

APPENDIX A

PERHITUNGAN PENGIRIMAN BAHAN BAKU

A.1. Bahan Baku dan Bahan Pembantu Pembuatan Opak Wafer

1. Tepung Terigu

Kebutuhan per hari : 250 kg

Pengiriman : Setiap 3 hari

Jumlah tepung terigu yang harus dikirim =

$3 \times 250 \text{ kg} = 750 \text{ kg}$ dan menambah 250 kg untuk disimpan apabila ada keterlambatan pengiriman, sehingga proses produksi tidak terganggu. Jadi, tepung terigu yang dikirim adalah 1.000 kg/pengiriman (40 sak @25 kg).

2. Tepung Tapioka

Kebutuhan per hari : 150 kg

Pengiriman : Setiap 3 hari

Jumlah tepung tapioka yang harus dikirim =

$3 \times 150 \text{ kg} = 450 \text{ kg}$ dan menambah 150 kg untuk disimpan apabila ada keterlambatan pengiriman, sehingga proses produksi tidak terganggu. Jadi, tepung tapioka yang dikirim adalah 600 kg/pengiriman (12 sak @50 kg).

3. Tepung Kedelai

Kebutuhan per hari : 100 kg

Pengiriman : Setiap 2 hari

Jumlah tepung kedelai yang harus dikirim =

$2 \times 100 \text{ kg} = 200 \text{ kg}$ dan menambah 100 kg untuk disimpan apabila ada keterlambatan pengiriman, sehingga proses produksi tidak terganggu. Jadi, tepung kedelai yang dikirim adalah 300 kg/pengiriman.

4. Minyak Kelapa Sawit

Kebutuhan per hari : 11,9 L

Pengiriman : 2x/minggu

Jumlah minyak kelapa sawit yang harus dikirim =

$3 \times 11,9 \text{ kg} = 35,7 \text{ kg}$ dan menambah 18,3 kg untuk disimpan apabila ada keterlambatan pengiriman, sehingga proses produksi tidak terganggu. Jadi, minyak kelapa sawit yang dikirim adalah 54 L (3 drum)/pengiriman.

5. Lesitin

Kebutuhan per hari : 4,75 kg

Pengiriman : 1x/2 minggu

Jumlah lesitin yang harus dikirim =

$12 \times 4,75 \text{ kg} = 57 \text{ kg}$ dan menambah 18 kg untuk disimpan apabila ada keterlambatan pengiriman, sehingga proses produksi tidak terganggu. Jadi, lesitin yang dikirim adalah 75 kg/pengiriman.

6. Ammonium Bikarbonat

Kebutuhan per hari : 1,6 kg

Pengiriman : 1x/2 minggu

Jumlah ammonium bikarbonat yang harus dikirim =

$12 \times 1,6 \text{ kg} = 19,2 \text{ kg}$ dan menambah 5,8 kg untuk disimpan apabila ada keterlambatan pengiriman, sehingga proses produksi tidak terganggu. Jadi, ammonium bikarbonat yang dikirim adalah 25 kg/pengiriman.

7. Garam

Kebutuhan per hari : 1,2 kg

Pengiriman : 1x/minggu

Jumlah garam yang harus dikirim =

$6 \times 1,2 \text{ kg} = 7,2 \text{ kg}$ dan menambah 2,8 kg untuk disimpan apabila ada keterlambatan pengiriman, sehingga proses produksi tidak terganggu. Jadi, garam yang dikirim adalah 10 kg/pengiriman.

Berdasarkan perhitungan kebutuhan dan pengiriman bahan baku dan bahan pembantu dalam pembuatan opak wafer di atas, maka dapat dirangkum seperti yang terdapat pada Tabel A.1.

Tabel A.1. Tabel Kebutuhan dan Pengiriman Bahan Baku dan Bahan Pembantu dalam Pembuatan Opak Wafer

Bahan	Kebutuhan per hari (kg)	Pengiriman	Berat yang diorder
Tepung Terigu	250	Setiap 3 hari	1.000 kg
Tepung Tapioka	150	Setiap 3 hari	600 kg
Tepung Kedelai	100	Setiap 2 hari	300 kg
Minyak Kelapa Sawit	11,9	2x/minggu	54 L
Lesitin	4,75	1x/2 minggu	75 kg
Ammonium Bikarbonat	1,6	1x/2 minggu	25 kg
Garam	1,2	1x/minggu	10 kg

A.2. Bahan Baku dan Bahan Pembantu Pembuatan *Cream Wafer*

1. Margarin

Kebutuhan per hari : 474,98 kg

Pengiriman : Setiap 2 hari

Jumlah margarin yang harus dikirim =

$2 \times 474,98 \text{ kg} = 949,96 \text{ kg}$ dan menambah 550,04 kg untuk disimpan apabila ada keterlambatan pengiriman, sehingga proses produksi tidak terganggu. Jadi, margarin yang dikirim adalah 1.500 kg/pengiriman.

2. Gula Halus

Kebutuhan per hari : 337,29 kg

Pengiriman : Setiap 3 hari

Jumlah gula halus yang harus dikirim =

$3 \times 337,29 \text{ kg} = 1011,87 \text{ kg}$ dan menambah 488,13 kg untuk disimpan apabila ada keterlambatan pengiriman, sehingga proses produksi tidak terganggu. Jadi, gula halus yang dikirim adalah 1.500 kg/pengiriman.

3. Susu Bubuk

Kebutuhan per hari : 19,76 kg

Pengiriman : Setiap 2 hari

Jumlah susu bubuk yang harus dikirim =

$2 \times 19,76 \text{ kg} = 39,52 \text{ kg}$ dan menambah 35,48 kg untuk disimpan apabila ada keterlambatan pengiriman, sehingga proses produksi tidak terganggu. Jadi, susu bubuk yang dikirim adalah 75 kg/pengiriman (3 sak @25 kg).

4. Coklat Bubuk

Kebutuhan per hari : 39,51 kg

Pengiriman : Setiap 2 minggu

Jumlah coklat bubuk yang harus dikirim =

$12 \times 39,51 \text{ kg} = 474,12 \text{ kg}$ dan menambah 125,88 kg untuk disimpan apabila ada keterlambatan pengiriman, sehingga proses produksi tidak terganggu. Jadi, minyak kelapa sawit yang dikirim adalah 600 kg/pengiriman (24 sak @25 kg).

5. Bahan Pewarna

Kebutuhan per hari : 2,19 kg

Pengiriman : Setiap 3 hari

Jumlah bahan pewarna yang harus dikirim =

$3 \times 2,19 \text{ kg} = 6,57 \text{ kg}$ dan menambah 3,43 kg untuk disimpan apabila ada keterlambatan pengiriman, sehingga proses produksi tidak terganggu. Jadi, bahan pewarna yang dikirim adalah 10 kg/pengiriman.

6. Lesitin

Kebutuhan per hari : 4,39 kg

Pengiriman : Setiap 2 minggu

Jumlah lesitin yang harus dikirim =

$12 \times 4,39 \text{ kg} = 52,68 \text{ kg}$ dan menambah 22,32 kg untuk disimpan apabila ada keterlambatan pengiriman, sehingga proses produksi tidak terganggu. Jadi, lesitin yang dikirim adalah 75 kg/pengiriman.

Berdasarkan perhitungan kebutuhan dan pengiriman bahan baku dan bahan pembantu dalam pembuatan *cream wafer* di atas, maka dapat dirangkum seperti yang terdapat pada Tabel A.2.

Tabel A.2. Tabel Kebutuhan dan Pengiriman Bahan Baku dan Bahan Pembantu dalam Pembuatan *Cream Wafer*

Bahan	Kebutuhan per hari (kg)	Pengiriman	Berat per pengiriman
Margarin	474,98	Setiap 2 hari	1.500 kg
Gula Halus	337,29	Setiap 3 hari	1.500 kg
Susu Bubuk	19,76	Setiap 2 hari	75 kg
Coklat Bubuk	39,51	Setiap 2 minggu	600 kg
Bahan Pewarna	2,19	Setiap 3 hari	10 kg
Lesitin	4,39	Setiap 2 minggu	75 kg

APPENDIX B PERHITUNGAN NERACA MASSA

Asumsi: berat *cream* yang dibutuhkan untuk membuat 1 lembar wafer *cream* dengan 3 opak dan 2 *cream* adalah 70% dari berat opak

Jadi, berat adonan *cream* yang dibutuhkan, adalah: $(70/100) \times 1254,45 \text{ kg}$
= 878,12 kg

B.1. Perhitungan Jumlah Air yang Hilang Selama Proses Pemanggangan

Tabel B.1. Bahan Penyusun Opak Wafer

Komposisi	Jumlah (%)	Jumlah (%)
Tepung Terigu	50	19,93
Tepung Tapioka	30	11,96
Tepung Kedelai	20	7,97
Air	147	58,59
Minyak Kelapa	2,38	0,95
Lesitin	0,95	0,38
Ammonium bikarbonat	0,32	0,13
Garam	0,24	0,09
TOTAL	250,89	100

Sumber : Pritchard dan Stevens (1973) dalam Wade (1995)

Tabel B.2. Komposisi Kimia Bahan Penyusun Adonan Wafer per 100 g BDD

Bahan Penyusun	Karbohidrat	Protein	Lemak	Abu	Air
Tepung terigu (%)	77,2	9,0	1,0	1,0	11,8
Tepung tapioka (%)	88,2	1,1	0,5	1,1	9,1
Tepung kedelai (%)	29,9	35,9	20,6	4,0	9,0
Air (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Minyak Kelapa Sawit	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
Lesitin (%)	0,0	0,0	95,0	0,0	1,0
Garam (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0

Sumber: Persatuan Ahli Gizi Indonesia (2009)

- a. Jumlah air pada bahan penyusun opak wafer
- $$= (19,93\% \times 11,8) + (11,96\% \times 9,1) + (7,97\% \times 9,0) + (58,59\% \times 100) + (0,38 \times 1) + (0,09 \times 3)$$
- $$= 2,35174\% + 1,08836\% + 0,7173\% + 58,59\% + 0,0038\% + 0,0027\%$$
- $$= 62,7539\% \approx 62,75\%$$
- Jumlah padatan kering (*dry solid*) pada adonan
- $$= 100\% - 62,75\%$$
- $$= 37,25\%$$
- b. Kadar air opak wafer yang diinginkan setelah pemanggangan sebesar 2% (Matz, 1968).
- c. Persentase air yang hilang selama pemanggangan: 61,99% berat adonan opak awal

B.2. Asumsi Loss Selama Proses Pengolahan

- a. Persentase *loss*
- *Loss* adonan opak saat pencampuran : 0,01% berat adonan
 - *Loss* adonan opak patah saat pemanggangan : 0,05% berat opak
 - *Loss* bobot opak saat pendinginan : 0,05% berat opak
 - *Loss* adonan *cream* saat pencampuran : 0,04% berat *cream*
 - *Loss* *cream* tertinggal di mesin pengoles : 0,04% berat *cream*
 - *Loss* wafer patah saat pemotongan : 0,01% berat wafer
- b. *Loss* adonan saat pencampuran
- $$\text{Loss adonan} = 0,01\% \times 1254,45 \text{ kg} = 0,13 \text{ kg}$$
- $$\text{Adonan tersisa} = 1254,45 - 0,13 = 1254,32 \text{ kg}$$
- c. *Loss* opak patah saat pemanggangan
- $$\text{Loss opak pada saat pemanggangan} = 0,05\% \times 1254,32\% = 0,63 \text{ kg}$$

