate and frame total = $(26 \times 2) + 1 = 53$ buah

Panjang alat = $53 \text{ buah} \times 2,5 \text{ in/buah} \times 2,54 \text{ cm} \times 1/100$
 $= 3,3655 \text{ m}$

Spesifikasi alat

Kapasitas : 2371,84 lb/jam

Jumlah plate and frame : 53 buah

Panjang alat : 11,04 ft

13. Tangki Penampung Sementara (F-152)

Fungsi : untuk menampung sementara larutan keluar filter press

Type : silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk dished head

Kondisi operasi : $P = 1 \text{ atm}$

Kapasitas bubuk kopi = $17280 \text{ kg/hari} = 720 \text{ kg/jam}$

Kapasitas air = $346891,0343 \text{ kg/hari} = 14453,7934 \text{ kg/jam}$

Asumsi :

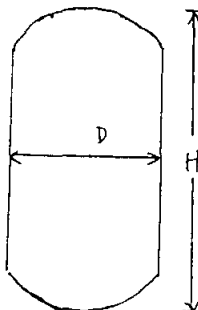
a. Waktu tinggal = 1 jam

b. $\frac{H}{D} = 1$

ρ bubuk kopi = 350 kg/m^3

ρ air = $995,68 \text{ kg/m}^3$

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik feed masuk} &= \frac{17280}{350} + \frac{346891,0343}{995,68} \\ &= 49,3714 + 348,3961 \\ &= 397,7675 \text{ m}^3/\text{hari} = 16,5737 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$



Keterangan :

D = diameter shell

H = tinggi shell

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

$$16,5736 \times 1,2 = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times D$$

$$D = 2,9365 \text{ m} \approx 12 \text{ ft}$$

$$H = 2,9365 \text{ m} = 9,655 \text{ ft} \approx 12 \text{ ft}$$

Tinggi cairan dalam tangki = H

$$= 12 \text{ ft}$$

$$P \text{ hidrostatis} = \frac{\rho \times H_{tot}}{144} \quad (\text{Brownell \& Young, p.45, eq.3.17})$$

$$= \frac{62,37 \times 12}{144} = 5,1975 \text{ psi}$$

$$P \text{ design} = 1,1 \times 5,1975 = 5,717 \text{ psi}$$

Tebal Shell

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f_{all} \cdot E - 0,6P} \quad (\text{Brownell \& Young, p.254, eq13.1})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 5,71725 \text{ psi}$$

$$ID = \text{diameter shell} = 144 \text{ inch}$$

$$f_{all} = \text{allowable stress} = 16250 \text{ lb/inc}^2$$

(Stainless steel type 306, Perry 5th 6ed.)

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

$$t_s = \frac{5,7172.72}{16250.0,8 - 0,6.5,7172}$$

$$= 0,0316 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal Atas, dished head

P design = 0 psi

Untuk tebal tutup atas langsung ditentukan = $\frac{3}{16}$ in

Tebal tutup bawah

$$t_b = \frac{P.ID}{2.f_{all}.E} \quad (\text{Brownell \& Young, p.45, eq3.16})$$

dimana,

P = tekanan design = 5,71725 psia

ID = diameter shell = 144 inch

f_{all} = allowable stress = 16250 lb/inc²

(Stainless steel type 306, Perry 5th 6ed.)

E = efisiensi sambungan = 80 %

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

$$t_s = \frac{0,885 \times 5,71725 \times 72}{16250 \times 0,8 - 0,1.5,71725}$$

$$= 0,028 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Spesifikasi Alat:

Kapasitas maksimum : 702,32 ft³

Kapasitas operasi : 585,27 ft³

Tinggi tangki : 12 ft

Diameter shell : 12 ft

Tebal shell	: 0,02 ft
Tebal tutup atas	: 0,02 ft
Tebal tutup bawah	: 0,02 ft
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

14. Pompa (L-151)

Fungsi : mengalirkan larutan dari tangki panampungan sementara menuju spray dryer

Type : Centrifugal pump

Perhitungan

Rate filtrat : Kopi = 17280 kg/hari

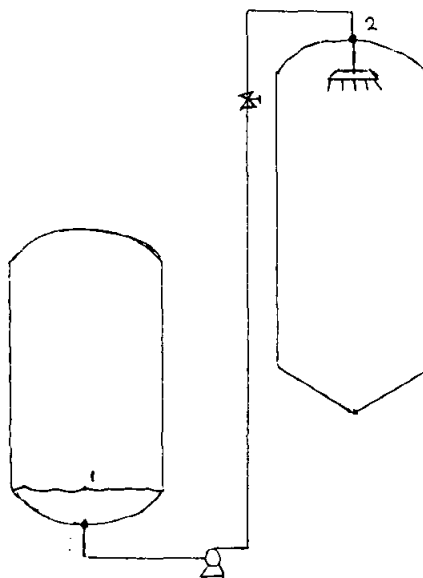
Air = 357219,3102 kg/hari

Rate filtrat total = 374499,3102 kg/hari = 9,553 lb/dt

ρ filtrat = 861,907 kg/m³ = 53,8069 lb/ft³

$$q = \frac{\text{rate filtrat}}{\rho} = \frac{9,553 \text{ lb/dt}}{53,8069 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 0,1775 \text{ ft}^3/\text{dt} = 79,6916 \text{ gal/min}$$



$$D_{i,opt} = 3,9 \cdot q^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \text{ (Peter \& Timmerhaus, pers 15, hal 496)}$$

$$D_{i,opt} = 3,0075 \text{ in}$$

Dari Geankoplis, App.A.5,tabel A.5-1,hal 892 diperoleh :

Nominal Pipe Size	= 3 in
Schedule (Sch)	= 40
OD	= 3,5 in = 0,8890 m
ID	= 3,068 in = 0,0792 m
Ap	= $47,69 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$$v = \frac{q}{Ap} = \frac{0,1849}{0,05130} = 3,6043 \frac{ft}{s} = 1,0986 \text{ m/s}$$

$$\mu_{filtrat} = \mu_{air} = 0,8007 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.dt}$$

$$N_{Re} = \frac{\rho \cdot ID \cdot v}{\mu} = \frac{861,907 \times 0,07792 \times 1,0986}{0,8007 \cdot 10^{-3}} = 92146,5581$$

(turbulen $\rightarrow \alpha=1$)

Bahan konstruksi = Commercial steel

Dari Geankoplis, fig. 2.10-3, hal.88 diperoleh :

$$\varepsilon = 0,000046$$

$$\frac{\varepsilon}{ID} = \frac{0,000046}{0,07792} = 5,9 \cdot 10^{-4}$$

$$f = 0,005$$

Diperkirakan panjang pipa lurus = 10 m dilengkapi dengan 4 buah elbow 90° dan 1 buah gate valve.

Friksi pipa lurus : (Geankoplis, pers 2.10-6, hal 89)

$$F = \frac{4 \cdot f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot ID} = \frac{4 \times 0,005 \times 10 \times 1,0986^2}{2 \times 0,07792} = 1,5489 \frac{J}{kg}$$

Friksi karena pengecilan pada atomizer

$$F_a = \frac{\Delta P}{\rho} = \frac{20000}{861,9070} = 23,204 \frac{J}{kg}$$

Friksi karena sudden contraction : (Geankoplis, pers 2.10-16, hal 93)

$$hc = 0,55 \cdot \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right) \cdot \frac{v^2}{2\alpha}$$

karena A_2 (tangki) $\gg \gg A_1$ (pipa) maka $A_2/A_1 \approx 0$

$$hc = 0,55 \cdot \frac{v^2}{2\alpha} = 0,55 \cdot \frac{1,0986^2}{2 \times 1} = 0,3319 \frac{J}{kg}$$

Friksi karena sudden expansion : (Geankoplis, pers 2.10-15, hal 93)

$$hex = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right) \frac{v^2}{2\alpha}$$

karena A_1 (tangki) $\gg \gg A_2$ (pipa) maka $A_1/A_2 \approx 0$

karena A_1 (tangki) $\gg \gg A_2$ (pipa) maka $A_1/A_2 \approx 0$

$$hex = \frac{v^2}{2\alpha} = \frac{1,0986^2}{2 \times 1} = 0,6035 \frac{J}{kg}$$

Friksi pada elbow 90° : (Geankoplis, pers 2.10-17, hal 94)

$$hfel = K_f \cdot \frac{v^2}{2}$$

Dari Geankoplis, tabel 2.10-1, hal 93 untuk elbow 90° , $K_f = 0,75$

Jumlah elbow $90^\circ = 4$

$$hfel = 4 \times 0,75 \times \frac{1,0986^2}{2} = 1,8104 \frac{J}{kg}$$

Friksi pada valve : (Geankoplis, pers 2.10-17, hal 94)

$$hfv = K_f \cdot \frac{v^2}{2}$$

Dari Geankoplis, tabel 2.10-1, hal.93 untuk gate valve, $K_f = 0,17$

Jumlah gate valve = 1

$$hfv = 1 \times 0,17 \times \frac{1,0986^2}{2} = 0,1026 \frac{J}{kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Total friksi} &= \Sigma F = F + Fa + hc + hex + hfel + hfv \\ &= 1,5489 + 23,204 + 0,3319 + 0,6035 + 1,8104 + 0,1026 \\ &= 27,6013 \text{ J/kg} \end{aligned}$$

$$P_1 = 1 \text{ atm}$$

$$P_2 = 1,1 \text{ atm}$$

$$P_2 - P_1 = 0,1 \text{ atm} = 10132,5 \text{ N/m}^2$$

$$Z_2 - Z_1 = 7 \text{ m}$$

$$v_1 = 0 ; v_2 = 1,0986 \text{ m/s}$$

Persamaan Bernoulli :

$$\frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2\alpha} + g \cdot (Z_2 - Z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \sum F + W_s = 0$$

$$\frac{(1,0986^2 - 0^2)}{2 \times 1} + 9,8 \cdot (7) + \frac{10132,5}{861,907} + 27,6013 + W_s = 0$$

$$W_s = -108,5603 \text{ J/kg}$$

Dari Geankoplis, fig. 3.3-2, hal. 136 diperoleh efisiensi pompa :

$$\eta = 40 \%$$

$$\text{break hp} = \frac{-W_s \cdot m}{\eta \cdot 550} = \frac{108,5603 \cdot 11,5379}{0,4 \cdot 550} = 5,693 \text{ hp}$$

Dari Peters & Timmerhaus, fig. 14-38, hal. 521 diperoleh:

$$\text{Efisiensi motor} = \eta = 86 \%$$

$$\text{Power motor} = \frac{\text{break Hp}}{\eta} = \frac{5,693}{0,86} = 6,6197 \text{ hp} \approx 7 \text{ hp}$$

Spesifikasi Alat

Laju alir : 0,18 ft³/detik

Nominal pipe size : 0,25 ft Sch 40

ID pipa : 0,28 ft

OD pipa : 0,29 ft

Power motor : 7 hp

Bahan konstruksi : commercial steel

Jumlah : 1 unit

15. Spray Drier (D-150)

Dryer bekerja secara kontinyu 24 jam.

Feed masuk terdiri dari :

$$\text{Bubuk kopi} = 720 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Air} = 14453,7931 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Total} = 15173,7931 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kadar air mula-mula} = \frac{14453,7931}{15281,3793} \times 100\% = 95,25\%$$

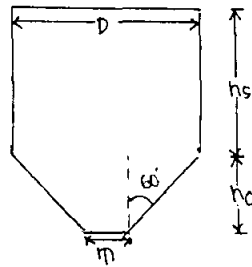
Dari perhitungan neraca panas pada Appendix B diketahui :

$$\text{Air yang menguap} = 346171,0343 \text{ kg/hari} = 14423,7931 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Tepung yang keluar sebagai produk} = 18000 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Kadar air pada produk} = 4 \%$$

$$\text{Laju pengeringan} = \text{air yang menguap} = 14423,7931 \text{ kg/jam} = 3179,869 \text{ lb/jam}$$



$$\text{Suhu udara masuk} = 150 \text{ } ^\circ\text{C} = 302 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Suhu udara keluar} = 105 \text{ } ^\circ\text{C} = 221 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Dari Fig.20-72, Perry ed.5,p.20-63, memperoleh data :

$$\text{Volume chamber} = 7000 \text{ ft}^3$$

$$\text{Diameter chamber} = 23,5 \text{ ft} = 7,162 \text{ m} \approx 7,2 \text{ m}$$

$$m = 12 \text{ in} = 1 \text{ ft}$$

$$hs = 0,4 D$$

$$= 0,4 \times 23,5 = 9,4 \text{ ft} = 2,86 \text{ m}$$

$$\text{Volume silinder} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot hs = \frac{\pi}{4} \cdot 23,5^2 \cdot 9,4 = 4077,1196 \text{ ft}^3 = 115,452 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume konis} = \text{volume total} - \text{volume silinder}$$

$$= 7000 - 4077,1196$$

$$= 2922,88 \text{ ft}^3 = 82,7672 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume konis} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot hc \cdot (D^2 + D.M + M^2)$$

$$2922,88 = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot hc \cdot (23,5^2 + 23,5 \cdot 1 + 1^2)$$

$$hc = 19,3577 \text{ ft} = 5,9 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi total} = h_s + h_c$$

$$= 2,86 + 5,9$$

$$= 8,76 \text{ m}$$

Untuk shell, tutup bagian atas, dan bawah dipilih bahan konstruksi :

Stainless steel type 414

$$f = 15100$$

$$E = 0,85 \text{ (single welded butt joint)}$$

$$r_i = 11,75 \text{ ft} = 141 \text{ in}$$

$$P = 14,7 \text{ psia}$$

Tebal shell

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f_{all} \cdot E - 0,6P} \quad (\text{Brownell \& Young, p.254, eq13.1})$$

$$t_s = \frac{14,7 \times 141}{15100 \times 0,85 - 0,6 \cdot 14,7}$$

$$= 0,1719 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal konis

$$t_c = \frac{P \cdot D}{2 \cdot \cos \alpha \cdot (f \cdot E - 0,6P)} = \frac{14,7 \cdot 141}{2 \cdot \cos 30(15100 \cdot 0,85 - 0,6 \cdot 14,7)}$$

$$t_c = 0,0933 \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal tutup atas

$$t_a = \frac{P.rc.W}{2.f.E - 0,2P}$$

$$rc = 70,5 \text{ in}$$

$$W = 1,7995$$

$$t_a = \frac{14,7.70,5.1,7995}{2.15100.0,85 - 0,2.14,7} = 0,0726 \text{ inch} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Atomizer

Jenis : centrifugal dish

Menentukan putaran centrifugal dish :

$$\frac{D_{vs}}{r} = 0,4 \left[\frac{\Gamma}{\rho_L N r^2} \right]^{0,6} \left[\frac{\mu}{\Gamma} \right]^{0,2} \left[\frac{\alpha \rho_L L_w}{\Gamma^2} \right]^{0,1} \quad (\text{Perry, ed.6, eq.20-49})$$

$$D_{vs} = \text{diameter semprotan rata-rata} = 1,47 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 4,8216 \cdot 10^{-4}$$

$$D_i = \text{diameter dish} = 0,25 \text{ m} = 0,82 \text{ ft}$$

$$r = \text{jari-jari dish} = 0,41 \text{ ft}$$

$$\Gamma = \text{kecepatan massa semprotan dari wetted dish peripheral, lb/min.ft}$$

$$\rho_L = \text{densitas slurry} = 861,46 \text{ kg/m}^3 = 53,7812 \text{ lb/ft}^3$$

$$N = \text{putaran dish} = \text{rpm}$$

$$\mu = \text{viskositas liquid} = 0,3243 \text{ kg/m.s} = 0,2175 \text{ lb/ft.s}$$

$$\alpha = \text{liquid retension, lb/min}^2$$

$$L_w = \text{wetted dish peripheral} = \pi \cdot d_i = 2,5761 \text{ ft}$$

$$\Gamma = \frac{\text{massa feed masuk}}{L_w} = \frac{366753,1033 \times 2,2046}{2,5761 \times 24 \times 60} = 44,8455 \text{ lb/min.ft}$$

dimana :

$$(P) = \text{komponen parachor} = 271,7$$

$$\rho_L = \text{densitas liquid} = 4,66 \times 10^{-3} \text{ mol/cm}^3$$

$$\alpha = \text{dyne/cm}$$

pada tekanan rendah, $\rho_L \gg \rho_G$, maka ρ_G dapat diabaikan

$$\alpha^{(1/4)} = (271,7) \cdot (4,66 \cdot 10^{-3}) = 2,5696 \text{ dyne/cm} = 20,3975 \text{ lb/min}^2$$

$$\frac{4,8216 \cdot 10^{-4}}{0,41} = 0,4 \cdot \left[\frac{44,8455}{53,78 \cdot N \cdot 0,41^2} \right]^{0,6} \left[\frac{0,2175}{44,8455} \right]^{0,2} \left[\frac{20,3975 \cdot 53,78 \cdot 2,5761}{44,8455} \right]^{0,1}$$

$$N = 15200 \text{ rpm}$$

Menghitung power yang dibutuhkan

$$P = 1,04 \cdot 10^{-8} (r \cdot N)^2 \cdot W$$

P = netto horse power

$$r = \text{jari-jari dish} = 0,41 \text{ ft}$$

$$N = \text{putaran dish} = 15200 \text{ rpm}$$

$$W = \text{kecepatan feed} = 123,788 \text{ lb/min}$$

$$P = 1,04 \cdot 10^{-8} (0,41 \cdot 15200)^2 \cdot 123,788 \\ = 49,99 \text{ hp} \approx 50 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat :

