



## EXECUTIVE SUMMARY

<b>JUDUL TUGAS</b>	<b>PERANCANGAN PABRIK SUSU BUBUK RENDAH GULA</b>	
	<b>KAPASITAS PRODUKSI</b>	<b>50.000 Ton/Tahun</b>

### I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar Belakang	<ul style="list-style-type: none"><li>- Salah satu industri pangan yang dapat didirikan di Indonesia adalah pabrik susu bubuk rendah gula, yaitu pabrik yang menghasilkan produk berupa susu bubuk yang sudah dimodifikasi sehingga mempunyai kadar lemak dan laktosa yang rendah. Pabrik ini sangat potensial untuk didirikan di Indonesia, mengingat jumlah penderita obesitas dan diabetes di Indonesia yang meningkat setiap tahunnya.</li><li>- Dengan didirikannya pabrik susu bubuk rendah gula berarti memenuhi kebutuhan penderita obesitas dan diabetes dalam negeri, membuka lapangan pekerjaan yang baru serta mensejahterakan kehidupan para peternak. Oleh karena itu, akan dibuat pra rancangan pabrik Susu Bubuk Rendah Gula di Indonesia pada tahun 2015 mendatang.</li></ul>
Dasar Penetapan Kapasitas Produksi	<p>Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik Susu Bubuk Rendah Gula, yaitu :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Kebutuhan Susu Bubuk Rendah Gula di Indonesia diperkirakan pada tahun 2015 sebesar 50.000 ton/tahun.</li><li>b. Ketersediaan bahan baku</li></ul> <p>Bahan baku utama Susu segar dapat diperoleh dari</p>

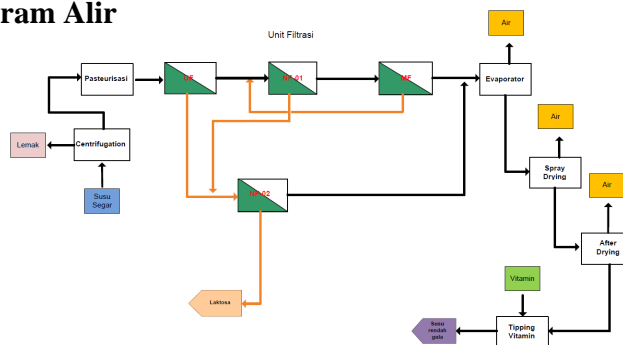
	<p>berbagai peternakan yang tersebar pada berbagai daerah di Indonesia. Data yang diketahui lainnya yaitu kebutuhan susu di Indonesia 2 juta ton/tahun, ekspor susu 150.000 ton/tahun, dan impor susu 700.000 ton/tahun. Penderita obesitas dan diabetes di Indonesia berjumlah <math>\pm</math> 10% dari jumlah penduduk, maka di dapat nilai 75.000 ton/tahun</p>
<p>Dasar Penetapan Lokasi Pabrik</p>	<p>1. Sumber bahan baku Penghasil susu segar terbesar di Indonesia adalah pulau Jawa, sehingga pabrik diletakkan pada daerah Jawa Tengah. Selain menghasilkan susu yang cukup besar yaitu 71 juta liter per tahun, juga belum adanya industri pangan yang menggunakan bahan susu segar dibanding daerah sekitarnya.</p> <p>2. Pemasaran Lokasi pabrik tidak terlalu jauh dari kota-kota besar seperti Semarang, Solo dan Jogjakarta sehingga pemasaran produk mudah dilakukan.</p> <p>3. Transportasi Sebagai daerah industri yang cukup besar di Indonesia tentunya daerah industri di Ungaran telah mempunyai sarana komunikasi dan transportasi yang memadai seperti jalan tol Semarang - Jogjakarta, terlebih dengan adanya dua buah bandara yang letaknya dekat dengan lokasi pabrik.</p> <p>4. Tenaga Kerja Tenaga kerja yang dibutuhkan dapat direkrut dari tenaga ahli dan berpengalaman dibidangnya dan tenaga kerja lokal yang berasal dari lingkungan masyarakat sekitar pabrik.</p> <p>5. Utilitas</p>