Berat uap air yang hilang selama pemanggangan

$$= 60,75\% \times 1254,32 \text{ kg}$$

$$= 762,00 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat opak yang dihasilkan} &= 1254,32 \text{ kg} - (0,63 + 762,00) \\ &= 491,69 \text{ kg} \end{aligned}$$

d. *Loss* bobot opak pada saat pendinginan

0,05% x berat opak yang dihasilkan pada saat pemanggangan

$$0,05\% \times 491,69 = 0,25 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat opak yang dihasilkan (o)} &= 491,69 \text{ kg} - 0,25 \text{ kg} \\ &= 491,44 \text{ kg} \end{aligned}$$

e. *Loss* adonan *cream* pada saat pencampuran dan pengolesan

Loss adonan pada saat pencampuran adalah 0,04%

Loss adonan pada saat pengolesan adalah 0,04%

$$\begin{aligned} \text{Total \% loss cream pada saat pencampuran dan pengolesan} \\ &= 0,04\% + 0,04\% \\ &= 0,08\% \end{aligned}$$

$$\text{Total loss cream} = 0,08\% \times 878,12 = 0,70 \text{ kg}$$

$$\text{Total cream yang tersisa (c)} = 878,12 \text{ kg} - 0,70 \text{ kg} = 877,42 \text{ kg}$$

f. *Loss* wafer patah pada saat pemotongan

Berat wafer *cream* yang dihasilkan

= Berat opak wafer yang dihasilkan + Berat *cream* yang dihasilkan

$$= (o) + (c)$$

$$= 491,44 \text{ kg} + 877,42 \text{ kg}$$

$$= 1368,86 \text{ kg}$$

Berat wafer *cream* - *loss* wafer *cream* = w

$$1368,86 - (0,01\% \times 1368,86) = w$$

$$1368,86 - 0,14 = w$$

$$w = 1368,72$$

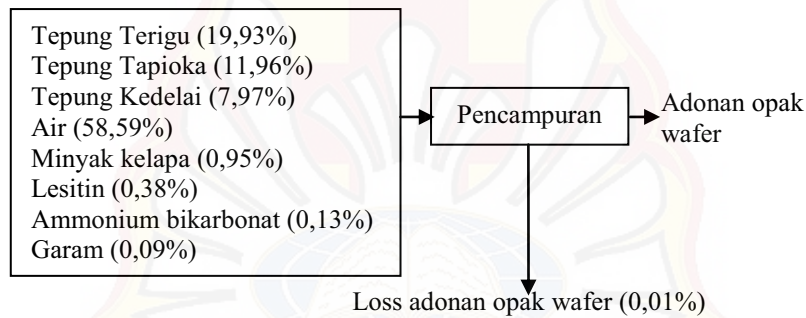
$$\begin{aligned}\text{Berat loss saat pemotongan} &= 1368,86 \text{ kg} - 1368,72 \text{ kg} \\ &= 0,14 \text{ kg}\end{aligned}$$

B.3. Perhitungan Neraca Massa

Kapasitas : tepung kedelai 100 kg/hari

Satuan massa : kilogram (kg)

a. Pencampuran bahan (% dalam total adonan)

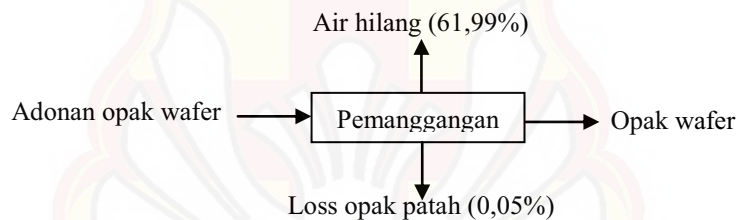


- Berat tepung terigu $= 19,93\% \times 1254,45 = 250,0 \text{ kg}$
- Berat tepung tapioka $= 11,96\% \times 1254,45 = 150,0 \text{ kg}$
- Berat tepung kedelai $= 7,97\% \times 1254,45 = 99,98 \text{ kg}$
- Berat air $= 58,59\% \times 1254,45 = 734,98 \text{ kg}$

Masuk	kg	Keluar	kg
Tepung Terigu	250	Adonan opak wafer	1254,32
Tepung Tapioka	150	Loss adonan (0,01%)	0,13
Tepung Kedelai	100		
Air	735		
Minyak Kelapa	11,9		
Lesitin	4,75		
Ammonium bikarbonat	1,6		
Garam	1,2		
TOTAL	1.254,45	TOTAL	1.254,45

- Berat miyak kelapa $= 0,95\% \times 1254,45 = 11,92 \text{ kg}$
- Berat lesitin $= 0,38\% \times 1254,45 = 4,77 \text{ kg}$
- Berat ammonium bikarbonat $= 0,13\% \times 1254,45 = 1,63 \text{ kg}$
- Berat garam $= 0,09\% \times 1254,45 = 1,13 \text{ kg}$

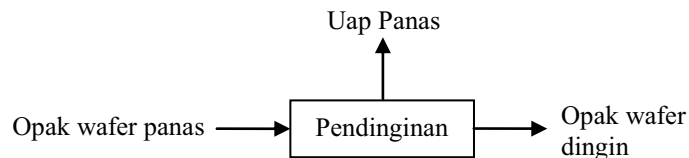
b. Pencetakan dan Pemanggangan



Masuk	kg	Keluar	Kg
Adonan opak wafer	1.254,32	Opak wafer panas	476,14
		Uap air (61,99%)	777,55
		Loss opak (0,05%)	0,63
TOTAL	1.254,32	TOTAL	1.254,32

- Jumlah air hilang saat pemanggangan
 $= 61,99\% \times 1254,32 \text{ kg} = 777,55 \text{ kg}$
- Loss opak patah $= 0,05\% \times (1254,32 - 777,55) \text{ kg} = 0,24 \text{ kg}$
- Berat opak wafer $= 1254,32 \text{ kg} - 777,55 \text{ kg} - 0,63 \text{ kg} = 476,14 \text{ kg}$

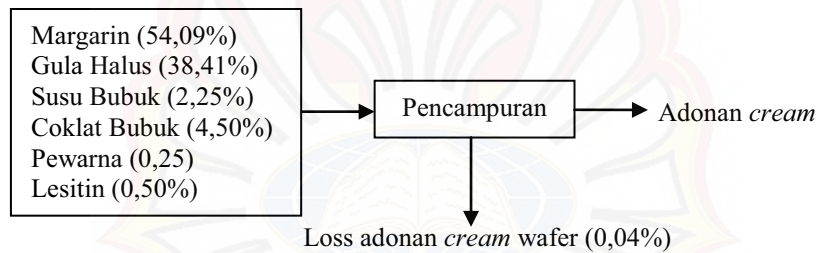
c. Pendinginan Opak Wafer



- Jumlah uap panas hilang saat pendinginan
 $= 0,05\% \times 476,14 \text{ kg} = 0,24 \text{ kg}$
- Berat opak wafer dingin
 $= 476,14 \text{ kg} - 0,24 \text{ kg} = 475,9 \text{ kg}$

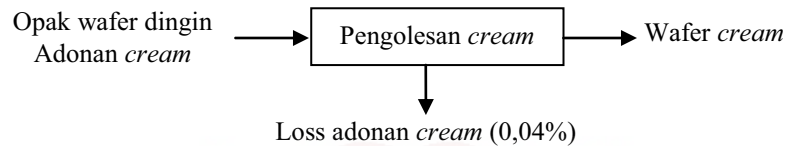
Masuk	kg	Keluar	kg
Opak wafer panas	476,14	Opak Wafer dingin	475,90
		Uap panas (0,05%)	0,24
TOTAL	476,14	TOTAL	476,14

d. Pencampuran *Cream* Wafer



Masuk	kg	Keluar	kg
Margarin	474,98	Adonan Cream	877,77
Gula Halus	337,29	Loss cream (0,04%)	0,35
Susu Bubuk	19,76		
Coklat Bubuk	39,51		
Pewarna	2,19		
Lesitin	4,39		
TOTAL	878,12	TOTAL	878,12

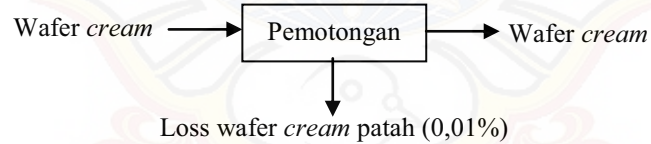
- Berat margarin
 $= 54,09\% \times 878,12 \text{ kg} = 474,98 \text{ kg}$
- Berat gula halus
 $= 38,41\% \times 878,12 \text{ kg} = 337,29 \text{ kg}$
- Berat susu bubuk
 $= 2,25\% \times 878,12 \text{ kg} = 19,76 \text{ kg}$
- Berat coklat bubuk
 $= 4,50\% \times 878,12 \text{ kg} = 39,51 \text{ kg}$
- Berat pewarna
 $= 0,25\% \times 878,12 \text{ kg} = 2,19 \text{ kg}$
- Berat lesitin
 $= 0,50\% \times 878,12 \text{ kg} = 4,39 \text{ kg}$

e. Pengolesan *Cream*

Masuk	kg	Keluar	kg
Opak wafer dingin	475,90	Wafer <i>cream</i>	1.353,32
Adonan <i>cream</i> wafer	877,77	Loss <i>Cream</i> (0,04%)	0,35
TOTAL	1.353,67	TOTAL	1.353,67

- Loss *cream* saat pengolesan = $0,04\% \times 877,77 \text{ kg} = 0,35 \text{ kg}$
- Wafer *cream* = $475,90 \text{ kg} + (877,77 - 0,35)$
= 1353,32 kg

f. Pemotongan



Masuk	kg	Keluar	kg
Wafer <i>cream</i>	1.353,32	Wafer <i>cream</i>	1.353,18
		Loss wafer (0,01%)	0,14
TOTAL	1.353,32	TOTAL	1.353,32

- Loss wafer *cream* patah = $0,01\% \times 1353,32 = 0,14 \text{ kg}$
- Wafer *cream* yang dihasilkan = $1353,32 \text{ kg} - 0,14 \text{ kg} = 1353,18 \text{ kg}$

APPENDIX C PERHITUNGAN NERACA PANAS

C.1. Perhitungan Fraksi Komposisi Bahan Penyusun Adonan Opak Wafer

Tabel C.1. Bahan Penyusun Adonan Opak Wafer

Komposisi	Jumlah (%)	Jumlah (%)
Tepung Terigu	50	19,93
Tepung Tapioka	30	11,96
Tepung Kedelai	20	7,97
Air	147	58,59
Minyak Kelapa	2,38	0,95
Lesitin	0,95	0,38
Ammonium bikarbonat	0,32	0,13
Garam	0,24	0,09
TOTAL	250,89	100

Sumber : Pritchard dan Stevens (1973) dalam Wade (1995)

Tabel C.2. Komposisi Kimia Penyusun Adonan Opak Wafer (Dalam %)

Bahan Penyusun	karbohidrat	protein	lemak	abu	air
Tepung terigu	77,2	9,0	1,0	1,0	11,8
Tepung tapioka	88,2	1,1	0,5	1,1	9,1
Tepung kedelai	29,9	35,9	20,6	4,0	9,0
Air	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
Minyak Kelapa Sawit	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
Lesitin	0,0	0,0	95,0	0,0	1,0
Garam	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0

Sumber: Persatuan Ahli Gizi Indonesia (2009)

Contoh Perhitungan (Bahan: Tepung Terigu)

- a. Jumlah karbohidrat = $19,93\% \times 77,2$ = 15,39%
- b. Jumlah protein = $19,93\% \times 9,0$ = 1,79%
- c. Jumlah lemak = $19,93\% \times 1,0$ = 0,20%

- d. Jumlah abu $= 19,93\% \times 1,0 = 0,20\%$
 e. Jumlah air $= 19,93\% \times 11,8 = 2,35\%$

Sehingga didapatkan hasil seperti pada Tabel C.3.