Tangki

Kapasitas operasi	: 4077,00 ft ³
Tinggi tangki	: 19,42 ft
Diameter shell	: 23,50 ft
Tebal shell	: 0,02 ft
Tebal flat atas	: 0,02 ft
Tebal konis	: 0,02 ft
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

Atomizer

Tipe	: centrifugal dish
Diameter dish	: 0,82 ft
Diameter semprotan rata-rata	: $4,82 \cdot 10^{-4}$ ft
Kecepatan putaran dish	: 15200 rpm
Kecepatan massa semprotan	: 44,85 lb.ft/min
Power	: 50 hp

Jumlah : 1 unit

16. Screw Conveyor (J-153)

Fungsi : sebagai alat transportasi dari spray dryer menuju tangki kopi instan

Type : standar pitch screw conveyor

Dasar pemilihan : ekonomis, pemeliharaan mudah

Kapasitas : 750 kg/jam

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}C$

$$P = 1 \text{ atm}$$

Dari Perry 6th ed, table 7-6, p.7-7

Untuk kapasitas 5 ton/ jam

Diameter flights = 9 inch

Diameter poros screw = 2 inch

Kecepatan screw = 40 rpm

Diameter lubang feed = 6 inch

Panjang screw = 15 ft

Daya motor = 0,43 hp

Perhitungan :

Kecepatan screw untuk kapasitas 750 kg/jam

$$= \frac{0,75}{5} \times 40 \text{ rpm}$$

$$= 6 \text{ rpm}$$

Daya motor untuk kapasitas 750 kg/jam

$$= \frac{0,75}{5} \times 0,43 \text{ hp}$$

$$= 0,0645 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas : 1653,45 lb/jam

Panjang	: 15 ft
Diamater flights	: 0,75 ft
Diameter poros screw	: 0,17 ft
Diameter lubang feed	: 0,50 ft
Kecepatan screw	: 6 rpm
Power	: 1 hp
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

17. Cyclone (H-154)

Fungsi : untuk memisahkan bubuk kopi instan yang keluar bersama uap air dari spray dryer

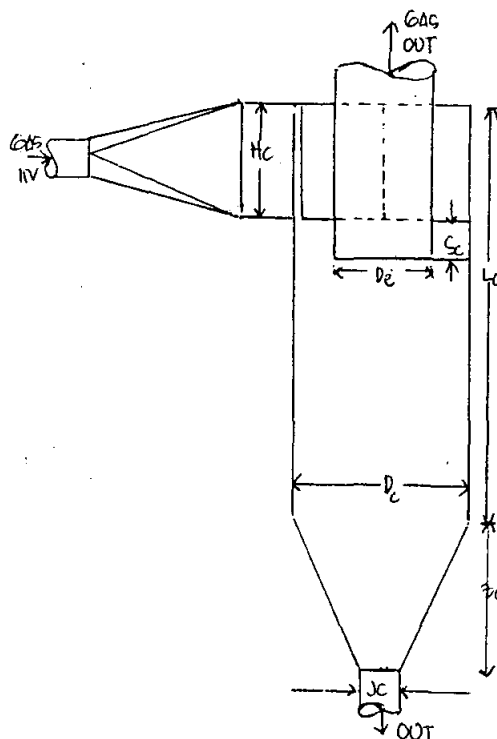
Kapasitas :

Kopi instan = 17,9 kg/hari

Uap air = 346171,0343 kg/hari

Udara panas = 11841958,413 kg/hari

Dari Bab VI didapat bahwa nozzle pengeluaran gas buang dari spray dryer menggunakan pipa dengan diameter dalam sebesar 12,09 in



$$B_c = \frac{D_c}{4} \quad L_c = 2 D_c \quad J_c = \frac{D_c}{4}$$

$$D_e = \frac{D_c}{2} \quad S_c = \frac{D_c}{8} \quad (\text{Perry, 5}^{\text{th}} \text{ ed., Fig. 20-96, p. 20-82})$$

$$H_c = \frac{D_c}{2} \quad Z_c = 2 D_c$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang nozzle} &= \frac{1}{4} \pi \cdot 12,09^2 \\ &= 114,8001 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Luas penampang gas input = luas penampang nozzle rotary

$$H_c \cdot B_c = \frac{D_c}{2} \times \frac{D_c}{4}$$

$$D_c = 30,305 \text{ in} \approx 30,5 \text{ in}$$

$$B_c = \frac{30,5}{4} = 7,625 \text{ in}$$

$$D_e = \frac{30,5}{2} = 15,25 \text{ in}$$

$$H_c = \frac{30,5}{2} = 15,25 \text{ in}$$

$$S_c = \frac{30,5}{8} = 3,8125 \text{ in}$$

$$J_c = \frac{30,5}{4} = 7,625 \text{ in}$$

$$L_c = 30,5 \times 2 = 61 \text{ in}$$

$$Z_c = 30,5 \times 2 = 61 \text{ in}$$

Spesifikasi alat

Dc : 2,54 ft

Bc : 0,64 ft

De : 1,27 ft

Hc : 1,27 ft

Sc : 0,32 ft

Jc	: 0,64 ft
Lc	: 5,08 ft
Zc	: 5,08 ft

18. Tangki Kopi Instan (F-160)

Fungsi : sebagai tempat penampungan sementara kopi instan

Type : segi empat dengan penampang atas berbentuk bujursangkar dan bagian bawah berbentuk limas

Dasar pemilihan : cocok untuk kapasitas menengah

Kondisi operasi : T = 30°C

$$P = 1 \text{ atm}$$

Asumsi waktu tinggal = 3 hari

Kapasitas bubuk kopi = 18000 kg/hari = 54000 kg/3 hari

ρ jahe instan = 350 kg/m³

Kopi instan yang disimpan = 18000,0000 kg/hari x 3 hari
= 54000,0000 kg

Volume kopi instan = $\frac{45000,0000}{350} = 154,2857 \text{ m}^3$

Volume bin = volume balok + volume limas terpancung

$$\frac{100}{80} \times 154,2857 \text{ m}^3 = 1,25 a^3 + \frac{0,5}{3} a \left[a^2 + \frac{3}{16} a + \frac{3}{16} a + \left(a^2 \cdot \frac{3}{16} a \cdot \frac{3}{16} a \right)^{0,5} \right]$$

$$a = 5,0926 \text{ m}$$

Ukuran bin:

Panjang sisi kotak = a = 5,0926 m

Tinggi bin bagian kotak = 10,1852 m

Tinggi bin bagian limas = 2,5463 m

Panjang mulut limas = 1,2732 m

Spesifikasi alat:

Kapasitas : 119048,40 lb/3 hari

Panjang sisi kotak	: 16,71 ft
Tinggi bin bagian kotak	: 33,42 ft
Tinggi bin bagian limas	: 8,35 ft
Panjang mulut limas	: 4,18 ft

19. Screw Conveyor (J-161)

Fungsi : sebagai alat transportasi dari tangki kopi instan ke ball mill

Type : standar pitch screw conveyor

Dasar pemilihan : ekonomis, pemeliharaan mudah

Kapasitas : 18000,0000 kg/hari

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}C$

$$P = 1 \text{ atm}$$

Dari Perry 6th ed, table 7-6, p.7-7

Untuk kapasitas 5 ton/ jam

Diameter flights	= 9 in
Diameter poros screw	= 2 in
Kecepatan screw	= 40 rpm
Diameter lubang feed	= 6 inch
Panjang screw	= 15 ft
Daya motor	= 0,43 hp

Perhitungan :

Kecepatan screw untuk kapasitas 0,7500 ton/jam

$$= \frac{0,7500}{5} \times 40 \text{ rpm}$$

$$= 6,0000 \text{ rpm}$$

Daya motor untuk kapasitas 0,7500 ton/jam

$$= \frac{0,7500}{5} \times 0,43 \text{ hp}$$

$$= 0,0645 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas	: 1653,45 lb/jam
Panjang	: 15 ft
Diameter flights	: 0,75 ft
Diameter poros screw	: 0,17 ft
Diameter lubang feed	: 0,50 ft
Kecepatan screw	: 6,00 rpm
Daya motor	: 1 hp
Sudut elevasi	: 0°
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

20. Screw Conveyor (J-171)

Fungsi : sebagai alat transportasi dari filter press menuju rotary dryer

Type : standar pitch screw conveyor

Dasar pemilihan : ekonomis, pemeliharaan mudah

Kapasitas : 25820,6896 kg/hari

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}C$

$P = 1 \text{ atm}$

Dari Perry 6th ed, table 7-6, p.7-7

Untuk kapasitas 5 ton/ jam

Diameter flights	= 9 in
Diameter poros screw	= 2 in
Kecepatan screw	= 40 rpm
Diameter lubang feed	= 6 inch
Panjang screw	= 15 ft
Daya motor	= 0,43 hp

Perhitungan :

Kecepatan screw untuk kapasitas 1,0759 ton/jam

$$= \frac{1,0759}{5} \times 40 \text{ rpm}$$

$$= 8,6072 \text{ rpm}$$

Daya motor untuk kapasitas 1,0759 ton/jam

$$= \frac{1,0759}{5} \times 0,43 \text{ hp}$$

$$= 0,0925 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas	: 2371,85 lb/jam
Panjang	: 15 ft
Diameter flights	: 0,75 ft
Diameter poros screw	: 0,17 ft
Diameter lubang feed	: 0,50 ft
Kecepatan screw	: 8,61 rpm
Daya motor	: 1 hp
Sudut elevasi	: 0°
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

21. Rotary Drier (B-170)

Fungsi : mengeringkan bubuk kopi yang masih mengandung air

Type : single shell rotary dryer

Kondisi Operasi :

Feed masuk berupa ampas dengan kadar air 40 %

Kecepatan alir feed = 25819,5861 kg/hari = 2371,0986 lb/jam

Kadar air dalam ampas keluar = 8 %

Suhu feed masuk = 30 °C (86 °F)

Suhu produk keluar = 105 °C (221 °F)

Kecepatan gas masuk = 750810,0273 kg/hari = 68949,387 lb/jam

Range kecepatan udara dalam rotary dryer = 400 – 1400 lb/ft²j

(Perry 6th ed., p.20-36)

diambil : 900 lb/ft²j

Suhu udara panas masuk : 150 °C (302 °F)

Suhu udara panas keluar : 105 °C (221 °F)

Perhitungan:

Menghitung diameter

$$A = \frac{\text{banyaknya udara yang dibutuhkan per jam}}{\text{kecepatan udara dalam dryer}}$$

$$= \frac{68949,387\text{lb/jam}}{900\text{lb/ft}^2.\text{jam}} = 76,6104 \text{ ft}^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$D^2 = \frac{76,6104}{\frac{\pi}{4}}$$

$$D = 9,8764 \text{ ft} \approx 10 \text{ ft}$$

Menghitung panjang :

$$Qt = 0,4 \times L \times D \times G^{0,67} \times \Delta t_m$$

Dimana : Qt = Heat transfer total = 10696683,15 BTU/j

L = Panjang (ft)

D = Diameter rotary dryer (ft)

G = kecepatan udara (lb/ft².jam)

Δt_m = temperatur difference antara gas panas dan material

Menentukan t_m :

$$Nt = \frac{T_1 - T_2}{\Delta t_m} \quad (\text{Perry 6}^{\text{th}} \text{ eq. 20-38 p. 20-32})$$

Range Nt : 1,5 – 2,5

Diambil $N_t = 1,5$

T_1 = temperatur gas masuk, °F

T_2 = temperatur gas keluar, °F

$$\text{Maka : } 2 = \frac{302 - 221}{\Delta t_m} \quad \Delta t_m = 40,5 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Sehingga :

$$10696683,15 = 0,4 \times L \times 10 \times 900^{0,67} \times 40,5$$

$$L = 48,2277 \text{ ft} = 14,7 \text{ m} \approx 15 \text{ m}$$

Chek design :

$$L/D = 4 - 10 \quad (\text{Perry } 6^{\text{th}} \text{ eq. } 20-32)$$

$$L/D = 48,2277 / 10 = 4,822$$

$$D = 10 \text{ ft} = 3,048 \text{ m} \approx 3,1 \text{ m}$$

$$L = 48,2277 \text{ ft} = 14,7 \text{ m} \approx 15 \text{ m}$$

Menentukan kemiringan (slope)

$$\text{Slope (tg } \alpha) = 0 - 1 \text{ in/ft} \quad (\text{Perry } 6^{\text{th}} \text{ pers. } 20-36)$$

$$\text{Diambil slope (tg } \alpha) = 0,7 \text{ in/ft}$$

$$= 0,0625 \text{ ft/ft}$$

$$\alpha = 3,5763 \text{ } ^\circ$$

Menghitung putaran Rotary dryer (N)

Kecepatan peripheral (V) berkisar antara 50 – 300 ft/menit

(Perry 6th pers. 20- 36)

Ditetapkan : 120 ft/menit

$$N = \frac{V}{\pi \times D}$$

dimana :

N : putaran dryer , rpm

V : kecepatan peripheral, ft/menit

D : diameter dryer , ft

$$\text{Maka : } N = \frac{120}{\pi \times 10} = 3,8197 \text{ rpm} \approx 4 \text{ rpm}$$

Menghitung waktu tinggal (time of passage)

$$\theta = \frac{0,23 \times L}{S \times N^{0,9} \times D} + \frac{0,6 \times B \times L \times G}{F} \quad (\text{perry 6}^{\text{th}} \text{ pers. 20-33})$$

dimana :

θ = time of passage , menit

L = Panjang dryer, ft

S = slope dryer

G = kecepatan udara dalam dryer lb/jam ft²

F = kecepatan umpan dalam dryer , lb/jam ft²

B = konstanta yang besarnya tergantung ukuran diameter

$$F = \frac{2120,2050 \text{ lb/jam}}{\frac{\pi}{4} \cdot 7^2} = 55,0924 \text{ lb/j. ft}^2$$

B = 0,0389 (Perry 6th ed.)

maka :

$$\begin{aligned} \theta &= \frac{0,23 \times 61}{0,0625 \times 6^{0,9} \times 7} + \frac{0,6 \times 0,0389 \times 61 \times 900}{2120,2050} \\ &= 6,9979 \text{ menit} \approx 7 \text{ menit} \end{aligned}$$

Menghitung power motor :

Range : $0,5 D^2 - D^2$ (perry 6th ed. p. 20-33)

diambil : $0,5 D^2$

hp : $0,75 \times 10^2 = 75 \text{ hp}$

Spesifikasi alat :

Type : single shell direct rotary dryer

Diameter : 10,17 ft

Panjang : 49,21 ft

- Kemiringan : 3,6 °
- Power motor : 75 hp
- Putaran : 4 rpm
- Bahan konstruksi : low alloy steel SA grade C
- Jumlah : 1 unit

22. Cyclone (H-173)

Fungsi : untuk memisahkan bubuk kopi yang keluar bersama uap air dari rotary dryer

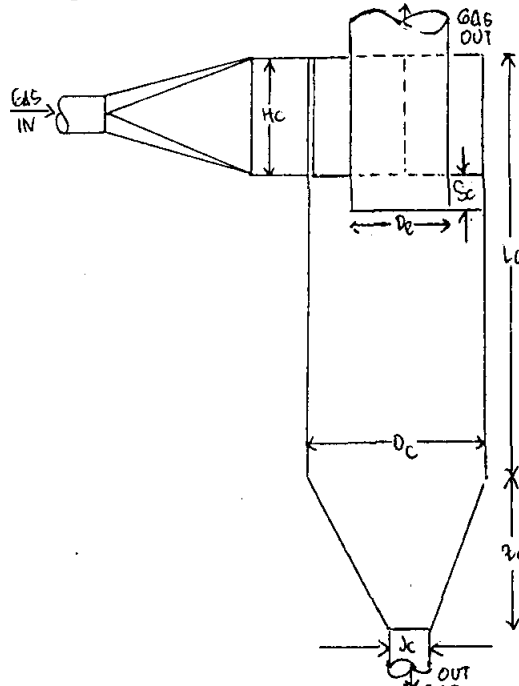
Kapasitas :