	Kebutuhan air baku dapat dipenuhi dari mata air Gunung Ungaran. Sedangkan sumber listrik dapat dipenuhi dari PLN, disamping itu energi listrik juga dapat diproduksi sendiri menggunakan Diesel Generator Jet.
Pemilihan Proses	- Mengingat proses penurunan laktosa dan waktu yang lama dalam proses pembuatan susu dengan cara fermentasi maka proses yang dipilih dalam produksi susu bubuk rendah gula ini adalah proses pemisahan laktosa dengan membran
<b>Bahan Baku</b>	
Jenis	Susu Sapi Segar ( Laktosa 4,69%, Lemak 3,79%, Protein 3,19%, Mineral 0,7 %, Air 87,39%) dan Air (H <sub>2</sub> O)
Spesifikasi	<p>Susu Segar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wujud : cairan</li> <li>- Warna : putih kebiruan hingga kuning keemasan</li> <li>- Bau : Spesifik</li> <li>- Titik Didih : 100,17°C</li> <li>- Densitas : 1,028 gr / ml</li> </ul> <p>Air (H<sub>2</sub>O)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wujud : Cair</li> <li>- BM : 18</li> <li>- Bau : Tidak berbau</li> <li>- Warna : Jernih</li> <li>- Titik Didih : 100°C (pada 1 atm)</li> <li>- Density (30°C), : 0,994 gr/ml</li> </ul>
Kebutuhan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Susu segar = 129.502,13 L/jam atau 126.590,55 kg/jam</li> <li>- Air (H<sub>2</sub>O) = 110.624,18 kg/jam</li> </ul>

Asal	- Susu segar dari KUD daerah sekitar
Produk	
Jenis	Susu Bubuk Rendah Gula
Spesifikasi	<p>Susu Bubuk Rendah Gula</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wujud : bubuk</li> <li>- Ukuran : 160 – 200 <math>\mu\text{m}</math></li> <li>- Warna : putih agak kekuningan</li> <li>- Bau : seperti susu</li> <li>- Rasa : kurang manis, hambar</li> <li>- Kandungan laktosa : 0,1 %</li> <li>- Kandungan lemak : 1,0 %</li> <li>- Kandungan protein : 55,2 %</li> <li>- Kandungan mineral : 21,7 %</li> <li>- Kandungan vitamin : 20,0 %</li> <li>- Kandungan air : 2,0 %</li> </ul>
Laju Produksi	5707,76 kg/jam
Daerah Pemasaran	Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri

## 2. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN

### 2.1 Diagram Alir



## 2.2 Peneracaan

### 2.2.1 Neraca Massa

#### A. Unit Clarifying

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	<b>M 0</b>	<b>M 1</b>	<b>M 2</b>
<b>Laktosa</b>	5935.32		5935.32
<b>Lemak</b>	4798.77		4798.77
<b>Protein</b>	4041.07		4041.07
<b>Mineral</b>	883.98		883.98
<b>Air</b>	110624.18		110624.18
<b>Impuritas</b>	307.24	307.24	0.00
<b>Jumlah</b>	<b>126590.55</b>	<b>307.24</b>	<b>126283.31</b>
	<b>126590.55</b>	<b>126590.55</b>	

#### B. Unit Skimming

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	<b>M 2</b>	<b>M 4</b>	<b>M 3</b>
<b>Laktosa</b>	5935.32	3528.18	499.07
<b>Lemak</b>	4798.77	682.87	2495.36
<b>Protein</b>	4041.07	2845.31	374.30
<b>Mineral</b>	883.98	1041.38	87.34
<b>Air</b>	110624.18	105708.78	9020.72
<b>Impuritas</b>	0.00	0.00	0.00
<b>Jumlah</b>	<b>126283.31</b>	<b>113806.52</b>	<b>12476.79</b>
	<b>126283.31</b>	<b>126283.31</b>	