Tabel C.3. Jumlah Fraksi Komposisi Bahan Penyusun Adonan Opak Wafer (Dalam %)

Bahan Penyusun	karbohidrat	Protein	Lemak	abu	air
Tepung terigu	15,39	1,79	0,20	0,20	2,35
Tepung tapioka	10,55	0,13	0,06	0,13	1,09
Tepung kedelai	2,38	2,86	1,64	0,32	0,72
Air	0,0	0,0	0,0	0,0	58,59
Minyak Kelapa Sawit	0,0	0,0	0,95	0,0	0,0
Lesitin	0,0	0,0	0,36	0,0	0,0
Garam	0,0	0,0	0,0	0,0	0,003
TOTAL	28,32	4,78	3,21	0,65	62,75

C.2. Perhitungan Fraksi Komposisi Bahan Penyusun Opak Wafer

- a. Berat adonan opak yang masuk pemanggangan $= 1254,32\text{kg}$
 b. Kadar air dalam adonan $= 62,75\%$
 c. Jumlah air dalam adonan
 $= 62,75\% \times 1254,32\text{kg} = 787,09\text{kg}$
 d. Jumlah padatan pada adonan = jumlah padatan pada opak wafer
 $= 1254,32\text{kg} - 787,09\text{kg}$
 $= 467,23\text{kg}$
 e. Kadar air opak wafer $= 2\%$
 f. Jumlah air yang hilang selama proses pemanggangan $= 61,99\%$
 berat adonan opak awal
 g. Berat opak wafer yang dihasilkan
 $= 1254,32\text{kg} - (60,75\% \times 1254,32\text{kg})$
 $= 1254,32\text{kg} - 762,00\text{kg}$
 $= 492,32\text{kg}$

h. Perhitungan padatan pada opak wafer

- Fraksi Karbohidrat

Jumlah karbohidrat pada adonan opak

$$= 28,32\% \times 1254,32\text{kg} = 355,22\text{kg}$$

Kadar karbohidrat dalam opak wafer

$$= (355,10\text{kg}/492,32\text{kg}) \times 100\% = 72,15\%$$

- Fraksi Protein

Jumlah protein dalam opak wafer

$$= 4,78\% \times 1254,32\text{kg} = 59,96\text{kg}$$

Kadar protein dalam opak wafer

$$= (59,96\text{kg}/492,32\text{kg}) \times 100\% = 12,18\%$$

- Fraksi Lemak

Jumlah lemak dalam adonan opak wafer

$$= 3,21\% \times 1254,32\text{kg} = 40,26\text{ kg}$$

Kadar lemak dalam opak wafer

$$= (40,26\text{kg}/492,32\text{kg}) \times 100\% = 8,18\%$$

- Fraksi Abu

Jumlah abu dalam adonan opak wafer

$$= 0,65\% \times 1254,32\text{kg} = 8,15\text{kg}$$

Kadar abu dalam opak wafer

$$= (8,15\text{kg}/492,32\text{kg}) \times 100\% = 1,66\%$$

Sehingga didapatkan hasil seperti Tabel C.4.

Tabel C.4. Fraksi Komposisi Bahan Penyusun Opak Wafer

Bahan	Kadar Karbohidrat	Kadar Protein	Kadar Lemak	Kadar Abu	Kadar Air
Opak Wafer	72,15%	12,18%	8,18%	1,66%	2%

C.3. Perhitungan Fraksi Komposisi Bahan Penyusun *Cream Wafer*

Tabel C.5. Bahan Penyusun Adonan *Cream Wafer*

Komposisi	Jumlah (%)	Jumlah (kg)
Margarin	54,09	474,98
Gula Halus	38,41	337,29
Susu Bubuk	2,25	19,76
Coklat Bubuk	4,50	39,51
Pewarna	0,25	2,19
Lesitin	0,50	4,39
TOTAL	100	878,12

Sumber: Devananda (2009)

Tabel C.6. Komposisi Kimia Bahan Penyusun Adonan *Cream Wafer*

Bahan Penyusun	% Karbohidrat	% Protein	% Lemak	% Abu	% Air
Margarin	0,4	0,6	81,0	2,5	15,5
Gula Halus	94,0	0,0	0,0	0,6	5,4
Susu Bubuk	36,2	24,6	30,0	5,7	3,5
Coklat Bubuk	48,9	8,0	23,8	15,4	3,9
Lesitin	0,0	0,0	0,36	0,0	0,38

Sumber: Persatuan Ahli Gizi Indonesia (2009)

Contoh Perhitungan (Bahan: Margarin)

- Jumlah karbohidrat = $54,09\% \times 0,4$ = 0,22%
- Jumlah Protein = $54,09\% \times 0,6$ = 0,32%
- Jumlah Lemak = $54,09\% \times 81,0$ = 43,81%
- Jumlah Abu = $54,09\% \times 2,5$ = 1,35%
- Jumlah air = $54,09\% \times 15,5$ = 8,38%

Sehingga didapatkan hasil seperti pada Tabel C.7.

Tabel C.7. Fraksi Komposisi Bahan Penyusun *Cream Wafer*

Bahan Penyusun	% Karbohidrat	% Protein	% Lemak	% Abu	% Air
Margarin	0,22	0,32	43,81	1,35	8,38
Gula Halus	36,11	0,00	0,00	0,23	2,07
Susu Bubuk	0,81	0,55	0,68	0,13	0,08
Coklat Bubuk	2,20	0,36	1,08	0,69	0,18
Lesitin	0,00	0,00	0,002	0,00	0,002
TOTAL	39,34	1,23	45,58	2,4	10,71

C.4. Perhitungan Panas Spesifik

Rumus perhitungan panas spesifik (cp) untuk bahan dengan komposisi yang diketahui menurut (Choi dan Okos, 1986 dalam Tabil, 1996) :

$$C_p = 4,180 X_w + 1,711 X_p + 1,928 X_f + 1,547 X_c + 0,908 X_a$$

dengan: X_w = fraksi massa air
 X_p = fraksi massa protein
 X_f = fraksi massa lemak
 X_c = fraksi massa karbohidrat
 X_a = fraksi massa abu
 C_p = panas spesifik (kJ/kg°C)

- a. Panas spesifik bahan penyusun adonan opak wafer (Fraksi komposisi bahan dapat dilihat pada Tabel B.3.)

$$1 \text{ kJ} = 4,1868 \text{ kkal (Hadiat,dkk (2004))}$$

Tepung Terigu

$$\begin{aligned} C_p &= (4,180 \times 2,35) + (1,711 \times 1,79) + (1,928 \times 0,20) + (1,547 \times 15,39) + \\ &\quad (0,908 \times 0,20) \\ &= 9,823 + 3,06269 + 0,3856 + 23,80833 + 0,1816 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 37,26116 \text{ J/kg}^\circ\text{C} = 0,0373 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \\
 &= (0,0373 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})/4,1868 \\
 &= 0,0089 \text{ kkal/ kg}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Tepung Tapioka

$$\begin{aligned}
 C_p &= (4,180 \times 1,09) + (1,711 \times 0,13) + (1,928 \times 0,06) + (1,547 \times 10,55) + \\
 &\quad (0,908 \times 0,13) \\
 &= 4,5562 + 0,22243 + 0,11568 + 16,32085 + 0,11804 \\
 &= 21,3332 \text{ J/kg}^\circ\text{C} = 0,0213 \text{ kJ/ kg}^\circ\text{C} \\
 &= (0,0213 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})/4,1868 \\
 &= 0,0051 \text{ kkal/kg}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Tepung Kedelai

$$\begin{aligned}
 C_p &= (4,180 \times 0,32) + (1,711 \times 2,86) + (1,928 \times 1,64) + (1,547 \times 2,38) + \\
 &\quad (0,908 \times 0,32) \\
 &= 1,3376 + 4,89346 + 3,16192 + 3,68186 + 0,29056 \\
 &= 13,65596 \text{ J/kg}^\circ\text{C} = 0,0137 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \\
 &= (0,0137 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})/4,1868 \\
 &= 0,0033 \text{ kkal/kg}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Air

$$C_p \text{ air pada suhu } 25^\circ\text{C} = 4,187 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} = 1,0007 \text{ kkal/kg}^\circ\text{C}$$

Minyak Kelapa Sawit

$$\begin{aligned}
 C_p &= (4,180 \times 0) + (1,711 \times 0) + (1,928 \times 0,95) + (1,547 \times 0) + (0,908 \times 0) \\
 &= 0 + 0 + 1,8316 + 0 + 0 \\
 &= 1,8316 \text{ J/kg}^\circ\text{C} = 0,0018 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$= (0,0018 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})/4,1868$$

$$= 0,0004 \text{ kkal/kg}^\circ\text{C}$$

Lesitin

$$C_p = (4,180 \times 0) + (1,711 \times 0) + (1,928 \times 0,36) + (1,547 \times 0) + (0,908 \times 0)$$

$$= 0 + 0 + 0,69408 + 0 + 0$$

$$= 0,69408 \text{ J/kg}^\circ\text{C} = 0,0007 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$= (0,0007 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})/4,1868$$

$$= 0,0002 \text{ kkal/kg}^\circ\text{C}$$

Garam

$$C_p = 4,180 \times 0,003$$

$$= 0,01254 \text{ J/kg}^\circ\text{C} = 0,000013 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$= (0,000013 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})/4,1868$$

$$= 0,000003 \text{ kkal/kg}^\circ\text{C}$$

- b. Panas spesifik adonan opak wafer (dari Tabel B.3.)

Fraaksi massa adonan adalah sebesar:

$$X_c = 28,32\%$$

$$X_p = 4,78\%$$

$$X_f = 3,21\%$$

$$X_a = 0,65\%$$

$$X_w = 62,75\%$$

Panas spesifik adonan opak wafer adalah:

$$C_p = (4,18 \times 62,75) + (1,711 \times 4,78) + (1,928 \times 3,21) + (1,547 \times 28,32) + (0,908 \times 0,65)$$

$$= 262,295 + 8,17858 + 6,18888 + 43,81104 + 0,5902$$

$$\begin{aligned}
 &= 321,0637 \text{ J/kg}^\circ\text{C} = 0,3211 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \\
 &= (0,3211 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})/4,1868 \\
 &= 0,0767 \text{ kkal/kg}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

c. Panas spesifik opak wafer (dari Tabel B.4.)

$$\begin{aligned}
 X_c &= 72,15\% \\
 X_p &= 12,18\% \\
 X_f &= 8,18\% \\
 X_a &= 1,66\% \\
 X_w &= 2\%
 \end{aligned}$$

Panas spesifik opak wafer adalah:

$$\begin{aligned}
 C_p &= (4,180 \times 2) + (1,711 \times 12,18) + (1,928 \times 8,18) + (1,547 \times 72,15) + \\
 &\quad (0,908 \times 1,66) \\
 &= 8,36 + 20,83998 + 15,77104 + 111,61605 + 1,50728 \\
 &= 158,09435 \text{ J/kg}^\circ\text{C} = 0,1581 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \\
 &= (0,1581 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C})/4,1868 \\
 &= 0,0378 \text{ kkal/kg}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

d. Panas spesifik *cream* wafer (dari Tabel B.7.)