Bubuk kopi = 23,2386 kg/hari

Air = 8981,1185 kg/hari

Udara panas = 750810,0273 kg/hari

Dari Bab VI didapat bahwa nozzle pengeluaran gas buang dari spray dryer menggunakan pipa dengan diameter dalam sebesar 12,09 in



$$B_c = \frac{D_c}{4}$$

$$L_c = 2 D_c$$

$$J_c = \frac{D_c}{4}$$

$$D_e = \frac{D_c}{2}$$

$$S_c = \frac{D_c}{8}$$

(Perry, 5th ed., Fig. 20-96, p. 20-82)

$$H_c = \frac{D_c}{2} \quad Z_c = 2 D_c$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang nozzle} &= \frac{1}{4} \pi \cdot 12,09^2 \\ &= 114,8001 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Luas penampang gas input = luas penampang nozzle rotary

$$H_c \cdot B_c = \frac{D_c}{2} \times \frac{D_c}{4}$$

$$D_c = 30,305 \text{ in} \approx 30,5 \text{ in}$$

$$B_c = \frac{30,5}{4} = 7,625 \text{ in}$$

$$D_e = \frac{30,5}{2} = 15,25 \text{ in}$$

$$H_c = \frac{30,5}{2} = 15,25 \text{ in}$$

$$S_c = \frac{30,5}{8} = 3,8125 \text{ in}$$

$$J_c = \frac{30,5}{4} = 7,625 \text{ in}$$

$$L_c = 30,5 \times 2 = 61 \text{ in}$$

$$Z_c = 30,5 \times 2 = 61 \text{ in}$$

Spesifikasi alat

D_c : 2,54 ft

B_c : 0,64 ft

D_e : 1,27 ft

H_c : 1,27 ft

S_c : 0,32 ft

J_c : 0,64 ft

L_c : 5,08 ft

Z_c : 5,08 ft

23. Screw Conveyor (J-172)

Fungsi : sebagai alat transportasi dari rotary dryer menuju tangki kopi bubuk

Type : standar pitch screw conveyor

Dasar pemilihan : cocok untuk memindahkan padatan ukuran kecil

Kapasitas : 700,6248 kg/jam

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}C$

$P = 1 \text{ atm}$

Dari Perry 6th ed, table 7-6, p.7-7

Untuk kapasitas 5 ton/ jam

Diameter flights	= 9 in
Diameter poros screw	= 2 in
Kecepatan csrew	= 40 rpm
Diameter lubang feed	= 6 in
Panjang screw	= 15 ft
Daya motor	= 0,47 hp

Perhitungan :

Kecepatan screw untuk kapasitas 0,7006 ton/jam

$$= \frac{0,7006}{5} \times 40 \text{ rpm}$$

$$= 5,6050 \text{ rpm}$$

Daya motor untuk kapasitas 0,7006 ton/jam

$$= \frac{0,7006}{5} \times 0,43 \text{ hp}$$

$$= 0,06025 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas : 1544,60 lb/jam

Panjang : 15 ft

Diamater flights : 0,75 lb

Diameter poros screw	: 0,17 ft
Diameter lubang feed	: 0,50 ft
Kecepatan screw	: 5,61 rpm
Sudut elevasi	: 20 °
Daya motor	: 1 hp
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

24. Tangki Penampung Kopi Bubuk (F-174)

Fungsi : untuk menampung sementara kopi bubuk yang telah selesai di proses.

Type : segi empat dengan penampang atas berbentuk bujur sangkar dan bagian bawah berbentuk limas

Dasar pemilihan : sesuai untuk kapasitas menengah

Kondisi operasi : P = 1 atm

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

Asumsi : waktu tinggal = 3 hari

Kapasitas : 16838,2330 kg/hari

ρ jahe instan = 273 kg/m³

Kopi instan yang disimpan = 16838,2330 kg/hari x 3 hari

$$= 50415,6990 \text{ kg}$$

$$\text{Volume kopi instan} = \frac{50415,6990}{273} = 185,0355 \text{ m}^3$$

Volume bin = volume balok + volume limas terpancung

$$\frac{100}{80} \times 185,0355 \text{ m}^3 = 1,25 a^3 + \frac{0,5}{3} a \left[a^2 + \frac{3}{16} a + \frac{3}{16} a + \left(a^2 \cdot \frac{3}{16} a \cdot \frac{3}{16} a \right)^{0,5} \right]$$

$$a = 5,4116 \text{ m}$$

Ukuran bin:

Panjang sisi kotak = a = 5,4116 m

Tinggi bin bagian kotak = 10,8232 m

Tinggi bin bagian limas = 2,7058 m

Panjang mulut limas = 1,3529 m

Spesifikasi alat:

Kapasitas : 111146,45 lb/3 hari

Panjang sisi kotak : 17,75 ft

Tinggi bin bagian kotak : 35,51 ft

Tinggi bin bagian limas : 18,88 ft

Panjang mulut limas : 4,44 ft

25. Screw Conveyor (J-175)

Fungsi : sebagai alat transportasi dari tangki kopi bubuk ke pasaran

Type : standar pitch screw conveyor

Dasar pemilihan : cocok untuk memindahkan padatan ukuran kecil

Kapasitas : 16839,2330 kg/hari

Kondisi operasi : $T = 30^{\circ}C$

$P = 1 \text{ atm}$

Dari Perry 6th ed, table 7-6, p.7-7

Untuk kapasitas 5 ton/ jam

Diameter flights = 9 in

Diameter poros screw = 2 in

Kecepatan csrew = 40 rpm

Diameter lubang feed = 6 in

Panjang screw = 15 ft

Daya motor = 0,47 hp

Perhitungan :

Kecepatan screw untuk kapasitas 0,7016 ton/jam

$$= \frac{0,7016}{5} \times 40 \text{ rpm}$$

$$= 5,6128 \text{ rpm}$$

Daya motor untuk kapasitas 0,7016 ton/jam

$$= \frac{0,7016}{5} \times 0,43 \text{ hp}$$

$$= 0,0603 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas	: 1546,82 lb/jam
Panjang	: 15 ft
Diameter flights	: 0,75 lb
Diameter poros screw	: 0,17 ft
Diameter lubang feed	: 0,50 ft
Kecepatan screw	: 5,61 rpm
Sudut elevasi	: 0 °
Daya motor	: 1 hp
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

26. Bin jahe (F-211)

Fungsi	: untuk menyimpan jahe
Type	: segi empat dengan penampang atas berbentuk bujur sangkar dan bagian bawah berbentuk limas
Dasar pemilihan	: sesuai untuk kapasitas menengah
Kondisi operasi	: P = 1 atm T = 30 °C
Asumsi	: waktu tinggal = 3 hari
Kapasitas	: 46797,6603 kg/hari = 1949,9025 kg/jam
ρ jahe	: 847 kg/m ³
Jahe yang disimpan	= 46797,6603 kg/hari x 3 hari = 140392,9809 kg
Volume jahe	= $\frac{140392,9809}{847} = 165,7532 \text{ m}^3$
Volume bin	= volume balok + volume limas terpancung

$$\frac{100}{80} \times 165,7532 \text{ m}^3 = 1,25 a^3 + \frac{0,5}{3} a \left[a^2 + \frac{3}{16} a + \frac{3}{16} a + \left(a^2 \cdot \frac{3}{16} a \cdot \frac{3}{16} a \right)^{0,5} \right]$$

$$a = 5,2161 \text{ m}$$

Ukuran bin:

Panjang sisi kotak	= 5,2161 m
Tinggi bin bagian kotak	= 10,4322 m
Tinggi bin bagian limas	= 2,6081 m
Panjang mulut limas	= 1,3040 m

Spesifikasi alat:

Kapasitas	: 309510,37 lb/3 hari
Panjang sisi kotak	: 17,11 ft
Tinggi bin bagian kotak	: 34,23 ft
Tinggi bin bagian limas	: 8,56 ft
Panjang mulut limas	: 4,28 ft
Bahan konstruksi	: stainless Steel
Jumlah	: 1 unit

27. Screw Conveyor (J-212)

Fungsi	: untuk mengangkat jahe dari bin jahe ke pencucian
Type	: standar pitch screw conveyor
Dasar pemilihan	: ekonomis, pemeliharaan mudah
Kapasitas	: 46797,6603 kg/hari = 1949,9025 kg/jam = 1,9499 ton/jam
Kondisi operasi	: T = 30 °C
	P = 1 atm

Dari Perry 6th ed., table 7-6, p. 7-7

Untuk kapasitas 5 ton/jam

Diameter flights	= 9 inch
Diameter poros screw	= 2 inch
Kecepatan screw	= 40 rpm

Diameter lubang feed	= 6 inch
Panjang screw	= 15 ft
Daya motor	= 0,43 hp

Perhitungan:

Kecepatan screw untuk kapasitas 1,9499 ton/jam

$$= \frac{1,9499}{5} 40 = 15,5992 \text{ rpm}$$

hp motor untuk kapasitas 1,9499 ton/jam

$$= \frac{1,9499}{5} 0,43 = 0,1677 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas	: 4298,76 lb/jam
Panjang	: 15 ft
Diameter flights	: 0,75 ft
Diameter poros screw	: 0,17 ft
Diameter lubang feed	: 0,50 ft
Kecepatan screw	: 15,60 rpm
Sudut elevasi	: 0 °
Power	: 1hp
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

28. Belt Conveyor (J-213)

Fungsi	: untuk mengangkat jahe dari ware house ke pencucian
Type	: belt conveyor
Dasar pemilihan	: cocok untuk kapasitas besar, ekonomis, dan konstruksi sederhana
Kondisi operasional	: T = 30 °C P = 1 atm
Kapasitas jahe	: 46797,6603 kg/hari = 1949,9025 kg/jam

Panjang belt conveyor antara 10 – 50 m (Ulrich p. 71, tabel 4-4)

Diambil panjang belt conveyor 14 m = 45,9312 ft

Sudut elevasi : 0°

Dari Perry, 7th ed., p. 21-11, tabel 21.7 diperoleh data untuk lebar belt 35 cm

Kecepatan belt : 30,5 m/menit

Kapasitas : 32 ton/jam

hp/100 ft – center : 0,44 hp

Triper : 2 hp

$$\text{Kecepatan belt} = \frac{1949,9025 \text{ kg / jam}}{32000 \text{ kg / jam}} \times 30,5 \text{ m / menit} = 1,8585 \text{ m/menit}$$

Menentukan power :

a. Power untuk panjang belt conveyor 14 m

$$\text{hp untuk 100 ft} = \frac{1949,90255 \text{ kg / jam}}{32000 \text{ kg / jam}} \times 0,44 \text{ hp} = 0,0268 \text{ hp}$$

$$\text{hp untuk 14 m} = \frac{45,9312 \text{ ft}}{100 \text{ ft}} \times 0,0268 \text{ hp} = 0,0123 \text{ hp}$$

b. Power untuk halangan/sandungan/tripper

Untuk kecepatan belt = 1,8587 m/menit maka power untuk tripper :

$$\frac{1,8213 \text{ m / menit}}{30,5 \text{ m / menit}} \times 2 \text{ hp} = 0,1194 \text{ hp}$$

$$\text{Total power} = 0,0123 \text{ hp} + 0,1194 \text{ hp} = 0,1317 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas : 4296,97 lb/jam

Panjang : 45,93 ft

Lebar belt : 1,15 ft

Belt plies : 3

Belt speed : 6,10 ft/menit

Sudut elevasi : 0 °

Power : 1 hp

Bahan konstruksi : rubber dan stainless steel

Jumlah : 1 unit

29. Bak Pencucian (F-210)

Fungsi : untuk tempat mencuci jahe dari ware house menuju ke pemotongan

Type : balok dengan konstruksi carbon steel

Dasar pemilihan : konstruksi sederhana dan cocok untuk kapasitas besar

Kondisi operasi : T = 30° C

P = 1 atm

Kapasitas : 46797,6603 kg/hari = 1949,9025 kg/jam

Tinggi : 1,5 m

Panjang : 12 m

Lebar : 1 m

Atomizer

Jenis : centrifugal dish

Menentukan putaran centrifugal dish :

$$\frac{D_{vs}}{r} = 0,4 \left[\frac{\Gamma}{\rho_L N \cdot r^2} \right]^{0,6} \left[\frac{\mu}{\Gamma} \right]^{0,2} \left[\frac{\alpha \cdot \rho_L \cdot Lw}{l^2} \right]^{0,1} \quad (\text{Perry, ed.6, eq.20-49})$$

D_{vs} = diameter semprotan rata-rata = $1,47 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 4,8216 \cdot 10^{-4}$

D_i = diameter dish = 0,25 m = 0,82 ft

r = jari-jari dish = 0,41 ft

Γ = kecepatan massa semprotan dari wetted dish peripheral, lb/min.ft

ρ_L = densitas slurry = $995,68 \text{ kg/m}^3 = 61,3739 \text{ lb/ft}^3$

N = putaran dish = rpm

μ = viskositas liquid = 0,8007 kg/m.s = 0,0323 lb/ft.s

α = liquid retention, lb/min²

Lw = wetted dish peripheral = $\pi \cdot d_i = 2,5761 \text{ ft}$

Massa feed masuk = 140392,9809 kg/hari

Massa feed masuk untuk 1 buah atomizer = 46797,6603 kg/hari

$$\Gamma = \frac{\text{massa feed masuk}}{L.w} = \frac{46797,6603 \times 2,2046}{2,5761 \times 24 \times 60} = 27,8118 \text{ lb/min.ft}$$

dimana :

$$(Q) = \text{komponen parachor} = 271,7$$

$$\rho_l = \text{densitas liquid} = 4,66 \times 10^{-3} \text{ mol/cm}^3$$

$$\alpha = \text{dyne/cm}$$

pada tekanan rendah, $\rho_l \gg \rho_G$, maka ρ_G dapat diabaikan

$$\alpha^{(1/4)} = (271,7) \cdot (4,66 \cdot 10^{-3}) = 2,5696 \text{ dyne/cm} = 20,3975 \text{ lb/min}^2$$

$$\frac{4,8216 \cdot 10^{-4}}{0,41} = 0,4 \cdot \left[\frac{27,8118}{61,3739 \cdot N \cdot 0,41^2} \right]^{0,6} \left[\frac{0,0323}{27,8118} \right]^{0,2} \left[\frac{20,3975 \cdot 61,3739 \cdot 2,5761}{27,8118^2} \right]^{0,1}$$

$$N = 5958,0039 \text{ rpm} \approx 5958 \text{ rpm}$$

Menghitung power yang dibutuhkan

$$P = 1,04 \cdot 10^{-8} (r \cdot N)^2 \cdot W$$

dimana:

$$P = \text{netto horse power}$$

$$r = \text{jari-jari dish} = 0,41 \text{ ft}$$

$$N = \text{putaran dish} = 5958 \text{ rpm}$$

$$W = \text{kecepatan feed} = 71,6459 \text{ lb/min}$$

$$P = 1,04 \cdot 10^{-8} (0,41 \cdot 5958)^2 \cdot 71,6459 \\ = 4,4462 \text{ hp} \approx 5 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Bak Pencucian

Kapasitas : 4298,76 lb/hari

Tinggi bak pencucian : 4,92 ft

Panjang bak pencucian : 39,37 ft

Lebar bak pencucian	: 3,28 ft
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

Atomizer

Tipe	: centrifugal dish
Diameter dish	: 0,82 ft
Diameter semprotan rata-rata	: $4,82 \cdot 10^{-4}$ ft
Kecepatan putaran dish	: 5593 rpm
Kecepatan massa semprotan	: 27,81 lb.ft/min
Power	: 5 hp
Jumlah	: 3 buah

30. Screw Conveyor (J-221)

Fungsi	: untuk mengangkat jahe dari pencucian ke pemotongan
Type	: standar pitch screw conveyor
Dasar pemilihan	: ekonomis, pemeliharaan mudah
Kapasitas	: 45861,7071 kg/hari = 1910,9045 kg/jam = 1,9109 ton/jam
Kondisi operasi	: T = 30 °C P = 1 atm

Dari Perry 6th ed., table 7-6, p. 7-7

Untuk kapasitas 5 ton/jam

Diameter flights	= 9 inch
Diameter poros screw	= 2 inch
Kecepatan screw	= 40 rpm
Diameter lubang feed	= 6 inch
Panjang screw	= 15 ft
Daya motor	= 0,43 hp