#### C. Unit Ultrafiltrasi

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	<b>M 4</b>	<b>M 6</b>	<b>M5</b>
<b>Laktosa</b>	3549.48	2835.02	695.23
<b>Lemak</b>	687.00	498.47	133.90
<b>Protein</b>	2862.48	623.08	2162.93
<b>Mineral</b>	1047.67	405.00	643.73
<b>Air</b>	105659.90	57946.61	47862.55
<b>Jumlah</b>	<b>113806.52</b>	<b>62308.19</b>	<b>51498.33</b>
	<b>113806.52</b>	<b>113806.52</b>	

#### D. Unit Nanofiltrasi-01

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	M 12	M5	M 8	M7
Laktosa	270.09	695.23	604.16	296.00
Lemak	54.02	133.90	73.23	101.95
Protein	810.28	2162.93	1135.10	1973.32
Mineral	117.04	643.73	219.70	591.99
Air	16754.82	47862.55	34583.80	29925.34
Jumlah	18006.26	51498.33	36615.98	32888.61
	69504.59		69504.59	

#### E. Unit Nanofiltrasi-02

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	M 6	M 8	M 10	M 9
Laktosa	2835.02	604.16	3450.98	0.00
Lemak	498.47	73.23	575.16	0.00
Protein	623.08	1135.10	0.00	1751.11
Mineral	405.00	219.70	0.00	663.61
Air	57946.61	34583.80	72662.22	19821.10
Jumlah	62308.19	36615.98	76688.36	22235.81
	98924.17		98924.17	

#### F. Unit Mikrofiltrasi

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	M 7	M 12	M 11
Laktosa	296.00	270.09	13.54
Lemak	101.95	54.02	44.94
Protein	1973.32	810.28	1167.40
Mineral	591.99	117.04	442.40
Air	29925.34	16754.82	13214.06
Jumlah	32888.61	18006.26	14882.35
	32888.61	32888.61	

#### G. Unit Evaporasi Single Efek

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	M 9	M 11	M 13	M 14
Laktosa	0.00	13.54	0.00	13.54
Lemak	0.00	44.94	0.00	44.94
Protein	1751.11	1167.40	0.00	2918.51
Mineral	663.61	442.40	0.00	1106.01
Air	19821.10	13214.06	29000.87	4034.29
Jumlah	22235.81	14882.35	29000.87	8117.29
	37118.16		37118.16	

### H. Unit Spray Drying

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	M 14	M 15	M 16
Laktosa	13.54	0.00	13.54
Lemak	44.94	0.00	44.94
Protein	2918.51	0.00	2918.51
Mineral	1106.01	0.00	1106.01
Air	4034.29	3013.54	1020.75
Jumlah	8117.29	3013.54	5103.75
	8117.29	8117.29	

### I. Unit After Drying

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	M 16	M 17	M 18
Laktosa	13.54	0.00	13.54
Lemak	44.94	0.00	44.94
Protein	2918.51	0.00	2918.51
Mineral	1106.01	0.00	1106.01
Air	1020.75	589.63	431.12
Jumlah	5103.75	589.63	4514.11
	5103.75	5103.75	

### J. Unit Sifter

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	M18	M 19	M 20
Laktosa	13.54	0.14	13.41
Lemak	44.94	0.45	44.49
Protein	2918.51	29.19	2889.32
Mineral	1106.01	11.06	1094.95
Air	431.12	4.31	426.81
Jumlah	4514.11	45.14	4468.97
	4514.11	4514.11	

### K. Unit Tipping Vitamin

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	M 20	M 21	M 22
Laktosa	13.41	0.00	5.71
Lemak	44.49	0.00	57.08
Protein	2889.32	0.00	3150.68
Vitamin	0.00	1238.58	1238.58
Mineral	1094.95	0.00	1141.55
Air	426.81	0.00	114.16
Jumlah	4469.18	1238.58	5707.76
	5707.76		5707.76