Fraksi massa adonan *cream* adalah sebesar:

$$\begin{aligned}
 X_c &= 39,34\% \\
 X_p &= 1,23\% \\
 X_f &= 45,48\% \\
 X_a &= 2,4\% \\
 X_w &= 10,71\%
 \end{aligned}$$

Panas spesifik *cream wafer* adalah:

$$\begin{aligned}
 C_p &= (4,18 \times 10,71) + (1,711 \times 1,23) + (1,928 \times 45,48) + (1,547 \times 39,34) + \\
 &\quad (0,908 \times 2,4) \\
 &= 44,7678 + 2,10453 + 87,68544 + 60,85898 + 2,1792 \\
 &= 197,59595 \text{ J/kg}^\circ\text{C} = 0,1976 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \\
 &= (0,1976 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}) / 4,1868 \\
 &= 0,0472 \text{ kkal/kg}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

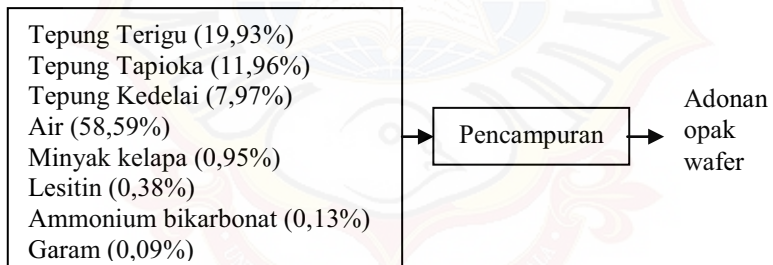
C.5. Perhitungan Neraca Panas

Kapasitas tepung kedelai yang dibutuhkan : 100kg/hari

Satuan panas : kkal

Basis waktu : per hari

1. Pencampuran bahan



- Suhu tepung terigu masuk = 27°C
- Massa tepung terigu masuk = 250kg
- Panas spesifik tepung terigu = 0,0089 kkal/kg°C
- Suhu tepung tapioka masuk = 27°C
- Massa tepung tapioka masuk = 150kg
- Panas spesifik tepung tapioka = 0,0051 kkal/kg°C
- Suhu tepung kedelai masuk = 27°C
- Massa tepung kedelai masuk = 100kg

- Panas spesifik tepung kedelai	= 0,0033 kkal/kg°C
- Suhu air masuk	= 25°C
- Massa air masuk	= 735kg
- Panas spesifik air pada suhu 25°C	= 1,0007 kkal/kg°C
- Suhu minyak kelapa sawit masuk	= 27°C
- Massa minyak kelapa sawit masuk	= 11,9kg
- Suhu spesifik minyak kelapa sawit	= 0,0004 kkal/kg°C
- Suhu lesitin masuk	= 27°C
- Massa lesitin masuk	= 4,75kg
- Panas spesifik lesitin	= 0,0002 kkal/kg°C
- Suhu garam masuk	= 27°C
- Massa garam masuk	= 1,2kg
- Panas spesifik garam	= 0,000003 kkal/kg°C
- Suhu adonan keluar	= 25°C
- Massa adonan keluar	= 1254,32kg
- Panas spesifik adonan	= 0,0767 kkal/kg°C
- Suhu basis	= 0°C

a. Energi masuk

$$\begin{aligned}
 &= H_{\text{terigu}} + H_{\text{tapioka}} + H_{\text{tepung kedelai}} + H_{\text{air}} + H_{\text{minyak kelapa}} + H_{\text{lesitin}} + H_{\text{garam}} \\
 &= (m_{\text{terigu}} \times C_{p_{\text{terigu}}} \times \Delta T_{\text{terigu}}) + (m_{\text{tapioka}} \times C_{p_{\text{tapioka}}} \times \Delta T_{\text{tapioka}}) + \\
 &\quad (m_{\text{tepung kedelai}} \times C_{p_{\text{tepung kedelai}}} \times \Delta T_{\text{tepung kedelai}}) + (m_{\text{air}} \times C_{p_{\text{air}}} \times \Delta T_{\text{air}}) + \\
 &\quad (m_{\text{minyak kelapa}} \times C_{p_{\text{minyak kelapa}}} \times \Delta T_{\text{minyak kelapa}}) + (m_{\text{lesitin}} \times C_{p_{\text{lesitin}}} \times \Delta T_{\text{lesitin}}) \\
 &\quad + (m_{\text{garam}} \times C_{p_{\text{garam}}} \times \Delta T_{\text{garam}}) \\
 &= (250 \times 0,0089 \times (27-0)) + (150 \times 0,0051 \times (27-0)) + (100 \times 0,0033 \times \\
 &\quad (27-0)) + (735 \times 1,0007 \times (25-0)) + (11,9 \times 0,0004 \times (27-0)) + \\
 &\quad (4,75 \times 0,0002 \times (27-0)) + (1,2 \times 0,000003 \times (27-0))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 60,075 + 20,655 + 8,91 + 18.387,8625 + 0,12852 + 0,02565 + \\
 &\quad 0,0000972 \\
 &= 18.477,65677 \text{ kkal} = 18.477,66 \text{ kkal}
 \end{aligned}$$

b. Energi Keluar

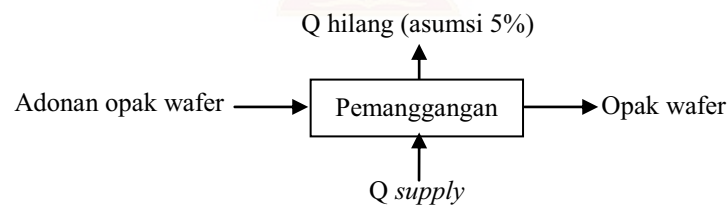
$$\begin{aligned}
 &= \text{Hadonan} + Q \text{ lepas} \\
 &= (m_{\text{adonan}} \times C_{p_{\text{adonan}}} \times \Delta T_{\text{adonan}}) + Q \\
 &= (1.254,32 \times 0,0767 \times (25-0)) + Q \\
 &= 2.405,1586 \text{ kkal} + Q \\
 &= 2.405,16 \text{ kkal} + Q
 \end{aligned}$$

c. Neraca

$$\begin{aligned}
 Q \text{ masuk} &= Q \text{ keluar} \\
 18.477,66 \text{ kkal} &= 2.405,16 \text{ kkal} + Q \\
 Q &= 16.072,5 \text{ kkal}
 \end{aligned}$$

Masuk	kkal	Keluar	kkal
Hterigu	60,075	Hadonan opak	2.405,16
Htapioka	20,655	wafer	16.072,5
Hkacang kedelai	8,910	Q lepas	
Hair	18.387,863		
Hminyak kelapa	0,1285		
Hlesitin	0,02565		
Hgaram	0,000097		
TOTAL	18.477,66	TOTAL	18.477,66

2. Pencetakan dan Pemanggangan Opak Wafer



- Suhu adonan masuk = 25°C
- Massa adonan masuk = 1.254,32kg
- Panas spesifik adonan = 0,0767 kkal/kg°C
- Suhu opak keluar = 170°C
- Massa opak keluar = 491,69kg
- Panas spesifik opak = 0,0378 kkal/kg°C
- Asumsi energi hilang selama pemanggangan = 5% dari energi *supply*
- Air hilang selama pemanggangan = 60,75% berat adonan
= 762,00kg
- Suhu penguapan air = 100°C
- Panas laten penguapan (Hv) = 2.676,1 kJ/kg
= 639,6033 kkal/kg
(Singh dan Heldman, 1984)
- Suhu basis = 0°C

a. Energi masuk

$$\begin{aligned}
 &= H_{\text{adonan}} + Q_{\text{supply}} \\
 &= (m_{\text{adonan}} \times C_{p_{\text{adonan}}} \times \Delta T_{\text{adonan}}) + Q \\
 &= (1.254,32 \times 0,0767 \times (25-0)) + Q \\
 &= 2405,1586 + Q
 \end{aligned}$$

b. Energi keluar

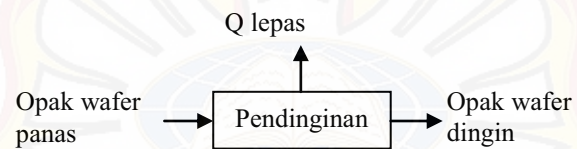
$$\begin{aligned}
 &= H_{\text{opak}} + H_{\text{air menguap}} + Q_{\text{hilang}} \\
 &= (m_{\text{opak}} \times C_{p_{\text{opak}}} \times \Delta T_{\text{opak}}) + (m_{\text{air}} \times H_v) + 5\%Q \\
 &= (491,69 \times 0,0378 \times (170-0)) + (762 \times 639,6033) + 0,05Q \\
 &= 3.159,60 + 487377,71 + 0,05Q \\
 &= 49.0537,31 + 0,05Q
 \end{aligned}$$

c. Neraca

$$\begin{aligned}
 Q \text{ masuk} &= Q \text{ keluar} \\
 2.405,1586 + Q &= 490.537,31 + 0,05Q \\
 0,95Q &= 488.132,1514 \\
 Q &= 513.823,3173 \text{ kkal}
 \end{aligned}$$

Masuk	Kkal	Keluar	kkal
Hadonan opak wafer	2.405,1586	Hopak wafer panas	3.159,60
<i>Q supply</i>	513.823,3173	H air hilang (60,75%)	487.377,71
TOTAL	516.228,4759	Q hilang (5%)	25.691,16587
		TOTAL	516.228,4759

3. Pendinginan Opak wafer



- Suhu opak wafer panas masuk = 170°C
- Massa opak wafer panas masuk = 491,69kg
- Suhu opak wafer dingin keluar = 45°C
- Massa opak wafer dingin keluar = 491,44kg
- Panas spesifik opak wafer = 0,0767 kkal/kg°C
- Suhu basis = 0°C

a. Energi masuk

$$\begin{aligned}
 &= \text{Hopak wafer panas} \\
 &= m_{\text{opak wafer panas}} \times C_{p_{\text{opak}}} \times \Delta T_{\text{opak wafer panas}} \\
 &= 491,69 \times 0,0767 \times (170-0) \\
 &= 6.411,14591 \text{ kkal}
 \end{aligned}$$

b. Energi keluar

$$\begin{aligned}
 &= \text{Hopak wafer dingin} + Q \text{ lepas} \\
 &= (m_{\text{opak wafer dingin}} \times C_{p_{\text{opak wafer dingin}}} \times \Delta T_{\text{opak wafer dingin}}) + Q \\
 &= (491,44 \times 0,0767 \times (45-0)) + Q \\
 &= 1696,20516 + Q
 \end{aligned}$$

c. Neraca

$$\begin{aligned}
 Q \text{ masuk} &= Q \text{ keluar} \\
 6.411,14591 &= 1.696,20516 + Q \\
 Q &= 4.714,94075 \text{ kkal}
 \end{aligned}$$

Masuk	kkal	Keluar	kkal
Hopak wafer panas	6.411,14591	Hopak Wafer dingin Qlepas	1.696,20516 4.714,94075
TOTAL	6.411,14591	TOTAL	6.411,14591

APPENDIX D

PERHITUNGAN LUAS BANGUNAN GUDANG

D.1. Gudang Bahan Baku

Gudang Bahan Baku digunakan sebagai tempat penyimpanan bahan baku baik yang digunakan untuk pembuatan opak maupun pembuatan *cream* wafer. Perhitungan luas gudang bahan baku didasarkan pada perhitungan jumlah *pallet* yang digunakan sebagai alas bahan yang disimpan di dalam gudang tersebut dan ruang kosong yang dibutuhkan oleh karyawan, kereta dorong, dan *forklift* pada saat melintasi gudang.

D.1.1. Perhitungan Kebutuhan *Pallet* untuk Gudang Bahan Baku

Perhitungan jumlah *pallet* yang dibutuhkan untuk bahan baku pembuatan opak wafer terdapat pada Tabel D.1. Perhitungan jumlah *pallet* untuk bahan baku pembuatan *cream* wafer terdapat pada Tabel D.2. Rincian perhitungan jumlah kemasan per *pallet* ditunjukkan pada Tabel D.3.

Perhitungan jumlah *pallet* yang dibutuhkan ini berdasarkan dari kebutuhan *pallet* selama seminggu. Kebutuhan *pallet* selama seminggu didapatkan dari jumlah berat bahan baku tiap pengiriman. Pengiriman bahan baku dilakukan berbeda-beda (2 hari, 3 hari, seminggu, dan dua minggu sekali). Perbedaan waktu pengiriman ini berdasarkan atas daerah asal distributor.

Asumsi:

- a. Ukuran *pallet* yang digunakan $pxlxt = 120 \times 180 \times 15$ cm (1,2x1,8x0,15 m).
- b. Perhitungan dilakukan berdasarkan jumlah berat setiap pengiriman.