Perhitungan:

Kecepatan screw untuk kapasitas 1,9019 ton/jam

$$= \frac{1,9019}{5} 40 = 15,2872 \text{ rpm}$$

hp motor untuk kapasitas 1,9019 ton/jam

$$= \frac{1,9019}{5} 0,43 = 0,1636 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas	: 4192,94 lb/jam
Panjang	: 15 ft
Diameter flights	: 0,75 ft
Diameter poros screw	: 0,17 ft
Diameter lubang feed	: 0,50 ft
Kecepatan screw	: 15,29 rpm
Sudut elevasi	: 20 °
Power	: 1hp
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

31. Rotary Knife Cutter (C-220)

Fungsi	: untuk memotong jahe
Tipe	: knife cutter
Dasar pemilihan	: umum digunakan, murah, dan mudah mengatur ukuran jahe keluar
Kapasitas jahe yang digunakan	= 45861,7071 kg/hari = 4212,7799 lb/jam

Dari Perry 6th ed., P.8-29, table 8-16

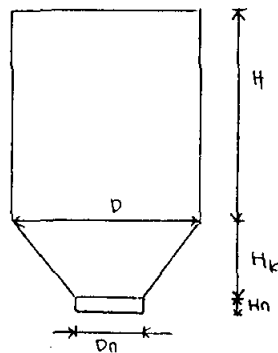
Untuk feed rate 10000 lb/jam, screen opening = 1,5 inch, power = 11 hp

$$\text{Jumlah mesin yang dibutuhkan} = \frac{4212,7799}{10000} = 0,42128 \approx 1 \text{ mesin}$$

Spesifikasi alat

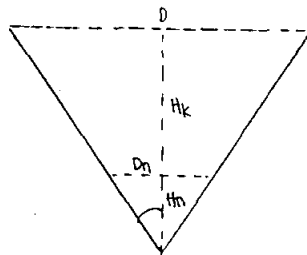
Kapasitas	: 101106,72 lb/hari
-----------	---------------------

$$= 144,8971 \text{ m}^3/\text{hari} = 6,0374 \text{ m}^3/\text{jam}$$



Keterangan :

- D = diameter shell
- H = tinggi shell
- Hk = tinggi konis
- Hn = tinggi nozzle
- Dn = diameter nozzle



Dari gambar dapat dicari persamaan untuk menghitung Hn dan Hk

$$Hn = \frac{Dn}{2 \times \operatorname{tg} \alpha}$$

$$Hk = \frac{D}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} - \frac{Dn}{2 \times \operatorname{tg} \alpha}$$

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

$$\text{Volume konis} = \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times Hk - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times Dn^2 \times Hn$$

Volume total = Volume shell + volume konis

$$6,0374 \times \frac{100}{80} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H + \left(\frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H_k - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H\right)$$

D = H, maka dengan menggunakan cara trial and error didapatkan :

$$D = 2,2060 \text{ m} = 7,2374 \text{ ft} \approx 8 \text{ ft}$$

$$H = 2,2060 \text{ m} = 7,2374 \text{ ft} \approx 8 \text{ ft}$$

$$H_k = 1,5144 \text{ m} = 4,9684 \text{ ft}$$

Tinggi cairan dalam tangki = H + H_k

$$= 8 + 4,9684$$

$$= 12,9684 \text{ ft}$$

$$P \text{ hidrostatik} = \frac{\rho \times H_{tot}}{144} \quad (\text{Brownell \& Young, p.45, eq.3.17})$$

$$= \frac{62,37 \times 12,9684}{144} = 5,6169 \text{ psi}$$

P operasi = P hidrostatik

$$= 5,6169 \text{ psi}$$

$$P \text{ design} = 1,1 P = 1,1 \times 5,6169 = 6,1786 \text{ psi}$$

Tebal Shell

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f_{all} \cdot E - 0,6 \cdot P} \quad (\text{Brownell \& Young, p.254, eq13.1})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 6,1786 \text{ psi}$$

$$ID = \text{diameter shell} = 2,2060 \text{ m} = 86,8502 \text{ in}$$

$$R_i = \text{jari-jari shell} = 1,1030 \text{ m} = 43,4251 \text{ in}$$

$$f_{all} = \text{allowable stress} = 15600 \text{ lb/in}^2$$

(Stainless Steel type 306, Perry 5th ed.)

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

c = corrosion allowance = 0

$$t_s = \frac{6,1786 \cdot 43,4251}{15600 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 6,1786}$$

$$= 0,0215 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal Atas, Dish head

P design = 0 psi

$$t_B = \frac{3}{16} \text{ inch}$$

Tebal Konis

Untuk ½ sudut puncak (α) tidak lebih besar dari 30°C digunakan persamaan 6.154, p.118, Brownell & Young

$$t_c = \frac{P \cdot ID}{2 \cos \alpha \cdot (f \cdot E - 0,6P)}$$

dimana,

P = tekanan design = 6,1786 psi

ID = diameter shell = 2,2060 m = 86,8502 in

f_{all} = allowable stress = 15600 lb/in²

(Stainless Steel type 306, Perry 5th ed.)

E = efisiensi sambungan = 80 %

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

c = corrosion allowance = 0

$$t_c = \frac{6,1786 \times 86,8502}{2 \cos 30 \cdot (15600 \times 0,8 - 0,6 \times 6,1786)}$$

$$t_c = 0,1394 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Pengaduk

Jenis : six flat blade turbin

Dari Geankoplis ed.3, hal 144, table 3.4-1

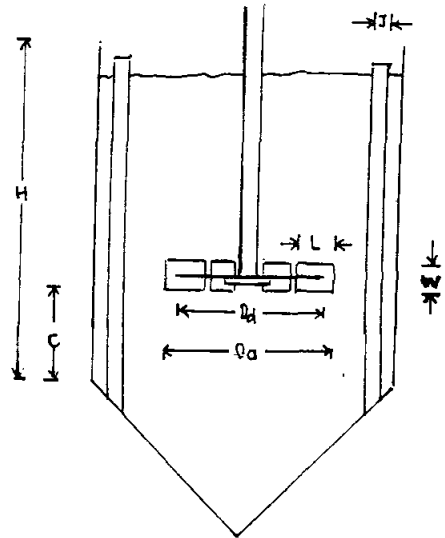
$Da = 0,3-0,5 Dt$ (diambil 0,3)

$$C = \frac{Dt}{3}$$

$$W = \frac{Da}{5}$$

$$L = \frac{Da}{4}$$

$$J = \frac{Dt}{12}$$



Dimana : Da = diameter impeller

Dt = diameter tangki

C = jarak dari dasar tangki ke pengaduk

W = lebar blade

L = panjang blade

J = lebar baffle

$$Da = 0,3 \times 96 = 28,80 \text{ in}$$

$$C = \frac{96}{3} = 32 \text{ in}$$

$$W = \frac{28,80}{5} = 5,76 \text{ in}$$

$$L = \frac{28,80}{4} = 7,20 \text{ in}$$

$$J = \frac{96}{12} = 8 \text{ in}$$

Kecepatan impeller antara 20 – 150 rpm (McCabe ed.5,p.238), diambil 75 rpm

$$Da = 28,80 \text{ in} = 0,7315 \text{ m}$$

$$N = 75 \text{ rpm} = 1,25 \text{ rps}$$

$$\mu = 40 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$\rho = 847 \text{ kg/m}^3$$

$$N_{\text{Re}} = \frac{Da^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu}$$

$$= \frac{0,7315^2 \cdot 1,25 \cdot 847}{40 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 19361,8906 \text{ (turbulen)}$$

Dari gambar 3.4-4, Geankoplis ed.3, p.145 didapat $N_p = 6$

$$\text{Jumlah impeller} = \frac{sg \cdot H}{Dt}$$

$$= \frac{1,96}{96}$$

$$= 1 \text{ buah}$$

$$N_p = \frac{P}{\rho \cdot N^3 \cdot Da^5}$$

$$P = N_p \times \rho \times N^3 \cdot Da^5$$

$$= 6 \times 847 \times 1,25^3 \times 0,7315^5$$

$$= 2078,9132 \text{ W}$$

$$= 2,7879 \text{ hp} \approx 3 \text{ hp}$$

Efisiensi = 83 % (Peters & Timmerhaus, ed.5, p.521, fig.14-38)

$$\text{Power} = \frac{2,7879}{0,83} = 3,3589 \text{ hp} \approx 4 \text{ hp}$$

Spesifikasi Alat:

Tangki

Kapasitas maksimum : 226,50 ft³/jam

Kapasitas operasi : 213,20 ft³/jam

Tinggi tangki : 12,97 ft

Diameter shell : 8 ft

Tebal shell : 0,02 ft

Tebal flat atas : 0,02 ft

Tebal konis	: 0,02 ft
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

Pengaduk

Jenis pengaduk	: six flat blade turbin
Diameter impeller	: 2,40 ft
Jarak tangki – pengaduk	: 2,67 ft
Lebar blade	: 0,48 ft
Panjang blade	: 0,60 ft
Lebar baffle	: 0,67 ft
Kecepatan impeller	: 75 rpm
Power	: 4 hp
Jumlah	: 1 unit

34. Filter 1 (H-232)

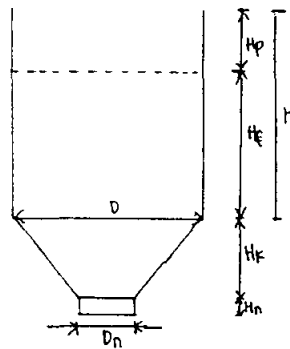
Fungsi	: untuk memisahkan filtrat jahe dengan jahe potong yang tidak terekstrak
Type	: gravity filter
Dasar pemilihan	: dapat memisahkan antara padatan dan cairan dan konstruksi sederhana
Kondisi operasi	: system kontinyu $T = 64^{\circ}\text{C} = 147,2^{\circ}\text{F}$ $P = 1 \text{ atm}$
Kapasitas filtrat	: 99446,5256 kg/hari = 4143,6052 kg/jam
Kapasitas padatan	: 35772,1316 kg/hari = 1490,5055 kg/jam
Asumsi	: Waktu tinggal = 1 jam $D = 2 H$ Diameter nozzle (D_n) = 1,5 ft
ρ filtrat	= 976,6479 kg/m ³

$$\rho \text{ padatan} = 965,7811 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik filtrat} &= \frac{99446,5256}{976,6479} \\ &= 101,8243 \text{ m}^3/\text{hari} = 4,2427 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

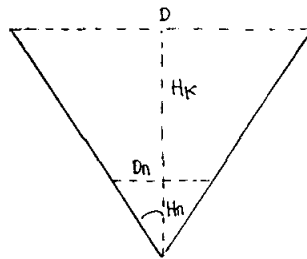
$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik padatan} &= \frac{35772,1316}{965,7811} \\ &= 37,0396 \text{ m}^3/\text{hari} = 1,5433 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik total} &= 101,8243 + 37,0396 = 138,8639 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 5,7860 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$



Keterangan :

- D = diameter shell
- H = tinggi shell
- Hp = tinggi shell padatan
- Hf = tinggi shell filtrat
- Hk = tinggi konis
- Hn = tinggi nozzle
- Dn = diameter nozzle



Dari gambar dapat dicari persamaan untuk menghitung H_n dan H_k

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

$$H_k = \frac{D}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} - \frac{D_n}{2 \times \operatorname{tg} \alpha}$$

$$\text{Volume shell padatan} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

$$\text{Volume shell filtrat} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

$$\text{Volume konis} = \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H_k - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

Volume total = volume shell filtrat + volume shell padatan + volume konis

$$5,7860 \times \frac{100}{80} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H + \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H + \left(\frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H_k - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \right)$$

$D = 2H$, maka dengan menggunakan cara trial and error didapatkan :

$$D = 2,0575 \text{ m} = 6,7502 \text{ ft} \approx 8 \text{ ft}$$

$$H = 1,0288 \text{ m} = 3,3753 \text{ ft} \approx 6 \text{ ft}$$

$$H_k = 1,3858 \text{ m} = 4,5465 \text{ ft}$$

Diameter shell untuk padatan dan filtrat = diameter shell = 2,0575 m

$$\text{Volume shell padatan} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

$$1,5433 \times \frac{100}{80} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

$$1,9291 = \frac{\pi}{4} \times 2,0575^2 \times H$$

$$H = 0,5802 \text{ m} = 1,9035 \text{ ft}$$

$$\text{Tinggi shell padatan} = 0,5802 \text{ m} = 1,9035 \text{ ft}$$

$$\text{Tinggi cairan dalam tangki} = H + H_k$$

$$= 6 + 4,5465$$

$$= 10,5465 \text{ ft}$$

$$P \text{ hidrostatik} = \frac{\rho \times H_{tot}}{144} \quad (\text{Brownell \& Young, p.45, eq.3.17})$$

$$= \frac{62,37 \times 10,5465}{144} = 4,5680 \text{ psi}$$

$$P \text{ operasi} = P \text{ hidrostatik}$$

$$= 4,5680 \text{ psi}$$

$$P \text{ design} = 1,1 P = 1,1 \times 4,5680 = 5,0248 \text{ psi}$$

Tebal Shell

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f_{all} \cdot E - 0,6 \cdot P} \quad (\text{Brownell \& Young, p.254, eq13.1})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 5,0248 \text{ psi}$$

$$ID = \text{diamater shell} = 2,0575 \text{ m} = 81,0038 \text{ in}$$

$$r_i = \text{jari-jari shell} = 1,0288 \text{ m} = 40,5019 \text{ in}$$

$$f_{all} = \text{allowable stress} = 15600 \text{ lb/in}^2$$

(Stainless Steel type 306, Perry 5th ed.)

E = efisiensi sambungan = 80 %

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

c = corrosion allowance = 0

$$t_s = \frac{5,0248 \cdot 40,5019}{15600 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 5,0248}$$

$$= 0,0163 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal Konis

Untuk $\frac{1}{2}$ sudut puncak (α) tidak lebih besar dari 30° digunakan persamaan 6.154, p.118, Brownell & Young

$$t_c = \frac{P \cdot ID}{2 \cos \alpha \cdot (f \cdot E - 0,6P)} + c$$

dimana,

P = tekanan design = 5,0248 psi

ID = diameter shell = 2,0575 m = 81,0038 in

f_{all} = allowable stress = 15600 lb/in²

(Stainless Steel type 306, Perry 5th ed.)

E = efisiensi sambungan = 80 %

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

c = corrosion allowance = 0

$$t_c = \frac{5,0248 \times 81,0038}{2 \cos 30 \cdot (15600 \times 0,8 - 0,6 \times 5,0248)}$$

$$t_c = 0,1057 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Spesifikasi Alat:

Kapasitas maksimum : 255,40 ft³/jam

Kapasitas operasi : 204,32 ft³/jam

Tinggi tangki : 10,55 ft

Tinggi area padatan	: 1,90 ft
Ukuran filter	: 40 mesh
Diameter shell	: 8 ft
Tebal shell	: 0,02 ft
Tebal flat atas	: 0,02 ft
Tebal konis	: 0,02 ft
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

35. Tangki Penampung Sementara (F-233)

Fungsi	: untuk mencampur filtrat jahe dari ekstraktor 1 dan tangki ekstraktor 2 serta untuk menjaga aliran filtrat yang masuk ke spray drier
Tipe	: silinder vertikal dengan kedua tutup berbentuk standart dished head
Dasar pemilihan	: dapat menyimpan dalam kapasitas besar
Kondisi operasi	: system kontinyu $T = 53^{\circ}\text{C} = 127,4^{\circ}\text{F}$ $P = 1 \text{ atm}$
Kapasitas jahe	= 4320,1727 kg/hari = 180,0072 kg/jam
Kapasitas air	= 145665,9540 kg/hari = 6069,4148 kg/jam

Asumsi :

a. Waktu tinggal = 1 jam

b. $\frac{H}{D} = 1$

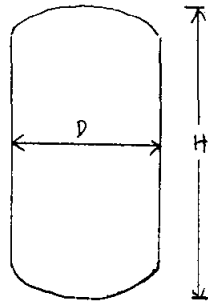
c. Diameter nozzle (D_n) = 1,5 ft

ρ jahe = 847 kg/m³

ρ air = 986,6210 kg/m³

$$\text{Rate volumetrik feed masuk} = \frac{4320,1727}{847} + \frac{145665,9540}{986,6210}$$

$$= 152,7418 \text{ m}^3/\text{hari} = 6,3642 \text{ m}^3/\text{jam}$$



Keterangan:

D = diameter shell

H = tinggi shell

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

$$\text{Volume total} = \text{Volume shell}$$

$$6,3642 \times \frac{100}{80} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

jika D = H, maka

$$D = 2,1640 \text{ m} = 7,0997 \text{ ft} \approx 8 \text{ ft}$$

$$H = 2,1640 \text{ m} = 7,0997 \text{ ft} \approx 8 \text{ ft}$$

Tinggi cairan dalam tangki = H

$$= 2,1640 \text{ m} = 7,0997 \text{ ft} \approx 8 \text{ ft}$$

$$P \text{ hidrostatik} = \frac{\rho \times H_{\text{tot}}}{144} \quad (\text{Brownell \& Young, p.45, eq.3.17})$$

$$= \frac{62,37 \times 8}{144} = 3,4650 \text{ psi}$$

P operasi = P hidrostatik

$$= 3,4650 \text{ psi}$$

$$P \text{ design} = 1,1 P = 3 \times 3,4650 = 3,8115 \text{ psi}$$

Tebal Shell

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f_{all} \cdot E - 0,6 \cdot P} \quad (\text{Brownell \& Young, p.254, eq13.1})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 3,8115 \text{ psi}$$

$$ID = \text{diameter shell} = 2,1640 \text{ m} = 85,1967 \text{ in}$$

$$r_i = \text{jari-jari shell} = 1,0820 \text{ m} = 42,5983 \text{ in}$$

$$f_{all} = \text{allowable stress} = 15600 \text{ lb/in}^2$$

(Stainless Steel type 306, Perry 5th ed.)

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

$$c = \text{corrosion allowance} = 0$$

$$\begin{aligned} t_s &= \frac{3,8115 \cdot 42,5983}{15600 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 3,8115} \\ &= 0,0130 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

Tebal Atas, Dish head

$$P \text{ design} = 0 \text{ psi}$$

$$t_B = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal Bawah, Dish head

$$t_b = \frac{0,885 \cdot P \cdot r_c}{f_{all} \cdot E - 0,1P} + c \quad (\text{Brownell \& Young, p.258, eq13.12})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 3,8115 \text{ psia}$$

$$ID = \text{diameter shell} = 2,1640 \text{ m} = 85,1967 \text{ in}$$

$$r_c = \text{jari-jari shell} = 1,0820 \text{ m} = 42,5983 \text{ in}$$

f_{all} = allowable stress = 15600 lb/inc²

(Stainless Steel type 306, Perry 5th ed.)

E = efisiensi sambungan = 80 %

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

c = corrosion allowance = 0

$$t_b = \frac{0,885 \cdot 3,8115 \cdot 42,5983}{15600 \cdot 0,8 - 0,1 \cdot 3,8115}$$

$$= 0,0115 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Spesifikasi Alat:

Kapasitas maksimum	: 280,93 ft ³ /jam
Kapasitas operasi	: 224,74 ft ³ /jam
Tinggi tangki	: 8 ft
Diameter shell	: 8 ft
Tebal shell	: 0,02 ft
Tebal dish head atas	: 0,02 ft
Tebal dish head bawah	: 0,02 ft
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

36. Screw Conveyor (J-234)

Fungsi	: sebagai alat transportasi dari screen ke ekstraktor 2
Type	: standar pitch screw conveyor
Dasar pemilihan	: ekonomis, pemeliharaan mudah
Kapasitas	: 35772,1316 kg/hari = 1490,5055 kg/jam = 1,4905 ton/jam
Kondisi operasi	: T = 58 °C
	P = 1 atm
Dari Perry 6 th ed., table 7-6, p. 7-7	
Untuk kapasitas	5 ton/jam
Diameter flights	= 9 inch

Diameter poros screw	= 2 inch
Kecepatan screw	= 40 rpm
Diameter lubang feed	= 6 inch
Panjang screw	= 15 ft
hp motor	= 0,43 hp

Perhitungan:

Kecepatan screw untuk kapasitas 1,4905 ton/jam

$$= \frac{1,4905}{5} 40 = 11,9240 \text{ rpm}$$

hp motor untuk kapasitas 1,4905 ton/jam

$$= \frac{1,4905}{5} 0,43 = 0,1282 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas	: 3285,97 lb/jam
Panjang	: 15 ft
Diameter flights	: 0,75 ft
Diameter poros screw	: 0,17 ft
Diameter lubang feed	: 0,50 ft
Kecepatan screw	: 11,92 rpm
Sudut elevasi	: 0 °
Power	: 1 hp
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

37. Ekstraktor 2 (F-235)

Fungsi	: untuk mengekstrak sisa protein, karbohidrat, dan vitamin C dari jahe potong yang tidak terekstrak pada ekstraktor 2.
Type	: silinder tegak berpengaduk dengan tutup atas berbentuk dish head dan tutup bawah berbentuk konis

Dasar pemilihan : semua bahan pada tangki ekstraktor dapat keluar sehingga tidak ada yang tertinggal sama sekali.

Kondisi operasi : sistem kontinyu

$$T = 58^{\circ}\text{C} = 136,4^{\circ}\text{F}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

Kapasitas jahe = 35772,1316 kg/hari = 1490,5055 kg/jam

Kapasitas air = 35772,1314 kg/hari = 1490,5055 kg/jam

Asumsi :

a. Waktu tinggal = 1 jam

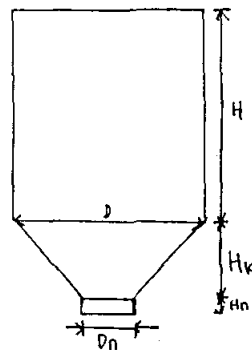
b. $\frac{H}{D} = 1$

c. Diameter nozzle (D_n) = 1,5 ft

ρ jahe = 847 kg/m³

ρ air = 965,34 kg/m³

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik feed masuk} &= \frac{35772,1316}{847} + \frac{35772,1314}{965,34} \\ &= 42,2339 + 37,0565 \\ &= 79,2904 \text{ m}^3/\text{hari} = 3,3038 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$



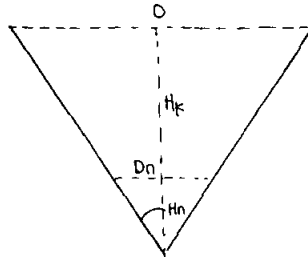
Keterangan :

D = diameter shell

H = tinggi shell

Hk = tinggi konis

- H_n = tinggi nozzle
 D_n = diameter nozzle



Dari gambar dapat dicari persamaan untuk menghitung H_n dan H_k

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

$$H_k = \frac{D}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} - \frac{D_n}{2 \times \operatorname{tg} \alpha}$$

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

$$\text{Volume konis} = \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H_k - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_n^2 \times H_n$$

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

$$3,3038 \times \frac{100}{80} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H + \left(\frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H_k - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_n^2 \times H_n \right)$$

$D = H$, maka dengan menggunakan cara trial and error didapatkan :

$$D = 1,8132 \text{ m} = 5,9487 \text{ ft} \approx 6 \text{ ft}$$

$$H = 1,8132 \text{ m} = 5,9487 \text{ ft} \approx 6 \text{ ft}$$

$$H_k = 1,1742 \text{ m} = 3,8523 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi cairan dalam tangki} &= H + H_k \\ &= 6 + 3,8523 \\ &= 9,8523 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P \text{ hidrostatik} &= \frac{\rho \times H_{tot}}{144} && (\text{Brownell \& Young, p.45, eq.3.17}) \\
 &= \frac{62,37 \times 9,8523}{144} = 4,2673 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

$$P \text{ operasi} = P \text{ hidrostatik}$$

$$= 4,2673 \text{ psi}$$

$$P \text{ design} = 1,1 P = 1,1 \times 4,2673 = 4,6940 \text{ psi}$$

Tebal Shell

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f_{all} \cdot E - 0,6 \cdot P} \quad (\text{Brownell \& Young, p.254, eq|3.1})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 4,6940 \text{ psi}$$

$$ID = \text{diameter shell} = 1,8132 \text{ m} = 71,3857 \text{ in}$$

$$r_i = \text{jari-jari shell} = 0,9066 \text{ m} = 35,6928 \text{ in}$$

$$f_{all} = \text{allowable stress} = 15600 \text{ lb/in}^2$$

(Stainless Steel type 306, Perry 5th ed.)

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

$$c = \text{corrosion allowance} = 0$$

$$t_s = \frac{4,6940 \cdot 35,6928}{15600 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 4,6940}$$

$$= 0,0134 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal Atas, Dish head

$$P \text{ design} = 0 \text{ psi}$$

$$t_B = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal Konis

Untuk $\frac{1}{2}$ sudut puncak (α) tidak lebih besar dari 30° digunakan persamaan 6.154, p.118, Brownell & Young

$$t_c = \frac{P \cdot ID}{2 \cos \alpha \cdot (f \cdot E - 0,6P)} + c$$

dimana,

P = tekanan design = 4,6940 psi

ID = diameter shell = 1,8132 m = 71,3857 in

f_{all} = allowable stress = 15600 lb/in²

(Stainless Steel type 306, Perry 5th ed.)

E = efisiensi sambungan = 80 %

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

c = corrosion allowance = 0

$$t_c = \frac{4,6940 \times 71,3857}{2 \cos 30 \cdot (15600 \times 0,8 - 0,6 \times 4,6940)}$$

$$t_c = 0,0871 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Pengaduk

Jenis : six flat blade turbin

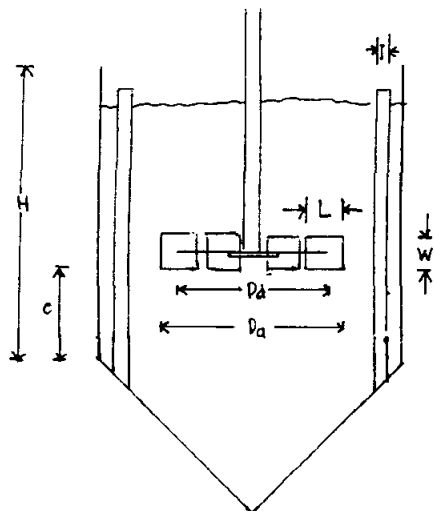
Dari Geankoplis ed.3, hal 144, table 3.4-1

$D_a = 0,3 - 0,5 D_t$ (diambil 0,3)

$$C = \frac{D_t}{3}$$

$$W = \frac{D_a}{5}$$

$$L = \frac{D_a}{4}$$



$$J = \frac{Dt}{12}$$

- Dimana :
- Da = diameter impeller
 - Dt = diameter tangki
 - C = jarak dari dasar tangki ke pengaduk
 - W = lebar blade
 - L = panjang blade
 - J = lebar baffle

$$Da = 0,3 \times 72 = 21,60 \text{ in}$$

$$C = \frac{72}{3} = 24 \text{ in}$$

$$W = \frac{21,60}{5} = 4,32 \text{ in}$$

$$L = \frac{21,60}{4} = 5,40 \text{ in}$$

$$J = \frac{72}{12} = 6 \text{ in}$$

Kecepatan impeller antara 20 – 150 rpm (McCabe ed.5,p.238), diambil 75 rpm

$$Da = 21,60 \text{ in} = 0,5486 \text{ m}$$

$$N = 75 \text{ rpm} = 1,25 \text{ rps}$$

$$\mu = 30 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m.s}$$

$$\rho = 930,4158 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} N_{Re} &= \frac{Da^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \\ &= \frac{0,5486^2 \cdot 1,25 \cdot 930,4158}{30 \cdot 10^{-3}} \\ &= 11667,4901 \text{ (turbulen)} \end{aligned}$$

Dari gambar 3.4-4, Geankoplis ed.3, p.145 didapat $N_p = 5$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah impeller} &= \frac{sg.H}{Dt} \\ &= \frac{1.72}{72} \\ &= 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$Np = \frac{P}{\rho \cdot N^3 \cdot Da^5}$$

$$\begin{aligned} P &= Np \times \rho \times N^3 \cdot Da^5 \\ &= 5 \times 930,4158 \times 1,25^3 \times 0,5486^5 \\ &= 451,4983 \text{ W} \\ &= 0,6055 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp} \end{aligned}$$

Efisiensi = 80 % (Peters & Timmerhaus, ed.5, p.521, fig.14-38)

$$\text{Power} = \frac{0,6055}{0,8} = 0,7569 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi Alat:

Tangki

Kapasitas maksimum	: 145,84 ft ³ /jam
Kapasitas operasi	: 116,67 ft ³ /jam
Tinggi tangki	: 3,85 ft
Diameter shell	: 6 ft
Tebal shell	: 0,02 ft
Tebal dished	: 0,02 ft
Tebal konis	: 0,02 ft
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

Pengaduk

Jenis pengaduk	: six flat blade turbin
Diameter impeller	: 1,80 ft
Jarak tangki – pengaduk	: 2 ft

Lebar blade	: 0,36 ft
Panjang blade	: 0,45 ft
Lebar blade	: 0,50 ft
Kecepatan impeller	: 75 rpm
Power	: 1 hp
Jumlah	: 1 unit

38. Filter 2 (H-236)

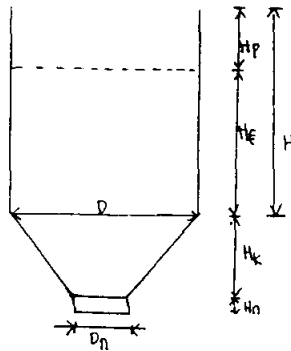
Fungsi	: untuk memisahkan filtrat jahe dengan jahe potong yang tidak terekstrak
Type	: gravity filter
Dasar pemilihan	: dapat memisahkan antara padatan dan cairan dan konstruksi sederhana
Kondisi operasi	: system kontinyu $T = 67^{\circ}\text{C} = 152,6^{\circ}\text{F}$ $P = 1 \text{ atm}$
Kapasitas filtrat	: 50539,6011 kg/hari = 2105,8167 kg/jam
Kapasitas padatan	: 21004,6619 kg/hari = 875,1942 kg/jam
Asumsi	: Waktu tinggal = 1 jam $D = 2 H$ Diameter nozzle (D_n) = 1,5 ft
ρ filtrat	= 974,9844 kg/m ³
ρ padatan	= 968,9512 kg/m ³

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik filtrat} &= \frac{50539,6011}{974,9844} \\ &= 51,8363 \text{ m}^3/\text{hari} = 2,1598 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{Rate volumetrik padatan} = \frac{21004,6619}{968,9512}$$

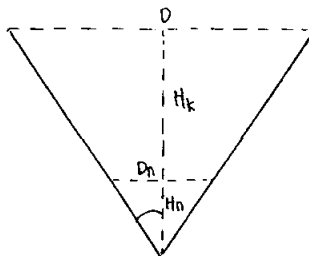
$$= 21,6777 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,9032 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Rate volumetrik total = $51,8363 + 21,6777 = 75,5140 \text{ m}^3/\text{hari}$
 $= 3,0631 \text{ m}^3/\text{jam}$



Keterangan :

- D = diameter shell
- H = tinggi shell
- Hp = tinggi shell padatan
- Hf = tinggi shell filtrat
- Hk = tinggi konis
- Hn = tinggi nozzle
- Dn = diameter nozzle



Dari gambar dapat dicari persamaan untuk menghitung Hn dan Hk

$$Hn = \frac{Dn}{2 \times \text{tg } \alpha}$$

$$Hk = \frac{D}{2 \times \operatorname{tg} \alpha} - \frac{Dn}{2 \times \operatorname{tg} \alpha}$$

$$\text{Volume shell padatan} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

$$\text{Volume shell filtrat} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

$$\text{Volume konis} = \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times Hk - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

Volume total = volume shell filtrat + volume shell padatan + volume konis

$$3,0631 \times \frac{100}{80} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H + \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H + \left(\frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times Hk - \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \right)$$

D = 2H, maka dengan menggunakan cara trial and error didapatkan :

$$D = 1,6722 \text{ m} = 5,4862 \text{ ft} \approx 6 \text{ ft}$$

$$H = 0,8361 \text{ m} = 2,7431 \text{ ft} \approx 6 \text{ ft}$$

$$Hk = 1,0522 \text{ m} = 3,4521 \text{ ft}$$

Diameter shell untuk padatan dan filtrat = diameter shell = 1,6722 m

$$\text{Volume shell padatan} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

$$0,9032 \times \frac{100}{80} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H$$

$$1,1290 = \frac{\pi}{4} \times 1,6722^2 \times H$$

$$H = 0,5141 \text{ m} = 1,6866 \text{ ft}$$

Tinggi shell padatan = 0,5141 m = 1,6866 ft

$$\begin{aligned} \text{Tinggi cairan dalam tangki} &= H + H_k \\ &= 6 + 3,4521 \\ &= 9,4521 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ hidrostatik} &= \frac{\rho \times H_{tot}}{144} \quad (\text{Brownell \& Young, p.45, eq.3.17}) \\ &= \frac{62,37 \times 9,4521}{144} = 4,0939 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ operasi} &= P \text{ hidrostatik} \\ &= 4,0939 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$P \text{ design} = 1,1 P = 1,1 \times 4,0939 = 4,5011 \text{ psi}$$

Tebal Shell

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f_{all} \cdot E - 0,6 \cdot P} \quad (\text{Brownell \& Young, p.254, eq13.1})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 4,5011 \text{ psi}$$

$$ID = \text{diameter shell} = 1,6722 \text{ m} = 65,8345 \text{ in}$$

$$r_i = \text{jari-jari shell} = 0,8361 \text{ m} = 32,9173 \text{ in}$$

$$f_{all} = \text{allowable stress} = 15600 \text{ lb/in}^2$$

(Stainless Steel type 306, Perry 5th ed.)