Tabel D.1.1. Perhitungan Jumlah *Pallet* yang Dibutuhkan untuk Bahan Baku Pembuatan Opak Wafer

Bahan	Jumlah (kg) / pengiriman	Berat (kg) / kemasan	Jumlah kemasan / pengiriman	Jumlah Kemasan / <i>pallet</i>	Jumlah tumpukan kemasan	Jumlah <i>pallet</i> (untuk 6 hari)
Terigu	1.000	25	40	9	5	1
Tapioka	600	50	12	5	3	1
Kedelai	300	25	12	9	2	1
Minyak Kelapa Sawit	54	18	3	3	1	1
Lesitin	75	25	3	3	1	1
Amonium Bikarbonat	25	25	1	1	1	1
Garam	10	10	1	1	1	1
Total <i>pallet</i> yang digunakan						7

Tabel D.2. Perhitungan Jumlah *Pallet* yang Dibutuhkan untuk Bahan Baku Pembuatan *Cream Wafer*

Bahan	Jumlah (kg) / pengiriman	Berat (kg) / kemasan	Jumlah kemasan / pengiriman	Jumlah Kemasan / <i>pallet</i>	Jumlah tumpukan kemasan	Jumlah <i>pallet</i> (untuk 6 hari)
Margarin	1.500	25	60	9	4	2
Gula Halus	1.500	10	150	135	2	1
Susu Bubuk	75	25	3	3	1	1
Coklat Bubuk	600	25	6	6	1	1
Bahan Pewarna	10	1	10	10	1	1
Lesitin	75	25	3	3	1	1
Total <i>pallet</i> yang digunakan						7

Tabel D.3. Perincian Perhitungan Jumlah Kemasan per *Pallet*

Bahan	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas alas bahan (cm ²)	Luas permukaan <i>pallet</i> (cm ²)	Jumlah kemasan per <i>pallet</i> per tumpukan*
Tepung Terigu	60	40	12	2.400	21.600	9
Tepung Tapioka	100	40	18	4.000	21.600	5
Tepung Kedelai	60	40	12	2.400	21.600	9
Minyak Kelapa Sawit	30	30	50	900	21.600	24
Lesitin	60	40	12	2.400	21.600	9
Ammonium Bikarbonat	60	40	12	2.400	21.600	9
Garam	20	8	3	160	21.600	135
Margarin	60	40	10	2.400	21.600	9
Gula Halus	20	8	3	160	21.600	135
Susu Bubuk	30	30	5	900	21.600	24
Coklat Bubuk	60	40	12	2.400	21.600	9
Bahan Pewarna	20	10	5	200	21.600	108

Keterangan: * jumlah kemasan / *pallet* / tumpukan = luas permukaan *pallet* / luas permukaan kemasan bahan

D.1.2. Perhitungan Luas Gudang Bahan Baku

- a. Jumlah total *pallet* = 14 *pallet*
 - b. Luas tiap *pallet* = 2,16 m²
 - c. Total luas *pallet* = 14 x 2,16 = 30,24 m²
 - d. Jarak antar tiap bahan = 2 m²
 - e. Jumlah jenis bahan = 12
 - f. Sisi samping tembok gudang = 4
 - g. Jumlah jarak = 2 (10+4) = 28 m²
 - h. Ruang kosong = 22,76 m²
- Total luas gudang bahan baku = 30,24 + 28 + 22,76 = 81 m²**

D.2. Gudang Produk Jadi

Gudang Produk Jadi digunakan untuk menyimpan wafer *cream* yang merupakan produk akhir dari proses produksi pada pabrik wafer *cream* ini. Perhitungan luas gudang produk jadi ini juga didasarkan pada perhitungan jumlah *pallet* yang digunakan sebagai alas produk yang disimpan di dalam gudang tersebut dan ruang kosong yang dibutuhkan oleh karyawan, kereta dorong, dan *forklift* pada saat melintasi gudang.

D.2.1. Perhitungan Kebutuhan *Pallet* untuk Produk Jadi

- a. Setiap kemasan primer produk berisi 2 buah wafer *cream* dengan ukuran kemasan setiap produk sebagai berikut.

Panjang : 6 cm

Lebar : 3 cm

Tinggi : 2 cm

- b. Setiap kemasan sekunder produk berisi 10 kemasan primer (20 buah wafer *cream*) dengan ukuran kemasan sekunder sebagai berikut.

Panjang : 30 cm

Lebar : 6 cm

Tinggi : 2 cm

- c. Setiap kemasan dus berisi 20 kemasan sekunder (400 buah wafer *cream*) dengan ukuran dus sebagai berikut.

Panjang : 50 cm

Lebar : 6 cm

Tinggi : 30 cm

- d. Luas kemasan dus (pxl) = 300 cm = 0,03 m²
- e. Luas tiap *pallet* = 2,16 m²
- f. Jumlah dus / *pallet* = 65 dus
- g. Jumlah tumpukan maksimum = 5 tumpukan
- h. Jumlah dus / *pallet* / tumpukan = 325 dus
- i. Produksi wafer *cream* / hari = 1.353.180 g
 = 225.530 wafer *cream*
 = 112.765 kemasan primer
 = 11.276 kemasan sekunder
 = 564 dus
- j. Jumlah *pallet* yang dibutuhkan / hari = 2 *pallet*
- k. Jangka waktu maksimum produk di gudang = 6 hari
- Jumlah *pallet* yang dibutuhkan untuk 6 hari = 12 *pallet***

D.2.2. Perhitungan Luas Gudang Produk Jadi

- a. Jumlah total *pallet* = 12 *pallet*
- b. Luas tiap *pallet* = 2,16 m²

- c. Total luas *pallet* $= 12 \times 2,16 = 25,93 \text{ m}^2$
 - d. Jarak antar tiap produksi per hari $= 2 \text{ m}^2$
 - e. Jarak sisi samping tembok gudang $= 4 \text{ m}^2$
 - f. Jumlah jarak $= 2(4 \text{ m}^2 + 6 \text{ hari}) = 20 \text{ m}^2$
 - g. Ruang kosong $= 35,07 \text{ m}^2$
- Total luas gudang produk jadi = $25,93 + 20 + 35,07 = 81 \text{ m}^2$**

D.3. Gudang Bahan Pengemas

Gudang Bahan Pengemas digunakan untuk menyimpan bahan pengemas yang digunakan untuk mengemas wafer *cream*, diantaranya pengemas primer, sekunder, tersier, dan dus. Perhitungan luas gudang bahan pengemas ini juga didasarkan pada perhitungan jumlah *pallet* yang digunakan sebagai alas produk yang disimpan di dalam gudang tersebut dan ruang kosong yang dibutuhkan oleh karyawan, kereta dorong, dan *forklift* pada saat melintasi gudang.

D.3.1. Perhitungan Kebutuhan *Pallet* untuk Bahan Pengemas

1. Kemasan primer (rol kemasan)

Asumsi: 1 bulan = 26 hari kerja

- a. Kebutuhan kemasan primer $= 112.765 \text{ kemasan primer/hari}$
 $= 2.931.890 \text{ kemasan primer/bulan}$
 - b. Setiap rol berisi $= 75.000 \text{ kemasan}$
 - c. Rol yang dibutuhkan / bulan $= 40 \text{ rol}$
 - d. Jumlah rol / *pallet* / tumpukan $= 8 \text{ rol}$
 - e. Jumlah tumpukan rol $= 6 \text{ tumpukan}$
- Jumlah *pallet* yang dibutuhkan $= 1 \text{ pallet}$

2. Kemasan Sekunder berupa pak plastik

- a. Kebutuhan kemasan sekunder $= 11.276 \text{ kemasan/hari}$
 $= 293.176 \text{ kemasan / bulan}$

- b. Setiap pak berisi = 1.000 lembar plastik
- c. Jumlah pak plastik = 294 pak / bulan
- d. Jumlah pak / *pallet* / tumpukan = 25 pak
- e. Jumlah tumpukan pak plastik = 7 tumpukan
- f. Jumlah *pallet* yang dibutuhkan = 2 *pallet*

3. Kemasan dus berupa dus karton

- a. Kebutuhan kemasan dus = 564 dus / hari
= 14.664 dus / bulan
- b. Setiap ikat berisi = 200 karton / ikat
- c. Jumlah ikat dus karton = 74 ikat / bulan
- d. Jumlah ikat dus / *pallet* / tumpukan = 8 ikat dus
- e. Jumlah tumpukan ikat dus karon = 4 tumpuk
- f. Jumlah *pallet* yang dibutuhkan = 3 *pallet*

$$\text{Total } \textit{pallet} \text{ yang dibutuhkan} = 1 + 3 + 3 = 7 \textit{ pallet}$$

D.3.2. Perhitungan Luas Gudang Bahan Pengemas

- a. Jumlah total *pallet* = 7 *pallet*
- b. Luas tiap *pallet* = 2,16 m²
- c. Total luas *pallet* = 7 x 2,16 = 15,12 m²
- d. Jarak antar tiap pengemas = 2 m²
- e. Jenis pengemas = 3
- f. Sisi samping tembok gudang = 4 m
- g. Jumlah jarak = 2 (3 + 4) = 14 m²
- h. Ruang kosong = 36,22 m²

$$\text{Total luas gudang bahan pengemas} = 67,5 \text{ m}^2$$

APPENDIX E PERHITUNGAN UTILITAS

E.1. Air

E.1.1. Air Untuk Proses Produksi

Air yang digunakan untuk proses produksi adalah air PDAM yang digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan adonan opak. Air yang dibutuhkan untuk proses produksi adalah 735 L/hari (Appendix B).

E.1.2. Air Untuk Pencucian Mesin dan Peralatan

1. Pencucian Mesin Pencampur Adonan Opak Wafer

Mesin pencampur adonan opak wafer ini akan dicuci menggunakan air hangat. Jumlah air yang digunakan diasumsikan sebesar $1/8$ volume tangki, di mana volume tangki mesin pencampur adonan opak wafer adalah 200 L.

$$\begin{aligned}\text{Jumlah air yang diperlukan} &= 1/8 \times \text{volume tangki} \\ &= 1/8 \times 200 \text{ L} = 25 \text{ L}\end{aligned}$$

2. Pencucian Mesin Pencampur Adonan *Cream* (*Cream Mixer*)

Mesin pencampur adonan *cream* ini juga dicuci dengan menggunakan air hangat. Jumlah air yang digunakan diasumsikan sebesar $1/8$ volume tangki, di mana volume tangki mesin pencampur adonan *cream* adalah 250 kg.

$$\begin{aligned}\text{Jumlah air yang diperlukan} &= 1/8 \times \text{volume tangki} \times \rho_{\text{air}} \\ &= 1/8 \times 250 \text{ kg} \times 1 = 31,25 \text{ L}\end{aligned}$$

3. Pencucian Oven Opak Wafer

Pencucian oven opak wafer ini juga menggunakan air hangat dan diasumsikan menggunakan air 10 L/hari.

4. Pencucian Mesin Pengoles *Cream*

Pencucian mesin pengoles *cream* juga menggunakan air hangat dan diasumsikan untuk membersihkan *roller* mesin pengoles *cream* membutuhkan air sebesar 5 L per hari.

5. Bak Plastik

Pencucian bak plastik diasumsikan menghabiskan 1 L air/bak, dengan jumlah bak plastik yang terdapat pada perusahaan wafer *cream* ini adalah tiga buah. Oleh karena itu, jumlah air yang dibutuhkan untuk mencuci bak plastik adalah $1 \text{ L} \times 3 \text{ buah} = 3 \text{ L/hari}$.

Penggunaan air untuk sanitasi mesin dan peralatan ditunjukkan pada Tabel E.1.

Tabel E.1. Perincian Penggunaan Air untuk Sanitasi Mesin dan Peralatan

Nama mesin dan peralatan	Jumlah (buah)	Jumlah air/mesin /hari (L)	Jumlah Pencucian/ bulan (asumsi)	Jumlah air/bulan (L)
<i>Wafer Batter Mixer</i>	1	25,00	26	650,00
<i>Cream Mixer</i>	1	31,25	26	812,50
Oven Wafer	1	10,00	26	260,00
<i>Automatic Contact Spreading Machine</i>	1	5,00	26	130,00
Ember Plastik	3	1,00	26	78,00
Jumlah				1.930,50

E.1.3. Air Untuk Sanitasi Pekerja

Perincian penggunaan air untuk sanitasi pekerja dapat dilihat pada Tabel E.2.

Tabel E.2. Perincian Penggunaan Air untuk Sanitasi Pekerja

Kegiatan	Jumlah pekerja	Frekuensi kegiatan	Jumlah air/ kegiatan (L)	Jumlah air/hari (L)	Jumlah air/bulan (26 hari) (L)
Cuci tangan	40	5x	1,5	300	7.800,00
Buang air kecil	40	2x	3	240	6.240,00
Buang Air Besar	40	1x	5	200	5.200,00
Wudhlu	30	2x	5	300	7.800,00
Jumlah					27.040,00

E.1.4. Air Untuk Sanitasi Ruang dan Lingkungan

Penggunaan air untuk sanitasi ruang dan lingkungan pabrik dihitung berdasarkan luas ruangan (m^2), jumlah air (L)/ m^2 dan frekuensi sanitasi ruangan dan lingkungan per bulan. Penggunaan air untuk sanitasi ruang dan lingkungan pada Tabel E.3.

E.1.5. Total Penggunaan Air

Total penggunaan air pada pabrik wafer *cream* ini adalah 66.454 L/bulan. Perincian total penggunaan air didapatkan dari hasil penjumlahan penggunaan air untuk proses produksi, sanitasi mesin dan peralatan, sanitasi pekerja, serta sanitasi ruang dan lingkungan. Perincian total penggunaan pada Tabel E.4.

Tabel E.4. Perincian Total Penggunaan Air

Penggunaan Air	Jumlah/bulan (L)
Proses produksi	735,00
Sanitasi mesin dan peralatan	1.930,50
Sanitasi pekerja	27.040,00
Sanitasi ruang dan lingkungan	14.177,02
Jumlah	43.882,52

Tabel E.3. Perincian Penggunaan Air untuk Sanitasi Ruang dan Lingkungan

Ruangan	Luas Ruang (m ²)	Jumlah air/m ² (L)	Frekuensi sanitasi /bulan	Jumlah air/bulan (L)
Pos Satpam	6,75	0,5	15	50,63
WC Umum	9,90	1	26	257,40
Parkir Motor	74,25	0,5	2	74,25
Parkir Mobil	74,25	0,5	2	74,25
Mushola	9,00	0,5	26	117,00
Tempat Wudhu	9,00	0,5	26	117,00
Kantor	101,25	0,5	26	1.316,25
Kantin	33,75	1	26	877,50
Ruang QC	6,75	0,5	26	87,75
Laboratorium QC	13,5	1	26	351,00
Ruang Personalia	9,00	0,5	26	117,00
Ruang Manajer	9,00	0,5	26	117,00
Pabrik				
Ruang Kepala Produksi	9,00	0,5	26	117,00
Gudang Barang Jadi	81,00	0,5	10	405,00
Gudang Pengemas	67,50	0,5	10	337,50
Ruang Ganti Karyawan	54,00	0,5	15	405,00
Gudang Bahan Baku	81,00	0,5	10	405,00
Ruang Timbang	20,25	1	26	526,50
Pengolahan Limbah	9,00	1	15	135,00
Taman	19,13	1	2	38,26
Bengkel	18,00	1	26	468,00
Ruang <i>Genset</i>	11,25	0,5	15	84,38
Gudang Bahan Bakar	11,25	0,5	4	22,50
Tandon Air	9,95	0,5	26	129,35
Ruang Produksi	290,25	1	26	7.546,50

Jumlah	14.177,02
--------	-----------

Keterangan:

Jumlah air/bulan (L) = Luas Ruang (m^2) x Jumlah air/ m^2 (L) x
Frekuensi sanitasi/bulan

E.1.6. Perhitungan Spesifikasi Pompa Air

Tipe pompa : *centrifugal pump*

Bahan : *commercial steel pipe*

Pompa digunakan untuk memompa air dari tangki di bawah permukaan tanah menuju tandon atas dengan ketinggian 7 m. Kapasitas total tandon air adalah 5.000 L.

Penggunaan air per jam = 43.882,52 L/bulan : 26 hari : 8 jam

= 210,97 L/jam

Suhu air (T) = 25°C

Densitas (ρ) (T=25°C) = 997,1 kg/ m^3

= 62,2412 lbm/ ft^3

(Singh dan Heldman, 1984)

Viskositas (μ) air = 880,637 x 10⁻⁶ Pa.s

Asumsi:

- Kapasitas pompa dirancang untuk memenuhi kebutuhan air per hari selama 5 jam. Total kapasitas pompa = 5 jam x 210,97 L/jam = 1.054,85 L/jam = 1,05 m³/jam
- Pengisian air ke dalam tandon oleh pompa diharapkan selesai dalam waktu 60 menit (1 jam).

Debit air:

Debit (Q) air = 1,05 m³/jam = 0,0003 m³/s

= 1,05 m³/jam : 0,02832 ft³/jam

$$= 37,08 \text{ ft}^3/\text{jam} : 3600 = 0,01 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Diameter pipa:

Menurut Peter dan Timmerhaus (1991), ukuran diameter pipa bagian dalam (ID) adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} ID &= 3,9 \times Q^{0,45} \text{ ft}^3/\text{s} \times \rho^{0,13} \text{ lb/ft}^3 \\ &= 3,9 \times (0,01)^{0,45} \text{ ft}^3/\text{s} \times (62,2412)^{0,13} \text{ lb/ft}^3 \\ &= 0,84 \text{ inch} \end{aligned}$$

Pipa *commercial steel pipe* 1,25 inchi (Singh dan Heldman, 2001) adalah:

$$\frac{(0,84 - 0,824)\text{inchi}}{(1,049 - 0,824)\text{inchi}} = \frac{(x - 0,02093)\text{m}}{(0,02644 - 0,02093)\text{m}}$$

$$\begin{aligned} \frac{0,016\text{inchi}}{0,225\text{inchi}} &= \frac{(x - 0,02093)\text{m}}{0,00551\text{m}} \\ 0,00008816 &= 0,225x - 0,00470925 \\ 0,00479741 &= 0,225x \\ x &= 0,0213 \text{ m} = 2,13 \text{ cm} \end{aligned}$$

Perhitungan laju alir air

$$\bar{u} = \frac{Q}{A} = \frac{0,0003}{0,25 \times \pi \times (0,0213)^2} = 0,84 \text{ m/s}$$

Perhitungan Bilangan Reynolds (N_{Re})

$$N_{Re} = \frac{\rho \times \bar{u} \times D}{\mu} = \frac{997,1 \text{ kg/m}^3 \times 0,84 \text{ m/s} \times 0,0213 \text{ m}}{880,637 \times 10^{-6} \text{ Pa.s}} = 20.258,19$$

Menurut Singh dan Heldman (2001), aliran fluida di pipa dengan $N_{Re} > 2100$ termasuk aliran turbulen. Dari perhitungan didapatkan bahwa N_{Re} pada pipa tersebut sebesar 20.258,19 (> 2100), sehingga dapat disimpulkan bahwa aliran air di pipa tersebut termasuk aliran turbulen.

Perhitungan faktor friksi

Relative roughness untuk pipa berbahan *steel* adalah $45,7 \times 10^{-6}$ m (Singh dan Heldman, 2001).

$$\text{Relative roughness} = \frac{\varepsilon}{D} = \frac{45,7 \times 10^{-6} \text{ m}}{0,0213 \text{ m}} = 0,0021455 = 0,002$$

Nilai faktor friksi (f) = 0,007 (Nilai faktor friksi berdasarkan grafik *The Moody Diagram Friction for The Fanning Friction Factor* (Singh dan Heldman, 2001))

Perhitungan panjang pompa

Asumsi pipa yang digunakan:

3 *standard elbow* 90° ; $L_e/D = 31$

1 *gate valve, open*; $L_e/D = 7$

Panjang pipa (L_e) *standard elbow* $90^\circ = 31 \times 0,0213 \times 3 = 1,9809$ m

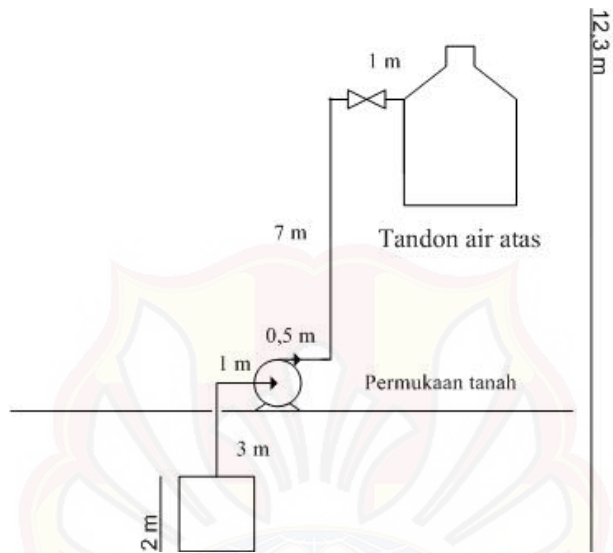
Panjang pipa (L_e) *gate valve, open* = $7 \times 0,0213 \times 1 = 0,1491$ m

Maka, total panjang pipa (L_e) adalah 2,13 m

Asumsi panjang pipa lurus adalah

$$= (0,5 \times 1) + (1,0 \times 2) + 3,0 + 7,0 = 12,5 \text{ m}$$

Skema aliran air dari tandon air bawah ke tandon air atas pada Gambar E.1.

Gambar E.1. Skema Tandon Air Pabrik Wafer *Cream***Perhitungan Persamaan Fanning (E_f)**

Friksi karena panjang pipa:

$$\begin{aligned}
 E_{f1} &= 2f \frac{(\bar{u})^2 L}{D} \\
 &= 2 \times 0,007 \times \frac{(0,84^2) \text{ m/s} \times (12,5)}{0,0213 \text{ m}} \\
 &= 5,80 \text{ J/kg} \\
 E_{f2} &= (C_{fc} + C_{ff}) \frac{(\bar{u})^2}{2} \\
 &= [(0,4(1,25 - 0)) + (3 \times 1,5) + (1 \times 0,15)] \times \frac{(0,84^2) \text{ m/s}}{2} \\
 &= 1,82 \text{ J/kg} \\
 E_f \text{ total} &= 5,80 + 1,82 = 7,62 \text{ J/kg}
 \end{aligned}$$

Energi Pompa (Ep)

$$E_p = \Delta PE + \Delta KE + \frac{\Delta P}{\rho} + E_f$$

$$E_p = g(Z_2 - Z_1) + \left(\frac{u_2^2 - u_1^2}{2\alpha} \right) + \left(\frac{P_2 - P_1}{\rho} \right) + E_f$$

$$E_p = 9,8 \times (12,3 - 2) + \left(\frac{0,5511^2 - 0^2}{2 \times 1} \right) + 0 + 7,62$$

$$E_p = 108,71 \text{ J/kg}$$

Perhitungan Daya Pompa

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan aliran massa (m)} &= Q_{\text{air}} \times \rho_{\text{air}} \\ &= 0,0003 \text{ m}^3/\text{s} \times 996,54 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,30 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya pompa} &= m \times E_p \\ &= 0,30 \times 108,71 \\ &= 32,61 \text{ J/s} \end{aligned}$$

Berdasarkan grafik *Efficiencies of Centrifugal Pump* dan *Efficiencies of Three Phase Motors*, maka efisiensi pompa adalah 30%

$$\begin{aligned} \text{Maka, daya pompa yang dibutuhkan} &= \frac{\text{Daya pompa}}{\text{Efisiensi}} \\ &= \frac{32,61}{0,30} \\ &= 108,7 \text{ W} \end{aligned}$$

E.1.7. Perhitungan Spesifikasi Tandon Air

E.1.7.1. Tandon Air Atas

Tandon air dirancang dapat menampung kebutuhan air untuk satu hari. Kebutuhan air untuk satu hari adalah $1.687,79 \text{ L} = 2.000 \text{ L} = 2 \text{ m}^3$

Asumsi ruang kosong tandon air apabila diisi penuh adalah 10%

$$\begin{aligned}\text{Volume tandon air atas} &= (2 \text{ m}^3 + (2 \text{ m}^3 \times 10\%)) \\ &= 2,2 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Tandon air atas yang digunakan adalah satu buah tandon air berkapasitas 2.500 L

E.1.7.2. Tandon Air Bawah

Tandon air bawah dirancang untuk memenuhi kebutuhan air untuk tiga hari. Hal ini digunakan untuk mencadangkan air apabila terjadi gangguan pada PDAM. Kebutuhan air untuk 3 hari adalah $5.063,37 \text{ L} = 6.000 \text{ L} = 6 \text{ m}^3$

Asumsi ruang kosong tandon air bawah apabila diisi penuh adalah 10%

$$\begin{aligned}\text{Volume tandon air bawah} &= (6 \text{ m}^3 + (6 \text{ m}^3 \times 10\%)) \\ &= 6,6 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Tandon air bawah dibuat dari beton dengan bagian dalam dilapisi keramik.