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

$$c = \text{corrosion allowance} = 0$$

$$\begin{aligned} t_s &= \frac{4,5011 \cdot 32,9173}{15600 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 4,5011} \\ &= 0,0119 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

Tebal Konis

Untuk $\frac{1}{2}$ sudut puncak (α) tidak lebih besar dari 30° digunakan persamaan 6.154, p.118, Brownell & Young

$$t_c = \frac{P.ID}{2 \cos \alpha . (f.E - 0,6P)} + c$$

dimana,

P = tekanan design = 4,5011 psi

ID = diameter shell = 1,6722 m = 65,8345 in

f_{all} = allowable stress = 15600 lb/in²

(Stainless Steel type 306, Perry 5th ed.)

E = efisiensi sambungan = 80 %

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

c = corrosion allowance = 0

$$t_c = \frac{4,5011 \times 65,8345}{2 \cos 30 . (15600 \times 0,8 - 0,6 \times 4,5011)}$$

$$t_c = 0,0770 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Spesifikasi Alat:

Kapasitas maksimum	: 135,21 ft ³ /jam
Kapasitas operasi	: 108,17 ft ³ /jam
Tinggi tangki	: 9,45 ft
Tinggi area padatan	: 1,69 ft
Diameter shell	: 6 ft
Ukuran filter	: 40 mesh
Tebal shell	: 0,02 ft
Tebal flat atas	: 0,02 ft
Tebal konis	: 0,02 ft
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

39. Pompa (L-237)

Fungsi : untuk memompa filtrat jahe dari screen menuju ke tangki penampungan sementara

Tipe : centrifugal pump

Dasar pemilihan : harga murah

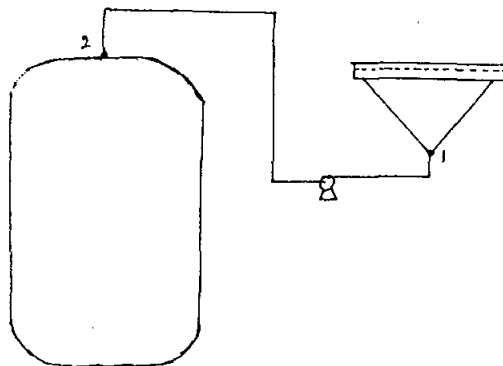
Kondisi operasi : $T = 60^{\circ}\text{C}$

Perhitungan :

Rate filtrat : $50539,6012 \text{ kg/hari} = 0,5849 \text{ kg/dt} = 1,2896 \text{ lb/dt}$

ρ filtrat : $978,6404 \text{ kg/m}^3 = 61,0968 \text{ lb/ft}^3$

$$q = \frac{\text{rate filtrat}}{\rho} = \frac{1,2896 \text{ lb/dt}}{61,0968 \text{ lb/ft}^3} = 0,0211 \frac{\text{ft}^3}{\text{dt}} = 9,4743 \text{ US Gal/min}$$



$$\begin{aligned} D_{i,\text{opt}} &= 3,9 \cdot q^{0,45} \cdot \rho^{0,13} && \text{(Peters \& Timmerhaus, pers 15 hal 496)} \\ &= 3,9 \cdot (0,0211)^{0,45} \cdot (61,0968)^{0,13} \\ &= 1,1727 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, Appendix A.5, tabel A.5-1, hal 892 diperoleh :

$$\text{Nominal Pipe Size} = 1 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$\text{Schedule (Sch)} = 80$$

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

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

$$A_p = 8,275 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 0,0089 \text{ ft}^2$$

$$v = \frac{q}{A_p} = \frac{0,0211}{0,0089} = 2,3708 \frac{\text{ft}}{\text{s}} = 0,7226 \text{ m/s}$$

$$\mu_{\text{filtrat}} = \mu_{\text{air}} = 0,4688 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}\cdot\text{dt}$$

$$N_{\text{Re}} = \frac{\rho \cdot ID \cdot v}{\mu} = \frac{978,6404 \times 0,0325 \times 0,7226}{0,4688 \cdot 10^{-3}} = 49024,9156$$

(turbulen $\rightarrow \alpha=1$)

Bahan konstruksi = Commercial steel

Dari Geankoplis, fig. 2.10-3, hal.88 diperoleh :

$$\varepsilon = 0,000046$$

$$\frac{\varepsilon}{ID} = \frac{0,000046}{0,0325} = 1,4154 \cdot 10^{-3}$$

$$f = 0,004$$

Diperkirakan panjang pipa lurus = 4 m dilengkapi dengan 3 buah elbow 90° dan 2 buah gate valve.

Friksi pipa lurus : (Geankoplis, pers 2.10-6, hal 89)

$$F = \frac{4 \cdot f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot ID} = \frac{4 \times 0,004 \times 4 \times 0,7226^2}{2 \times 0,0325} = 0,5141 \frac{J}{kg}$$

Friksi karena sudden contraction : (Geankoplis, pers 2.10-16, hal 93)

$$h_c = 0,55 \cdot \left(1 - \frac{A_2}{A_1} \right) \cdot \frac{v^2}{2\alpha}$$

karena A_2 (tangki) $\gg \gg A_1$ (pipa) maka $A_2/A_1 \approx 0$

$$h_c = 0,55 \cdot \frac{v^2}{2\alpha} = 0,55 \cdot \frac{0,7226^2}{2 \times 1} = 0,1436 \frac{J}{kg}$$

Friksi karena sudden expansion : (Geankoplis, pers 2.10-15, hal 93)

$$h_{ex} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2} \right) \cdot \frac{v^2}{2\alpha}$$

karena A_1 (tangki) $\gg \gg A_2$ (pipa) maka $A_1/A_2 \approx 0$

$$h_{ex} = \frac{v^2}{2\alpha} = \frac{0,7226^2}{2 \times 1} = 0,2611 \frac{J}{kg}$$

Friksi pada elbow 90⁰ : (Geankoplis, pers 2.10-17, hal 94)

$$h_{fel} = K_f \cdot \frac{v^2}{2}$$

Dari Geankoplis, tabel 2.10-1, hal 93 untuk elbow 90⁰, K_f = 0,75

Jumlah elbow 90⁰ = 4

$$h_{fel} = 4 \times 0,75 \times \frac{0,7226^2}{2} = 0,7832 \frac{J}{kg}$$

Friksi pada valve : (Geankoplis, pers 2.10-17, hal 94)

$$h_{fv} = K_f \cdot \frac{v^2}{2}$$

Dari Geankoplis, tabel 2.10-1, hal.93 untuk gate valve, K_f = 0,17

Jumlah gate valve = 2

$$h_{fv} = 2 \times 0,17 \times \frac{0,7226^2}{2} = 0,0888 \frac{J}{kg}$$

Total friksi = ΣF = F + h_c + h_{ex} + h_{fel} + h_{fv}

$$= 0,5141 + 0,1436 + 0,2611 + 0,7832 + 0,0888$$

$$= 1,7608 \text{ J/kg}$$

$$P_1 = 1 \text{ atm}$$

$$P_2 = 1,1 \text{ atm}$$

$$P_2 - P_1 = 0,1 \text{ atm} = 10132,5 \text{ N/m}^2$$

$$Z_2 - Z_1 = 1 \text{ m}$$

$$v_1 = 0 ; v_2 = 0,7226 \text{ m/s}$$

Persamaan Bernoulli :

$$\frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2\alpha} + g(Z_2 - Z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \sum F + W_s = 0$$

$$\frac{(0,7226^2 - 0^2)}{2 \times 1} + 9,8(1) + \frac{10132,5}{978,6404} + 1,7608 + W_s = 0$$

$$W_s = -22,1755 \text{ J/kg}$$

Dari Geankoplis, fig. 3.3-2, hal.136 diperoleh efisiensi pompa :

$$\eta = 9\%$$

$$\text{break hp} = \frac{-W_s \cdot m}{\eta \cdot 1000} = \frac{22,1755 \times 1,2896}{0,09 \times 1000} = 0,3178 \text{ hp}$$

(Geankoplis, pers 3.3-2, hal 134)

Dari Peters & Timmerhaus, fig.14-38, hal.521 diperoleh:

Efisiensi motor = $\eta = 80\%$

$$\text{Power motor} = \frac{\text{break hp}}{\eta} = \frac{0,3178}{0,80} = 0,3973 \text{ hp} \approx 0,5 \text{ hp}$$

Spesifikasi Alat :

- Laju alir : 0,02 ft³/dt
- Nominal pipe size : 0,10 in sch 80
- ID pipa : 0,11 ft
- OD pipa : 0,14 ft
- Power motor : 0,5 hp
- Bahan konstruksi : commercial steel
- Jumlah : 1 buah

40. Spray Drier (D-240)

Fungsi : sebagai alat mengeringkan filtrat jahe sehingga diperoleh jahe instan

Tipe : bejana tegak dengan bagian bawah berbentuk konis sedangkan tutup atas berbentuk dish

Dasar pemilihan : karena air yang dapat diuapkan cukup banyak

Perhitungan :

Kondisi operasi : Suhu udara masuk = 150°C = 302°F

Suhu udara keluar = 105°C = 221°F

Suhu bahan masuk = 53°C

Tekanan operasi = 1 atm

Dryer bekerja kontinue selama 24 jam

Rate bahan masuk = 149986,1267 kg/hari = 6249,4219 kg/jam

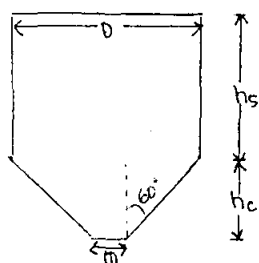
Kadar air mula – mula = $X_1 = \frac{145665,9540}{149986,1267} \times 100 \% = 97,12 \%$

Air yang menguap = 145486,1267 kg/hari = 6061,9219 kg/jam

Massa jahe instan keluar spray drier = 4495,5000 kg/hari = 187,3125 kg/jam

Kadar air akhir dalam produk = $X_2 = 4\%$

Laju pengeringan = air yang menguap = 6061,9219 kg/jam = 1336,4113 lb/jam



Dari gambar 20-72, Perry edisi 5, didapat:

Volume chamber = 2800 ft³ = 79,3 m³

Diameter chamber = 17,5 ft = 5,3341 m ≈ 5,3 m

m = 12 in = 1 ft (Hesse, hal 85)

hs = 0,4 . D (Perry 5th, gb 20-72)

hs = 0,4 . 17,5 = 7 ft = 2,1336 m

Volume konis = volume total – volume silinder

$$= 2800 - \left(\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot hs \right)$$

$$= 2800 - \left(\frac{\pi}{4} \cdot 17,5^2 \cdot 7 \right)$$

$$= 2800 - 1683,6973$$

$$= 1116,3027 \text{ ft}^3 = 31,6113 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume konis} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot hc \cdot (D^2 + D \cdot m + m^2)$$

$$1116,3027 = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot hc \cdot (17,5^2 + 17,5 \times 1 + 1^2)$$

$$hc = 13,1300 \text{ ft} = 4,0021 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi total} = h_s + h_c$$

$$= 2,1336 + 4,0021$$

$$= 6,1357 \text{ m}$$

Tebal Shell

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f_{all} \cdot E - 0,6 \cdot P} \quad (\text{Brownell \& Young, p.254, eq13.1})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 14,9690 \text{ psi}$$

$$ID = \text{diameter shell} = 5,8343 \text{ m} = 229,7161 \text{ in}$$

$$r_i = \text{jari-jari shell} = 2,9172 \text{ m} = 114,8581 \text{ in}$$

$$f_{all} = \text{allowable stress} = 15600 \text{ lb/in}^2$$

(Stainless Steel type 306, Perry 5th ed.)

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

$$c = \text{corrosion allowance} = 0$$

$$t_s = \frac{14,6960 \cdot 114,8581}{15600 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 14,6960}$$

$$= 0,1353 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal Atas, Dish head

$$P \text{ design} = 0 \text{ psi}$$

$$t_b = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tebal Konis

Untuk $\frac{1}{2}$ sudut puncak (α) tidak lebih besar dari 30°C digunakan persamaan 6.154, p.118, Brownell & Young

$$t_c = \frac{P.ID}{2 \cos \alpha . (f.E - 0,6P)} + c$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 14,6960 \text{ psi}$$

$$ID = \text{diameter shell} = 5,8343 \text{ m} = 229,7161 \text{ in}$$

$$f_{all} = \text{allowable stress} = 15600 \text{ lb/in}^2$$

(Stainless Steel type 306, Perry 5th ed.)

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

(Double welded butt joint, Brownell & Young, p.245, table 13.2)

$$c = \text{corrosion allowance} = 0$$

$$t_c = \frac{14,696 \times 229,7161}{2 \cos 30 . (15600 \times 0,8 - 0,6 \times 14,6960)}$$

$$t_c = 0,8775 \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Atomizer

Jenis : centrifugal dish

Menentukan putaran centrifugal dish :

$$\frac{Dvs}{r} = 0,4 \left[\frac{\Gamma}{\rho_L N . r^2} \right]^{0,6} \left[\frac{\mu}{\Gamma} \right]^{0,2} \left[\frac{\alpha . \rho_L . Lw}{\Gamma^2} \right]^{0,1} \quad (\text{Perry, ed.6, eq.20-49})$$

$$Dvs = \text{diameter semprotan rata-rata} = 1,47 . 10^{-4} \text{ m} = 4,8216 . 10^{-4}$$

$$Di = \text{diameter dish} = 0,25 \text{ m} = 0,82 \text{ ft}$$

$$r = \text{jari-jari dish} = 0,41 \text{ ft}$$

$$\Gamma = \text{kecepatan massa semprotan dari wetted dish peripheral, lb/min.ft}$$

$$\rho_L = \text{densitas slurry} = 983,0633 \text{ kg/m}^3 = 61,3739 \text{ lb/ft}^3$$

$$N = \text{putaran dish} = \text{rpm}$$

$$\mu = \text{viskositas liquid} = 0,2175 \text{ lb/ft.s}$$

α = liquid retension, lb/min²

L_w = wetted dish peripheral = $\pi \cdot d_i = 2,5761$ ft

Massa feed masuk = 149986,1267 kg/hari

$$\Gamma = \frac{\text{massa feed masuk}}{L_w} = \frac{149986,1267 \times 2,2046}{2,5761 \times 24 \times 60} = 89,1365 \text{ lb/min.ft}$$

dimana :

(R) = komponen parachor = 271,7

ρ_l = densitas liquid = $4,66 \times 10^{-3}$ mol/cm³

α = dyne/cm

pada tekanan rendah, $\rho_l \gg \rho_G$, maka ρ_G dapat diabaikan

$$\alpha^{(1/4)} = (271,7) \cdot (4,66 \cdot 10^{-3}) = 2,5696 \text{ dyne/cm} = 20,3975 \text{ lb/min}^2$$

$$\frac{4,8216 \cdot 10^{-4}}{0,41} = 0,4 \cdot \left[\frac{89,1365}{61,3739 \cdot N \cdot 0,41^2} \right]^{0,6} \left[\frac{0,2175}{89,1365} \right]^{0,2} \left[\frac{20,3975 \cdot 61,3739 \cdot 2,5761}{89,1365^2} \right]^{0,1}$$

$$N = 16588,0445 \text{ rpm} \approx 16588 \text{ rpm}$$

Menghitung power yang dibutuhkan

$$P = 1,04 \cdot 10^{-8} (r \cdot N)^2 \cdot W$$

dimana:

P = netto horse power

r = jari-jari dish = 0,41 ft

N = putaran dish = 16588 rpm

W = kecepatan feed = 229,6246 lb/min

$$P = 1,04 \cdot 10^{-8} (0,41 \cdot 16588)^2 \cdot 229,6246$$

$$= 144,1340 \text{ hp} \approx 145 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat*Spray Drier*