Ukuran tandon air bawah adalah $p \times l \times t = 2 \times 2 \times 2 \text{ m}^3 = 8 \text{ m}^3$

E.2. Listrik

E.2.1. Listrik untuk Mesin dan Peralatan

Perincian penggunaan listrik untuk mesin dan peralatan terdapat pada Tabel E.5.

Tabel E.5. Perincian Penggunaan Listrik untuk Mesin dan Peralatan

Nama Mesin dan peralatan	Daya (W)	Jumlah	Waktu operasi/hari	Jumlah Daya/hari (Wh)	Jumlah Daya per Bulan (kWh)
<i>Wafer Batter Mixer</i>	6.000	1	8	48.000	1.248,00
<i>Cream Mixer</i>	2.200	1	8	17.600	457,60
<i>Oven Wafer</i>	7.800	1	8	62.400	1.622,40
<i>Sheet Receiver</i>	180	1	8	1.440	37,44
<i>Wafer Sheet Cooler</i>	800	1	8	6.400	166,40
<i>Sheet Picking Machine</i>	180	1	8	1.440	37,40
<i>Automatic Contact Spreading Machine</i>	4.950	1	8	39.600	1.029,60
<i>Vertical Cooling Cabinet</i>	6.700	1	8	53.600	1.393,60
<i>Wafer Cutting Machine</i>	750	1	8	6.000	156,00
<i>Mesin Pengemas</i>	3.000	1	8	24.000	624,00
<i>Carton Sealer</i>	180	1	8	1.440	37,44
<i>Bench Scale</i>	500	2	4	4.000	104,00
<i>Timbangan Digital</i>	5	2	4	40	1,04
<i>Water Heater</i>	350	1	4	1.400	36,40
Total					6.951,32

E.2.2. Listrik untuk Penerangan

Penggunaan listrik untuk penerangan dihitung berdasarkan luas ruangan, *foot candles*, lumen, jenis lampu, dan jumlah lampu. Menurut Sedarmayanti dalam Nuraida (2008), *foot candles* adalah jumlah cahaya yang dipancarkan dari lilin berukuran biasa pada sebuah benda yang berukuran satu kaki. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa *foot candle* merupakan jumlah cahaya yang dibutuhkan untuk menerangi suatu

ruangan. Perincian penggunaan listrik untuk penerangan ditunjukkan pada Tabel E.6.

E.2.3. Listrik untuk AC (*Air Conditioning* / Pendingin Ruangan)

AC merupakan pendingin ruangan dan dipasang pada kantor, ruang QC, ruang kepala produksi dan laboratorium QC. Asumsi, AC yang digunakan memiliki kapasitas 500 Btu/hr untuk setiap 1 m²; 1 Pk setara dengan 9000 Btu/hr; 1 Pk AC membutuhkan listrik 250 W. Jadi, Perincian Kebutuhan AC pada Tabel E.7.

Tabel E.7. Perincian Kebutuhan AC

No	Ruangan	Daya listrik
1.	Kantor seluas 101,25 m ² (500 Btu/hr x 101,25m ²) / 9000 Btu/hr = 6 Pk	1.500 W
2.	Ruang QC dan Laboratorium QC seluas 6,75 m ² + 13,5 m ² = 20,25 m ² (500 Btu/hr x 20,25 m ²) / 9000 Btu/hr = 1 Pk	250 W
3.	Ruang Kepala Produksi, Ruang Personalia, dan Ruang Manajer Pabrik seluas 9,0 m ² + 9,0 m ² + 9,0 m ² = 27,0 m ² (500 Btu/hr x 27,0 m ²) / 9000 Btu/hr = 2 Pk	500 W
Total		2.250 W

Waktu operasional dari setiap AC adalah 8 jam per hari selama 26 hari/bulan, maka kebutuhan listrik dari AC per bulan adalah 2.250 W x 8 jam x 26 hari = 468 kWh

Tabel E.6. Perincian Penggunaan Listrik untuk Penerangan

Nama Ruang	Luas (m ²)	Luas (ft ²)	Foot Candle	Lumen	Daya (W)	Jumlah lampu	Waktu Operasi (jam)	Jumlah Daya/Hari (Wh)	Hari pemakaian /bulan	Jumlah Daya per Bulan (kWh)
Pintu Gerbang	8,00	86,08	5	430,40	20	1	24	480,00	30	12,48
Pos Satpam	6,75	72,63	10	726,30	20	1	24	480,00	30	12,48
WC Umum	9,90	106,52	10	1.065,20	20	2	8	320,00	26	8,32
Parkir Motor	74,25	798,91	5	3.994,55	40	2	8	640,00	26	16,64
Parkir Mobil	74,25	798,91	5	3.994,55	40	2	8	640,00	26	16,64
Mushola	9,00	96,84	10	968,40	20	1	8	160,00	26	4,16
Tempat Wudhu	9,00	96,84	10	968,40	20	1	8	160,00	26	4,16
Kantor	101,25	1.089,42	30	32.682,60	40	17	8	5.440,00	26	141,44
Kantin	33,75	363,14	10	3.631,40	40	2	8	680,00	26	17,68
Ruang QC	6,75	72,63	10	726,30	20	1	8	160,00	26	4,16
Laboratorium QC	13,5	145,26	30	4.357,80	40	2	8	640,00	26	16,64
Ruang Personalia	9,00	96,84	10	968,40	20	1	8	160,00	26	4,16
Ruang Manajer Pabrik	9,00	96,84	10	968,40	20	1	8	160,00	26	4,16
Ruang Kepala Produksi	9,00	96,84	10	968,40	20	1	8	160,00	26	4,16
Gudang Barang Jadi	81,00	871,54	30	26.146,20	40	13	8	4.160,00	30	124,80
Gudang Pengemas	67,50	726,28	30	21.788,40	40	11	24	10.560,00	30	316,80
Ruang Ganti Karyawan	54,00	581,02	10	5.810,20	40	3	24	2.880,00	26	74,88
Gudang Bahan Baku	81,00	871,54	30	26.146,20	40	13	8	4.160,00	30	124,80
Ruang Timbang	20,25	217,88	30	6.536,40	40	3	24	2.880,00	30	86,40
Pengolahan Limbah	9,00	96,84	10	968,40	20	1	8	160,00	30	4,80
Taman	19,13	205,83	10	2.058,30	40	1	12	480,00	30	14,4
Bengkel	18,00	193,67	30	5.810,10	40	3	8	960,00	26	24,96
Ruang Genset	11,25	121,05	10	1.210,50	40	1	8	320,00	26	8,32
Gudang Bahan Bakar	11,25	121,05	10	1.210,50	40	1	8	320,00	26	8,32
Tandon Air	9,95	107,06	10	1.070,60	20	1	8	320,00	26	8,32
Ruang Produksi	290,25	3.123,01	30	93.690,30	40	48	8	15.360,00	26	399,36
Jumlah										1.463,44

Perhitungan: Lumen = ft² x foot candle

Jumlah lampu = lumen/output lampu (20 W output lampu 850; 40 W output lampu 1960)

E.2.4. Total Penggunaan Listrik

Total penggunaan listrik pada pabrik wafer *cream* ini adalah 8.883,76 kWh/bulan. Perincian total penggunaan air didapatkan dari hasil penjumlahan penggunaan listrik untuk mesin dan peralatan, penerangan, serta AC. Perincian total penggunaan pada Tabel E.8.

Tabel E.8. Perincian Total Penggunaan Listrik

Penggunaan Air	Jumlah/bulan (kWh)
Mesin dan Peralatan	6.951,32
Penerangan	1.464,44
AC	468,00
Jumlah	8.883,76

E.3. Tangki Solar

Tangki solar digunakan untuk menyimpan solar sebagai bahan bakar generator. Perhitungan solar yang dibutuhkan adalah sebagai berikut.

1. Asumsi listrik padam 2 kali sebulan, dengan lama pemadaman masing-masing 3 jam.

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan listrik untuk generator} &= 8.883,76 \text{ kWh} : 26 \text{ hari} : 24 \text{ jam} \\
 &= 14,24 \text{ kW/jam} \\
 &= 14,24 \times 6 \text{ jam} \\
 &= 85,44 \text{ kWh/bulan}
 \end{aligned}$$

2. Cadangan generator adalah 25% dari total kebutuhan listrik per bulan.

$$\begin{aligned}
 &= 85,44 + (25\% \times 85,44) \\
 &= 106,80 \text{ kWh/bulan}
 \end{aligned}$$

3. Daya generator diasumsikan sebesar 80%

$$\text{Kapasitas generator listrik} = 106,80/80\% = 133,50 \text{ kWh/bulan}$$

Diketahui: 1 Btu/menit = 17,58 W (Singh dan Heldman, 2001)

4. Tenaga generator listrik $= (133,50 \times 1000)/17,58$
 $= 7.593,86 \text{ Btu/menit/bulan}$
 $= 292,06 \text{ Btu/menit/hari}$
5. Densitas solar $= 53,66 \text{ lb/ft}^3$ (Severn, dkk., 1954)
6. *Heating value* $= 19.650 \text{ Btu/lb}$
7. Volume solar yang dibutuhkan

$$= \frac{292,06 \text{ Btu/menit/hari} \times (1 \text{ hari/bulan} \times 6 \text{ jam} \times 60 \text{ menit/jam})}{19.650 \text{ Btu/lb} \times 53,66 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 0,10 \text{ ft}^3/\text{bulan} \text{ (} 1 \text{ ft}^3 = 0,02832 \text{ m}^3 \text{ (Singh dan Heldman, 2001))}$$

$$= 0,003 \text{ m}^3/\text{bulan} = 3 \text{ L/bulan} = 36 \text{ L/tahun}$$

E.4. Gas LPG

Gas LPG diperlukan sebagai bahan bakar oven wafer sebesar 20-23 kg/jam. Jika sebuah mesin akan melakukan proses pemanggangan selama 8 jam, maka kebutuhan LPG perbulan adalah $22 \text{ kg} \times 8 \text{ jam} \times 26 \text{ hari} = 4.576 \text{ kg/bulan} = 176 \text{ kg/hari} = 4 \text{ tabung}$. Pengiriman LPG dilakukan setiap dua hari sekali dengan masing-masing pengiriman sebanyak 8 tabung @50 kg.

APPENDIX F ANALISA EKONOMI

F.1. Perhitungan Harga Bahan Baku

Perhitungan harga bahan baku didasari jumlah bahan baku yang dibutuhkan untuk proses produksi per hari (Bab IV). Oleh karena itu, perincian harga bahan baku untuk proses pengolahan opak wafer *cream* pada Tabel F.1. dan harga bahan baku untuk proses pengolahan *cream* pada Tabel F.2. (Asumsi: 1 bulan = 26 hari kerja)

Tabel F.1. Harga Bahan Baku untuk Proses Pengolahan Opak Wafer
Cream

Bahan	Jumlah/ bulan (kg)	Harga/kg (Rp)	Harga/bulan (Rp)	Harga/tahun (Rp)
Tepung Terigu	6.500	6.500	42.250.000	507.000.000
Tepung Tapioka	3.900	4.250	16.575.000	198.900.000
Tepung Kedelai	2.600	50.000	130.000.000	1.560.000.000
Minyak Kelapa	309,4	8.000	2.475.200	29.702.400
Lesitin	123,5	40.000	4.940.000	59.280.000
Ammonium bikarbonat	41,6	7.000	291.200	3.494.400
Garam	31,2	3.500	109.200	1.310.400
Jumlah			196.640.600	2.359.687.200

Tabel F.2. Harga Bahan Baku untuk Proses Pengolahan *Cream* Wafer
Cream

Bahan	Jumlah/ bulan (kg)	Harga/ kg (Rp)	Harga/bulan (Rp)	Harga/tahun (Rp)
Margarin	12.349,48	7.500	92.621.100	1.111.453.200
Gula Halus	8.769,54	8.500	74.541.090	894.493.080
Susu Bubuk	513,76	13.000	6.678.880	80.146.560
Coklat Bubuk	1.027,26	21.000	21.572.460	258.869.520
Pewarna	56,94	24.000	1.366.560	16.398.720
Lesitin	114,14	40.000	4.565.600	54.787.200
Jumlah			201.345.690	2.416.148.280

Jadi, Total biaya bahan baku/bulan = Rp 397.986.290,00

Total biaya bahan baku/tahun = Rp 4.775.835.480,00

F.2. Perhitungan Harga Mesin dan Peralatan

Perhitungan harga mesin dan peralatan ditunjukkan pada Tabel F.3.

F.3. Perhitungan Harga Tanah dan Bangunan

$$\begin{aligned}\text{Luas tanah} &= 1.782 \text{ m}^2 \\ \text{Harga tanah/m}^2 &= \text{Rp } 2.000.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas bangunan} &: \text{pabrik} = 944,73 \text{ m}^2 \\ &\text{kantor} = 101,25 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga bangunan} &: \text{pabrik} = \text{Rp } 1.000.000,00 \\ &\text{Kantor} = \text{Rp } 1.500.000,00\end{aligned}$$

Biaya yang dibutuhkan untuk tanah dan bangunan adalah

$$\begin{aligned}&= (\text{Rp } 2.000.000 \times 1.782 \text{ m}^2) + (\text{Rp } 1.000.000 \times 944,73 \text{ m}^2) + \\ &\quad (\text{Rp } 1.500.000 \times 101,25 \text{ m}^2) \\ &= \text{Rp } 4.660.605.000,00\end{aligned}$$

Tabel F.3. Perhitungan Harga Mesin dan Peralatan

No	Nama Alat	Jumlah	Harga / satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1.	<i>Wafer Batter Mixer</i>	1	40.000.000,00	40.000.000,00
2.	<i>Cream Mixer</i>	1	65.000.000,00	65.000.000,00
3.	<i>Oven Wafer</i>	1	490.000.000,00	490.000.000,00
4.	<i>Wafer Sheet Cooler</i>	1	8.000.000,00	8.000.000,00
5.	<i>Automatic Contact Spreading Machine</i>	1	125.000.000,00	125.000.000,00
6.	<i>Vertical Cooling Cabinet</i>	1	245.000.000,00	245.000.000,00
7.	<i>Wafer Cutting Machine</i>	1	264.750.000,00	264.750.000,00
8.	<i>Horizontal Flow Wrapping Machine</i>	1	74.500.000,00	74.500.000,00
9.	<i>Carton Sealer</i>	1	5.000.000,00	5.000.000,00
10.	<i>Roller Conveyor</i>	1	1.000.000,00	1.000.000,00
11.	<i>Bench Scale</i>	2	1.500.000,00	3.000.000,00
12.	<i>Timbangan Digital</i>	2	300.000,00	600.000,00
13.	<i>Hand Pallet Truck</i>	4	1.000.000,00	4.000.000,00
14.	<i>Hand Forklift</i>	1	2.750.000,00	2.750.000,00
15.	<i>Ember Plastik</i>	3	15.000,00	45.000,00
16.	<i>Kontainer Plastik Terbuka</i>	6	30.000,00	180.000,00
17.	<i>Pallet Kayu</i>	35	100.000,00	3.500.000,00
18.	<i>Pompa Air</i>	1	1.500.000,00	1.500.000,00
				Lanjutan....

Tabel F.3. (Lanjutan) Perhitungan Harga Mesin dan Peralatan

19.	<i>Water Heater</i>	1	2.000.000,00	2.000.000,00
20.	Tandon Air Bawah	1	10.000.000,00	10.000.000,00
21.	Tandon Air Atas	1	3.800.000,00	3.800.000,00
22.	Generator	1	170.000.000,00	170.000.000,00
23.	Lampu TL 20 W	12	20.000,00	240.000,00
24.	Lampu TL 40 W	122	35.000,00	4.270.000,00
25.	<i>Fire Extinguisher</i>	5	1.000.000,00	5.000.000,00
26.	AC 2 PK	3	3.900.000,00	11.700.000,00
27.	AC 1 PK	3	2.350.000,00	7.050.000,00
28.	Komputer	16	5.000.000,00	80.000.000,00
29.	Set meja kursi	1	10.000.000,00	10.000.000,00
30.	Telepon	16	75.000,00	1.200.000,00
31.	Set peralatan kebersihan	2	125.000,00	250.000,00
32.	Set loker karyawan	1	1.500.000,00	1.500.000,00
33.	Kloset	8	1.250.000,00	10.000.000,00
34.	Wastafel	6	450.000,00	2.700.000,00
35.	<i>Hand Dryer</i>	4	2.000.000,00	8.000.000,00
36.	Mesin <i>foto copy</i>	1	1.500.000,00	1.500.000,00
37.	Mesin <i>faximile</i>	1	1.000.000,00	1.000.000,00
Total				1.664.035.000,00

F.4. Perhitungan Harga Bahan Pengemas

Pengemas yang digunakan untuk mengemas wafer *cream* terdiri dari kemasan primer, sekunder, dan tersier, serta isolasi. Kemasan primer yang digunakan adalah kemasan plastik PP 0,4; kemasan sekunder yang digunakan adalah kemasan plastik yang dicetak khusus; sedangkan kemasan tersier yang digunakan adalah kardus. Kardus ditutup menggunakan isolasi besar. Perhitungan harga pengemas pada Tabel F.4.

Tabel F.4. Perhitungan Harga Bahan Pengemas

Jenis Kemasan	Jumlah /bulan	Jumlah /tahun	Harga satuan (Rp)	Total (Rp)
Kemasan plastik PP 0,4	2.931.892	35.182.680	100	3.518.268.000
Plastik yang dicetak	293.176	3.518.112	200	703.622.400
Dus karton	14.664	175.968	500	87.984.000
Isolasi besar	978	11.736	5.000	58.680.000
Jumlah				4.368.554.400

Asumsi 1 dus karton membutuhkan 100 cm isolasi (1 roll isolasi = 15 m), maka panjang isolasi yang dibutuhkan untuk mengisolasi 14.664 dus adalah 1.466.400 cm isolasi/bulan.

Jadi, kebutuhan isolasi per bulan adalah $1.466.400 \text{ cm} : 1500 \text{ cm} = 978$ roll isolasi/bulan.

Harga bahan pengemas/bulan = Rp 364.046.200,00

F.5. Perhitungan Gaji Karyawan

Perincian gaji karyawan di pabrik wafer *cream* ini pada Tabel F.5.

Tabel F.5. Perincian Gaji Karyawan

Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp)	Total (Rp)
Direktur Utama	1	5.500.000,00	5.500.000,00
Manajer umum	1	4.000.000,00	4.000.000,00
Manajer Pemasaran dan Pembelian	1	2.500.000,00	2.500.000,00
Manajer Keuangan	1	2.500.000,00	2.500.000,00
Manajer Personalia	1	2.500.000,00	2.500.000,00
Karyawan Personalia	1	1.500.000,00	1.500.000,00
Karyawan Keuangan	2	1.500.000,00	3.000.000,00
Karyawan Pemasaran dan Pembelian	2	1.500.000,00	3.000.000,00
Manajer Pabrik	1	3.000.000,00	3.000.000,00
Kepala Bagian Produksi	1	2.000.000,00	2.000.000,00
Kepala Bagian QC	1	1.500.000,00	1.500.000,00
Kepala Bagian Teknisi	1	1.500.000,00	1.500.000,00
Kepala Gudang	1	1.500.000,00	1.500.000,00
Karyawan Bagian QC	2	1.250.000,00	2.500.000,00
Karyawan Penimbangan	2	1.100.000,00	2.200.000,00
Karyawan <i>Mixing</i>	1	1.100.000,00	1.100.000,00
Karyawan Pendinginan	1	1.100.000,00	1.100.000,00
Karyawan <i>Creaming</i>	1	1.100.000,00	1.100.000,00
Karyawan <i>Cutting</i>	1	1.100.000,00	1.100.000,00
Karyawan Pengemasan	3	1.100.000,00	3.300.000,00
Karyawan Gudang Bahan Baku	1	1.100.000,00	1.100.000,00
Karyawan Gudang Bahan Pengemas	1	1.100.000,00	1.100.000,00
Karyawan Gudang Bahan Jadi	1	1.100.000,00	1.100.000,00
Teknisi	2	1.250.000,00	2.500.000,00
Satpam	3	1.100.000,00	3.300.000,00
Pegawai Kebersihan	2	1.100.000,00	2.200.000,00
Sopir	2	1.100.000,00	2.200.000,00
Sekretaris	1	1.750.000,00	1.750.000,00
<i>Customer Service</i>	1	1.100.000,00	1.100.000,00
Total			62.750.000,00

F.6. Perhitungan Air untuk Minum Karyawan

Orang dewasa dianjurkan untuk minum air putih 2-2,5 L air/hari. Jika dalam satu hari kerja seorang karyawan bekerja di perusahaan wafer *cream* selama 8 jam/hari, maka diasumsikan seorang karyawan akan meminum air sebanyak 1 L, maka untuk 40 orang yang bekerja di perusahaan dibutuhkan 40 L air/hari. Air yang digunakan untuk keperluan minum karyawan ini digunakan air minum dalam kemasan galon dengan isi masing-masing kemasan sebanyak 19 L. Jadi, setiap harinya dibutuhkan 3 galon dengan harga Rp 8.500,00/galon. Oleh karena itu, dibutuhkan biaya sebesar Rp 25.500,00/hari atau Rp 663.000,00/bulan.

F.7. Biaya Utilitas

Utilitas yang digunakan dalam pabrik wafer *cream* ini adalah air, listrik, solar, dan LPG.

1. AIR

Kebutuhan air per bulan = 43.882,52 L = 45 m³ (Appendix E)

Harga beli air PDAM tahun 2010 untuk industry (PT.PDAM, 2010)

0-10 m³ = Rp 6.000,00

11-20 m³ = Rp 8.000,00

20-30 m³ = Rp 9.500,00

>30 m³ = Rp 10.500,00

Biaya sewa meteran = Rp 2.400,00

Pajak sewa meteran = Rp 240,00

Total biaya yang harus dibayar

= (10 m³ x 6.000) + (10 m³ x 8.000) + (10 m³ x 9.500) + ((45-30) m³ x 10.500)

= Rp 392.500,00/bulan = Rp 4.710.000,00 /tahun

2. LISTRIK

Kebutuhan listrik per bulan = 8.883,76 kWh/bulan = 8.885 kWh/bulan

Biaya pemakaian/kWh PLN 2010 untuk industri adalah Rp 960,00
(PT. PLN, 2010)

Biaya pemakaian/bulan = Rp 8.529.600,00

Biaya pemakaian/tahun = Rp 102.355.200,00

3. SOLAR

Kebutuhan solar/bulan = 3 L

Harga solar/L = Rp 4.500,00 (PT. Pertamina, 2010)

Biaya solar/bulan = Rp 13.500,00

Biaya solar/tahun = Rp 162.000,00

4. LPG

Kebutuhan LPG/bulan = 4.576 kg

Harga LPG/kg = Rp 7.355,00 (Republika, 2009)

Total biaya LPG/bulan = Rp 33.656.480,00

Biaya LPG/tahun = Rp 403.877.760,00

5. Total Biaya Utilitas/tahun

= Biaya air + biaya listrik + biaya solar + biaya LPG

= Rp 4.710.000,00 + Rp 102.355.200,00 + Rp 162.000,00 +
Rp 403.877.760,00

= Rp 511.104.960,00