Tinggi silinder	: 24 ft
Tinggi konis	: 13,13 ft
Diameter	: 17,50 ft
Tebal shell	: 0,02 ft
Tebal atas	: 0,02 ft
Tebal konis	: 0,02 ft
Bahan konstruksi	: stainless stell
Jumlah	: 1 unit

Atomizer

Tipe	: centrifugal dish
Diameter dish	: 0,82 ft
Diameter semprotan rata-rata	: $4,82 \cdot 10^{-4}$ ft
Kecepatan putaran dish	: 16588 rpm
Kecepatan massa semprotan	: 89,1365 lb.ft/min
Power	: 145 hp
Jumlah atomizer	: 1 buah

41. Pompa (L-241)

Fungsi : untuk memompa filtrat jahe dari tangki penampungan
sementara menuju ke spray drier

Tipe : centrifugal pump

Dasar pemilihan : harga murah

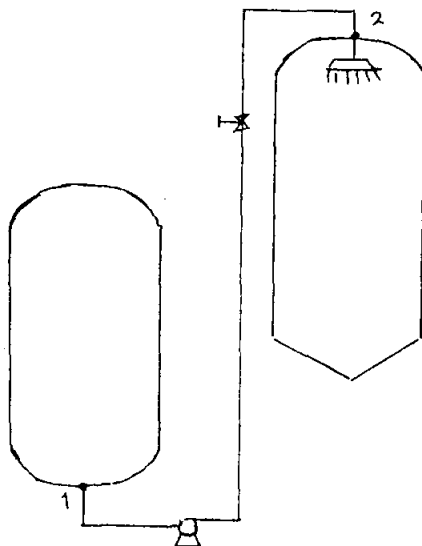
Kondisi operasi : $T = 53^{\circ}\text{C}$

Perhitungan :

Rate filtrat : $149986,1267 \text{ kg/hari} = 1,7360 \text{ kg/dt} = 3,8271 \text{ lb/dt}$

ρ filtrat : $981,9586 \text{ kg/m}^3 = 61,3039 \text{ lb/ft}^3$

$$q = \frac{\text{rate filtrat}}{\rho} = \frac{3,8271 \text{ lb} / \text{dt}}{61,3039 \text{ lb} / \text{ft}^3} = 0,0624 \frac{\text{ft}^3}{\text{dt}} = 28,0216 \text{ US Gal} / \text{min}$$



$$\begin{aligned} D_{i,\text{opt}} &= 3,9 \cdot q^{0,45} \cdot \rho^{0,13} && \text{(Peters \& Timmerhaus, pers 15 hal 496)} \\ &= 3,9 \cdot (0,0624)^{0,45} \cdot (61,3039)^{0,13} \\ &= 1,9110 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, Appendix A.5, tabel A.5-1, hal 892 diperoleh :

Nominal Pipe Size	= 2 in
Schedule (Sch)	= 80
OD	= 2,375 in = 0,0603 m
ID	= 1,939 in = 0,0493 m
A_p	= $19,05 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 0,0205 \text{ ft}^2$

$$v = \frac{q}{A_p} = \frac{0,0624}{0,0205} = 3,0439 \frac{\text{ft}}{\text{s}} = 0,9278 \text{ m/s}$$

$$\mu_{\text{filtrat}} = \mu_{\text{air}} = 0,5231 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m} \cdot \text{dt}$$

$$N_{\text{Re}} = \frac{\rho \cdot ID \cdot v}{\mu} = \frac{981,39586 \times 0,0493 \times 0,9278}{0,5231 \cdot 10^{-3}} = 85863,7290$$

(turbulen $\rightarrow \alpha=1$)

Bahan konstruksi = Commercial steel

Dari Geankoplis, fig. 2.10-3, hal.88 diperoleh :

$$\varepsilon = 0,000046$$

$$\frac{\varepsilon}{ID} = \frac{0,000046}{0,0493} = 9,3306 \cdot 10^{-4}$$

$$f = 0,004$$

Diperkirakan panjang pipa lurus = 15 m dilengkapi dengan 4 buah elbow 90⁰ dan 2 buah gate valve.

Friksi atomizer : $\Delta P = 0,1 - 0,3$ bar

Dipilih : 0,1 bar

$$F_{\text{atomizer}} = \frac{0,2}{981,9586} = 1,0184 \frac{J}{kg}$$

Friksi pipa lurus : (Geankoplis, pers 2.10-6, hal 89)

$$F = \frac{4 \cdot f \cdot L \cdot v^2}{2 \cdot ID} = \frac{4 \times 0,004 \times 15 \times 0,9278^2}{2 \times 0,0493} = 2,0953 \frac{J}{kg}$$

Friksi karena sudden contraction : (Geankoplis, pers 2.10-16, hal 93)

$$hc = 0,55 \cdot \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right) \frac{v^2}{2\alpha}$$

karena A_2 (tangki) $\gg \gg A_1$ (pipa) maka $A_2/A_1 \approx 0$

$$hc = 0,55 \cdot \frac{v^2}{2\alpha} = 0,55 \cdot \frac{0,9278^2}{2 \times 1} = 0,2367 \frac{J}{kg}$$

Friksi karena sudden expansion : (Geankoplis, pers 2.10-15, hal 93)

$$hex = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right) \frac{v^2}{2\alpha}$$

karena A_1 (tangki) $\gg \gg A_2$ (pipa) maka $A_1/A_2 \approx 0$

$$hex = \frac{v^2}{2\alpha} = \frac{0,9278^2}{2 \times 1} = 0,4304 \frac{J}{kg}$$

Friksi pada elbow 90⁰ : (Geankoplis, pers 2.10-17, hal 94)

$$hf_{el} = Kf \cdot \frac{v^2}{2}$$

Dari Geankoplis, tabel 2.10-1, hal 93 untuk elbow 90⁰, $Kf = 0,75$

Jumlah elbow $90^\circ = 4$

$$hf_{el} = 4 \times 0,75 \times \frac{0,9278^2}{2} = 1,2912 \frac{J}{kg}$$

Friksi pada valve : (Geankoplis, pers 2.10-17, hal 94)

$$hf_v = K_f \cdot \frac{v^2}{2}$$

Dari Geankoplis, tabel 2.10-1, hal.93 untuk gate valve , $K_f = 0,17$

Jumlah gate valve = 2

$$hf_v = 2 \times 0,17 \times \frac{0,9278^2}{2} = 0,1463 \frac{J}{kg}$$

Total friksi = $\Sigma F = F_{atomizer} + F + hc + hex + hf_{el} + hf_v$

$$\begin{aligned} &= 1,0184 + 2,0953 + 0,2367 + 0,4304 + 1,2912 + 0,1463 \\ &= 5,2183 \text{ J/kg} \end{aligned}$$

$P_1 = 1 \text{ atm}$

$P_2 = 1,1 \text{ atm}$

$P_2 - P_1 = 0,1 \text{ atm} = 10132,5 \text{ N/m}^2$

$Z_2 - Z_1 = 10 \text{ m}$

$v_1 = 0 ; v_2 = 0,9278 \text{ m/s}$

Persamaan Bernoulli :

$$\frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2\alpha} + g \cdot (Z_2 - Z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \Sigma F + W_s = 0$$

$$\frac{(0,9278^2 - 0^2)}{2 \times 1} + 9,8 \cdot (10) + \frac{10132,5}{981,9586} + 5,2183 + W_s = 0$$

$W_s = -113,9674 \text{ J/kg}$

Dari Geankoplis, fig. 3.3-2, hal.136 diperoleh efisiensi pompa :

$\eta = 25 \%$

$$break \text{ Hp} = \frac{-W_s \cdot m}{\eta \cdot 1000} = \frac{113,9674 \times 3,8271}{0,25 \times 1000} = 1,7447 \text{ hp}$$

(Geankoplis, pers 3.3-2, hal 134)

Dari Peters & Timmerhaus, fig. 14-38, hal.521 diperoleh:

Efisiensi motor = $\eta = 82\%$

$$\text{Power motor} = \frac{\text{break hp}}{\eta} = \frac{1,7447}{0,82} = 2,1540 \text{ hp} \approx 3 \text{ hp}$$

Spesifikasi Alat :

Laju alir : 3,04 ft³/dt

Nominal pipe size : 0,17 ft sch 80

ID pipa : 0,16 ft

OD pipa : 0,20 ft

Power motor : 3 hp

Bahan konstruksi : commercial steel

Jumlah : 1 unit

42. Screw Conveyor (J-242)

Fungsi : sebagai alat transportasi dari spray drier ke tangki jahe instan

Type : standar pitch screw conveyor

Dasar pemilihan : ekonomis, pemeliharaan mudah, cocok untuk padatan, dapat berfungsi sebagai pendingin

Kapasitas : 4495,5000 kg/hari = 187,3125 kg/jam
= 0,1873 ton/jam

Kondisi operasi : T = 105°C

P = 1 atm

Dari Perry 6th ed., table 7-6, p. 7-7

Untuk kapasitas 5 ton/jam

Diameter flights = 9 inch

Diameter poros screw = 2 inch

Kecepatan screw = 40 rpm

Diameter lubang feed = 6 inch

Panjang screw = 15 ft

$$\text{Daya motor} = 0,43 \text{ hp}$$

Perhitungan:

Kecepatan screw untuk kapasitas 187,3125 kg/jam

$$= \frac{0,1873}{5} 40 = 1,50 \text{ rpm}$$

Daya motor untuk kapasitas 187,3125 kg/jam

$$= \frac{0,1873}{5} 0,43 = 0,0161 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas	: 408,54 lb/jam
Panjang	: 15 ft
Diameter flights	: 0,75 ft
Diameter poros screw	: 0,17 ft
Diameter lubang feed	: 0,50 ft
Kecepatan screw	: 1,50 rpm
Sudut elevasi	: 0 °
Power	: 1hp
Bahan konstruksi	: stainless steel
Jumlah	: 1 unit

43. Cyclone (H-243)

Fungsi : untuk memisahkan jahe yang keluar bersama uap air dari spray dryer

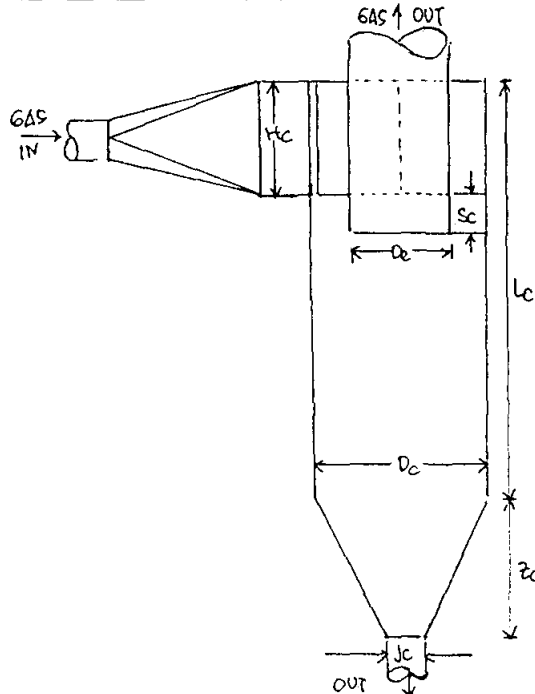
Kapasitas :

$$\text{Jahe bubuk} = 4,5000 \text{ kg/hari}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 145486,1267 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Udara panas} = 4428600,1285 \text{ kg/hari}$$

Dari Bab VI didapat bahwa nozzle pengeluaran gas buang dari spray dryer menggunakan pipa dengan diameter dalam sebesar 12,09 in



$$B_c = \frac{D_c}{4}$$

$$L_c = 2 D_c$$

$$J_c = \frac{D_c}{4}$$

$$D_e = \frac{D_c}{2}$$

$$S_c = \frac{D_c}{8}$$

(Perry, 5th ed., Fig. 20-96, p. 20-82)

$$H_c = \frac{D_c}{2}$$

$$Z_c = 2 D_c$$

Luas penampang nozzle = $\frac{1}{4} \pi D_i^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 12,09^2 = 114,8002 \text{ in}^2$

Luas penampang gas input = luas penampang nozzle spray

$$H_c \cdot B_c = \frac{D_c}{2} \cdot \frac{D_c}{4}$$

$$\frac{D_c}{4} \times \frac{D_c}{2} = 114,8002 \text{ in}^2$$

$$D_c = 30,3051 \text{ in} \approx 30,5 \text{ in}$$

$$B_c = \frac{30,5}{4} = 7,625 \text{ in}$$

$$D_e = \frac{30,5}{2} = 15,25 \text{ in}$$

$$H_c = \frac{30,5}{2} = 15,25 \text{ in}$$

$$L_c = 2 \times 30,5 = 61 \text{ in}$$

$$S_c = \frac{30,5}{8} = 3,8125 \text{ in}$$

$$Z_c = 2 \times 30,5 = 61 \text{ in}$$

$$Jc = \frac{30,5}{4} = 7,625 \text{ in}$$

Spesifikasi Alat:

Dc	: 2,54 ft
Bc	: 0,64 ft
De	: 1,27 ft
Hc	: 1,27 ft
Lc	: 5,08 ft
Sc	: 0,32 ft
Zc	: 5,08 ft
Jc	: 0,64 ft

44. Tangki Jahe Instan (F-250)

Fungsi : untuk menampung sementara jahe instan yang telah selesai di proses.

Type : segi empat dengan penampang atas berbentuk bujur sangkar dan bagian bawah berbentuk limas

Dasar pemilihan : sesuai untuk kapasitas menengah

Kondisi operasi : P = 1 atm

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

Asumsi : waktu tinggal = 3 hari

Kapasitas : 4500 kg/hari = 187,5 kg/jam

ρ jahe instan = 852,0846 kg/m³

Jahe instan yang disimpan = 4500,0000 kg/hari x 3 hari
= 13500,0000 kg

Volume jahe = $\frac{13500,0000}{852,0846} = 15,8435 \text{ m}^3$

Volume bin = volume balok + volume limas terpancung

$$\frac{100}{80} \times 15,8435 \text{ m}^3 = 1,25 a^3 + \frac{0,5}{3} a \left[a^2 + \frac{3}{16} a + \frac{3}{16} a + \left(a^2 \cdot \frac{3}{16} a \cdot \frac{3}{16} a \right)^{0,5} \right]$$

$$a = 2,3772 \text{ m}$$

Ukuran bin:

Panjang sisi kotak	a	2,3772 m
Tinggi bin bagian kotak		= 4,7544 m
Tinggi bin bagian limas		= 1,1886 m
Panjang mulut limas		= 0,5943 m

Spesifikasi alat:

Kapasitas	= 29762,10 lb/3 hari
Panjang sisi kotak	= 7,80 ft
Tinggi bin bagian kotak	= 15,60 ft
Tinggi bin bagian limas	= 3,90 ft
Panjang mulut limas	= 1,95 ft

45. Screw Conveyor (J-251)

Fungsi : sebagai alat transportasi dari tangki jahe instan ke ball mill

Type : standar pitch screw conveyor

Dasar pemilihan : ekonomis, pemeliharaan mudah, cocok untuk padatan, dapat berfungsi sebagai pendingin

Kapasitas : 4500,0000 kg/hari = 187,5000 kg/jam
= 0,1875 ton/jam

Kondisi operasi : T = 30°C

P = 1 atm

Dari Perry 6th ed., table 7-6, p. 7-7

Untuk kapasitas 5 ton/jam

Diameter flights = 9 inch

Diameter poros screw = 2 inch

Kecepatan screw = 40 rpm

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

Asumsi : waktu tinggal = 3 hari

Kapasitas : 22000 kg/hari = 916,6667 kg/jam

ρ gula = 881 kg/m³

Gula yang disimpan = 22000,0000 kg/hari x 3 hari

$$= 66000,0000 \text{ kg}$$

$$\text{Volume gula} = \frac{66000,0000}{881} = 74,9149 \text{ m}^3$$

Volume bin = volume balok + volume limas terpancung

$$\frac{100}{80} \times 74,9149 \text{ m}^3 = 1,25 a^3 + \frac{0,5}{3} a \left[a^2 + \frac{3}{16} a + \frac{3}{16} a + \left(a^2 \cdot \frac{3}{16} a \cdot \frac{3}{16} a \right)^{0,5} \right]$$

$$a = 3,9997 \text{ m}$$

Ukuran bin:

Panjang sisi kotak = a = 3,9997 m

Tinggi bin bagian kotak = 7,9994 m

Tinggi bin bagian limas = 1,9999 m

Panjang mulut limas = 0,9999 m

Spesifikasi alat:

Kapasitas = 145503,60 lb/3 hari

Panjang sisi kotak = 13,12 ft

Tinggi bin bagian kotak = 26,24 ft

Tinggi bin bagian limas = 6,56 ft

Panjang mulut limas = 3,28 ft

47. Screw Conveyor (J-312)

Fungsi : sebagai alat transportasi dari bin gula ke ball mill

Type : standar pitch screw conveyor

Dasar pemilihan : ekonomis, pemeliharaan mudah, cocok untuk padatan, dapat berfungsi sebagai pendingin

Kapasitas : 22000,0000 kg/hari = 916,6667 kg/jam
= 0,9167 ton/jam

Kondisi operasi : T = 30°C
P = 1 atm

Dari Perry 6th ed., table 7-6, p. 7-7

Untuk kapasitas 5 ton/jam

Diameter flights = 9 inch
Diameter poros screw = 2 inch
Kecepatan screw = 40 rpm
Diameter lubang feed = 6 inch
Panjang screw = 15 ft
Daya motor = 0,43 hp

Perhitungan:

Kecepatan screw untuk kapasitas 916,6667 kg/jam

$$= \frac{0,9167}{5} 40 = 7,3336 \text{ rpm}$$

Daya motor untuk kapasitas 916,6667 kg/jam

$$= \frac{0,9167}{5} 0,43 = 0,0788 \text{ hp} \approx 1 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat

Kapasitas : 412,95 lb/jam
Panjang : 15 ft
Diameter flights : 0,75 ft
Diameter poros screw : 0,17 ft
Diameter lubang feed : 0,50 ft
Kecepatan screw : 7,33 rpm
Sudut elevasi : 0 °
Power : 1hp
Bahan konstruksi : stainless steel

Jumlah : 1 unit

48. Ball Mill (C-310)

Fungsi : untuk mencampur kopi, jahe, dan gula

Tipe : marcy ball mill

Dasar pemilihan : cocok untuk bahan penggilingan yang kecil sampai besar

Kondisi operasi : $T = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$

$P = 1\text{ atm}$

Kapasitas : 45000 kg/hari = 45 ton/ 24 jam

Dipilih untuk kapasitas : 45 ton/ 24 jam (Perry 6th, hlm 8-34)

Spesifikasi alat :

Kapasitas : 99207 lb/hari

Ukuran : 4 x 3 ft

Berat bola : 6018,56 lb

Kecepatan ball mill : 30 rpm

Power : 23 hp

Bahan konstruksi :

Bola : batu alubit

Lapisan dalam ball mill : lining stone

Lapisan luar ball mill : cast iron

Jumlah : 1 unit

49. Screen (H-313)

Fungsi : untuk memisahkan kopi jahe instan sebagai oversize dan undersize

Type : vibrating screen

Dasar pemilihan : konstruksi sederhana

Kapasitas : 45000,0000 kg/hari = 1875,0000 kg/jam

= 1,875 ton/jam

Kapasitas screen actual 0,2–0,8 ton/ft².mm.mesh size (Mc. Cabe 4th, hal 859)

Diambil kapasitas actual screen : 0,8 ton/ft².mm.mesh size

Ukuran partikel untuk 150 mesh = 0,104 mm (Mc.Cabe 4th,App.20)

$$\text{Luas screen} = \frac{1,8750 \text{ ton} / \text{jam}}{0,8 \text{ ton} / \text{ft}^2 \cdot \text{mm} \cdot 0,104 \text{ mm}} = 22,5361 \text{ ft}^2 = 2,0937 \text{ m}^2$$

Dengan data di atas di dapatkan:

Panjang = P = 2 – 5 m (Ulrich, hal 223)

Lebar = L = 0,5 – 1,5 m

Luas = A = 1 – 7,5 m²

Dipilih panjang = 2 m, maka

$$\text{Lebar} = \frac{\text{luas}}{\text{panjang}} = \frac{2,0937 \text{ m}^2}{2 \text{ m}} = 1,0469 \text{ m}$$

$$\text{Power yang dibutuhkan} = \frac{1600 \cdot m_s}{D_p}$$

$$= \frac{1600 \times 1875,0000 \text{ kg} / \text{jam}}{150 \times 3600 \text{ dt} / \text{jam}} = 5,5556 \approx 6 \text{ Hp}$$

Effisiensi motor = 85 % (Peters&Timmerhouse, hlm 521)

$$\text{Power motor yang dibutuhkan} = \frac{5,5556}{0,85} = 6,5360 \text{ hp} \approx 7 \text{ hp}$$

Spesifikasi alat:

Tipe : vibrating screen

Kapasitas : 4133,63 lb/jam

Panjang : 6,56 ft

Lebar : 3,43 ft

Power : 7 hp

Bahan konstruksi : stainless steel

Jumlah : 1 unit

APPENDIX D

PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

APPENDIX D

PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

Perhitungan harga setiap waktu akan berubah, tergantung pada perubahan kondisi ekonomi dan politik. Oleh karena itu untuk menafsirkan harga peralatan dibutuhkan suatu indeks yang dapat mengkonversi harga peralatan pada masa lalu, sehingga diperoleh harga ekivalen pada waktu sekarang. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Harga sekarang} = \frac{\text{Indeks harga sekarang}}{\text{Indeks harga tahun } X} \times \text{harga tahun } X$$

Harga alat yang digunakan dalam pra rencana ini didasarkan pada harga alat yang terdapat pada pustaka Peters & Timmerhaus, Ulrich G.D.

Dalam perhitungan ini digunakan indeks harga sebagai berikut :

- Marshall & Swift Installed Equipment Index
 - Tahun Januari 1990 = 904 (Peter & Timmerhause, hlm 163)
 - Tahun Juni 2001 = 1073,5 (Chemical Engineering, Mei 2002)
- Chemical Engineering Plant Cost Index
 - Tahun 1982 = 315 (Ulrich, hlm 270)
 - Tahun 2001 = 394,3 (Chemical Engineering, Mei 2002)

A. PERALATAN

Contoh perhitungan :

Nama alat	: Screw Conveyor
Kapasitas	: 3256,7 lb/jam (1477,2 kg/jam)
Panjang	: 15 ft
Diameter flights	: 0,8 ft (9 in)
Bahan konstruksi	: stainless steel
Power	: 1 hp
Jumlah	: 1 unit

Harga tahun 1990 : US\$ 4900 (Peters & Timmerhouse, hlm 570)

$$\text{Harga tahun 2002} : \frac{1073,50}{904} \times 4900 = \text{US\$ } 4210,62$$

Dengan cara yang sama, didapatkan harga peralatan untuk alat proses dan untuk utilitas sebagai berikut:

No	Nama Alat	Kode	Harga	Jumlah	Total
			2002, US\$		
1	Silo kopi	F-111	2.734,47	1	2.734,47
2	Screw conveyer	J-112	4.210,62	1	4.210,62
3	Roaster	Q-110	214.827,68	1	214.827,68
4	Screw conveyer	J-121	4.210,62	1	4.210,62
5	Hammer mill	C-120	2.439,57	1	2.439,57
6	Screen	H-122	1.759,31	1	1.759,31
7	Screw conveyer	J-131	4.210,62	1	4.210,62
8	Ekstraktor	F-130	8.936,83	1	8.936,83
9	Pengaduk		8.936,83	1	8.936,83
10	Pompa	L-141	891,38	1	891,38
11	Tangki penampung	F-142	17.444,01	1	17.444,01
12	Pompa	L-143	2.285,77	1	2.285,77
13	Filter press	H-140	1.718,62	1	1.718,62
14	Tangki penampung	F-152	17.186,21	1	17.186,21
15	Pompa	L-151	6.685,37	1	6.685,37
16	Spray drier	D-150	515.586,43	1	515.586,43
17	Screw conveyer	J-153	4.210,62	1	4.210,62
18	Cyclone	H-154	2.680,85	1	2.680,85
19	Tangki kopi instan	F-160	1.447,66	1	1.447,66
20	Screw conveyer	J-161	4.210,62	1	4.210,62
21	Screw conveyer	J-171	4.210,62	1	4.210,62
22	Rotary drier	B-170	34.372,43	1	34.372,43
23	Cyclone	H-173	2.412,77	1	2.412,77
24	Screw conveyer	J-172	4.210,62	1	4.210,62
25	Tangki kopi bubuk	F-174	2.091,06	1	2.091,06
26	Screw conveyer	J-175	4.210,62	1	4.210,62
27	Silo jahe	F-211	1.930,21	1	1.930,21
28	Screw conveyer	J-212	4.210,62	1	4.210,62
29	Belt conveyer	J-213	16.326,90	1	16.326,90

30	Bak pencuci	F-210	16.326,90	1	16.326,90
31	Screw conveyor	J-221	4.210,62	1	4.210,62
32	Rotary cutter	C-220	5.194,15	1	5.194,15
33	Bucket elevator	J-231	5.671,45	1	5.671,45
34	Ekstraktor 1	F-230	18.045,53	1	18.045,53
35	Pengaduk		7.733,80	1	7.733,80
36	Filter 1	H-232	18.045,53	1	18.045,53
37	Tangki penampung	F-233	3.007,59	1	3.007,59
38	Screw conveyor	J-234	4.210,62	1	4.210,62
39	Ekstraktor 2	F-235	9.108,69	1	9.108,69
40	Pengaduk		6.874,49	1	6.874,49
41	Filter 2	H-236	9.108,69	1	9.108,69
42	Pompa	L-237	1.434,26	1	1.434,26
43	Pompa	L-241	502,66	1	502,66
44	Spray drier	D-240	472.620,90	1	472.620,90
45	Screw conveyor	J-242	4.210,62	1	4.210,62
46	Cyclone	H-243	2.546,81	1	2.546,81
47	Tangki jahe instan	F-250	2.268,58	1	2.268,58
48	Screw conveyor	J-251	4.210,62	1	4.210,62
49	Silo gula	F-311	965,11	1	965,11
50	Screw conveyor	J-312	4.210,62	1	4.210,62
51	Ball mill	C-310	7.037,23	1	7.037,23
52	Screen	H-313	1.290,16	1	1.290,16
			Total		1.509.425,61

No	Nama Alat	Kode	Harga 2002, US\$	Jumlah	Total
1	Pompa air sungai	L-411	1.273,40	1	1.273,40
2	Pompa koagulator	L-413	827,71	1	827,71
3	Pompa sand filter	L-416	1.910,11	1	1.910,11
4	Sand filter	F-417	83.125,00	1	83.125,00
5	Burner	Q-512	180.455,25	1	180.455,25
6	Blower	G-511	15.467,59	1	15.467,59
7	HE udara	E-510	5.026,60	1	5.026,60
8	HE air	E-513	2.680,85	1	2.680,85
9	Generator		21.446,81	1	21.446,81
10	Tangki penampung IDO		33.250,00	1	33.250,00
11	Tangki BBG		30.000,00	1	30.000,00
			Total		375.463,32

B. TANAH DAN BANGUNAN

	Luas, m ²	Harga, Rp/m ²	Harga total, Rp
Tanah	25.000,00	10.000,00	250.000.000,00
Bangunan	7.878,14	500.000,00	3.939.070.000,00
		Total	4.189.070.000,00

C. BAHAN BAKU, BAHAN PENUNJANG DAN HARGA JUAL PRODUK

	harga, Rp/kg	Kebutuhan, ton/hari	Total, Rp/tahun
Kopi	9.000,00	37,24	100.551.780.000,00
Jahe	4.000,00	46,80	56.157.120.000,00
Gula	4.500,00	22,00	29.700.000.000,00
			186.408.900.000,00

Harga jual kopi jahe 3 in 1	= Rp. 1000 / shacet
Produksi	= 45 ton/hari
	= 1.500.000 sachet/hari
Total penjualan kopi jahe 3 in 1	= Rp. 495.000.000.000,00 /tahun
Harga jual kopi bubuk	= Rp. 11.000/ kg
Total penjualan kopi bubuk	= Rp. 93.726.600.000/tahun
Total penjualan	= Rp. 588.726.600.000/tahun

D. GAJI KARYAWAN

Jumlah karyawan perusahaan ini	= 190 orang karyawan
Gaji karyawan per bulan	= Rp. 184.200.000,00
Ditetapkan 1 tahun produksi adalah 12 bulan, (termasuk tunjangan hari raya 1 bulan gaji)	
Jadi gaji karyawan dan tunjangan per tahun	
	= (12 x Rp. 184.200.000,00) + (1 x Rp. 184.200.000,00)
	= Rp. 2.394.600.000,00.

	Jumlah	Gaji/orang/bulan	Total gaji per bulan
		Rupiah	Rupiah
Direktur Utama	1	8.000.000	8.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	1	6.000.000	6.000.000
Direktur Keuangan & Umum	1	6.000.000	6.000.000

Staf Ahli	3	4.000.000	12.000.000
Sekretaris	3	1.000.000	3.000.000
Kepala Bagian Teknik	1	2.500.000	2.500.000
Kepala Bagian Produksi	1	2.750.000	2.750.000
Kepala Bagian Penyediaan	1	2.250.000	2.250.000
Kepala Bagian Umum	1	2.250.000	2.250.000
Kepala Bagian Pemasaran	1	2.250.000	2.250.000
Kepala Bagian Keuangan	1	2.500.000	2.500.000
Kasie Pemeliharaan dan Perbaikan	1	1.500.000	1.500.000
Kasie Persiapan Produksi	1	1.750.000	1.750.000
Kasie Proses	1	2.000.000	2.000.000
Kasie Utilitas	1	1.500.000	1.500.000
Kasie Laboratorium	1	1.500.000	1.500.000
Kasie Limbah	1	1.500.000	1.500.000
Kasie Penyediaan Bahan Baku	1	1.500.000	1.500.000
Kasie Transportasi	1	1.500.000	1.500.000
Kasie Personalia	1	1.500.000	1.500.000
Kasie Gudang	1	1.000.000	1.000.000
Kasie Keamanan	1	750.000	750.000
Kasie Humas	1	1.500.000	1.500.000
Kasie Keuangan	1	1.500.000	1.500.000
Kasie Administrasi	1	1.500.000	1.500.000
Karyawan Pemeliharaan & Perbaikan	10	750.000	7.500.000
Karyawan Persiapan Produksi	10	750.000	7.500.000
Karyawan Proses	50	750.000	37.500.000
Karyawan Utilitas	6	750.000	4.500.000
Karyawan Laboratorium	6	750.000	4.500.000
Karyawan Limbah	5	750.000	3.750.000
Karyawan Penyediaan Bahan Baku	12	700.000	8.400.000
Karyawan Personalia	4	700.000	2.800.000
Karyawan Gudang	6	700.000	4.200.000
Karyawan Keamanan	12	600.000	7.200.000
Karyawan Humas	3	600.000	1.800.000
Karyawan Pemasaran	10	700.000	7.000.000
Karyawan Pembelian	6	700.000	4.200.000
Karyawan Administrasi	3	600.000	1.800.000
Karyawan Pembukuan dan Kasir	3	600.000	1.800.000
Karyawan Kebersihan	10	600.000	6.000.000
Sopir	5	750.000	3.750.000
Total	190		184.200.000

E. BIAYA UTILITAS

Listrik

Beban listrik terpasang = 599,6 kW = 599,6 kVA

Beban biaya per bulan = Rp. 25.000,00/kva
 Biaya beban listrik per tahun = $12 \times 599,6 \times \text{Rp. } 25.000,00$
 = Rp. 179.885.220,00
 Listrik yang terpakai = 545,1 kVA

Biaya listrik :

WBP = Rp.260,00 / kva (pk. 18.00 – 22.00)

LWBP = Rp.105,00 / kva (pk. 22.00 - 18.00)

Dimana :

WBP = Waktu Beban Puncak

LWBP = Luar Waktu Beban Puncak

Untuk 1 hari terdapat 4 jam WBP dan 20 jam LWBP

Biaya listrik yang terpakai per tahun

= $(4 \times 545,1 \times \text{Rp.}260,00) + (20 \times 545,1 \times \text{Rp.}105,00) \times 330$
 = Rp. 564.839.562,50

Biaya listrik total = biaya beban listrik/tahun + biaya listrik yang terpakai/ tahun

= Rp. 179.885.220,00 + Rp. 564.839.562,50
 = Rp. 744.724.782,00

Keterangan	kebutuhan, /hari	Harga, Rp	Total, Rp/tahun
air, m ³	600,00	1.000,00	180.000.000,00
LNG, kg	12.624,00	500,00	20.829.600.000,00
IDO, lt/bulan	1.844,00	1.650,00	36.511.200,00
Listrik			744.724.800,00
TOTAL			21.960.481.000,00

PERPUSDAKARAAN
 Universitas Katolik Widya Mandala
 SURABAYA