## 1.1.2. Neraca Panas

### A. Unit Tangki 01

$\Delta H$ in (kj/jam)		$\Delta H$ out (kj/jam)	
H	-8434139,8	H	-10409847
		Q diserap	1975707,47
<b>Jumlah</b>	<b>-8434139,8</b>		<b>-8434139,8</b>

### B. Unit Thermizer (HE-01)

$\Delta H$ in (kj/jam)		$\Delta H$ out (kj/jam)	
H	-1598049	H	23382981,4
Q suplai	24981030,5		
<b>Jumlah</b>	<b>23382981,4</b>		<b>23382981,4</b>

### C. Unit Heat Exchanger HE-02

$\Delta H$ in (kj/jam)		$\Delta H$ out (kj/jam)	
H	20703863	H	11487843
		Q diserap	9216020
<b>Jumlah</b>	<b>20703863</b>		<b>20703863</b>

### D. Unit Heat Exchanger HE-03

$\Delta H$ in (kj/jam)		$\Delta H$ out (kj/jam)	
H	1456160,46	H	580073,88
		Q diserap	876086,58
<b>Jumlah</b>	<b>1456160,46</b>		<b>1456160,46</b>

### E. Unit Heat Exchanger HE-04

$\Delta H$ in (kj/jam)		$\Delta H$ out (kj/jam)	
H	2179518,90	H	868190,33
		Q diserap	1311328,57
<b>Jumlah</b>	<b>2179518,90</b>		<b>2179518,90</b>

### F. Unit Evaporator

$\Delta H$ in (kj/jam)		$\Delta H$ out (kj/jam)	
H	581956,50	H	2624420,29
Q suplai	2042463,79		
<b>Jumlah</b>	<b>2624420,20</b>		<b>2624420,29</b>

### G. Unit Heat Exchanger HE-06

$\Delta H$ in (kj/jam)		$\Delta H$ out (kj/jam)	
H	308749,84	H	1070815,79
Q suplai	762065,94		
<b>Jumlah</b>	<b>1070815,79</b>		<b>1070815,79</b>

### H. Unit Spray Dryer

$\Delta H$ in (kj/jam)		$\Delta H$ out (kj/jam)	
H	1070815,79	H	623198,75
Q suplai	-447617,04		
<b>Jumlah</b>	<b>623198,75</b>		<b>623198,75</b>

### I. Unit After Dryer

$\Delta H$ in (kj/jam)		$\Delta H$ out (kj/jam)	
H	6231,98	H	-461066,45
Q suplai	-467298,44		
<b>Jumlah</b>	<b>-461066,45</b>		<b>-461066,45</b>

### J. Unit After Cooler

$\Delta H$ in (kj/jam)		$\Delta H$ out (kj/jam)	
H	678926,30	H	222843,62
		Q diserap	456082,68
<b>Jumlah</b>	<b>678926,30</b>		<b>678926,30</b>

## 3.1. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

### 3.1 Peralatan Proses

#### A. Tanki Susu Segar

- Kode : T-01A/B, T-02A/B
- Fungsi : Menyimpan bahan baku susu segar dalam fase cair selama dua hari
- Bahan konstruksi : *stainless steel type 316*
- Jumlah : 4 buah
- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 4°C
- Jenis Refrigerant : HCFC - 123
- ID : 40 ft

- Tinggi tangki : 47,24 ft
- Tebal silinder : 1/4 in
- Tebal head : 3/16 in

### **B. Evaporator**

- Kode : E-01
- Fungsi : memekatkan susu dari 12% TS menjadi 50,3 % TS pada kondisi tekanan vakum 0,07 atm dan suhu 40<sup>0</sup>C
- Tipe : Long-tube vertical
- Bahan konstruksi : Low alloy steel SA-204 grade C
- Tekanan : 0,07 atm
- Suhu masuk : 130 <sup>0</sup>C dan Suhu keluar : 90 <sup>0</sup>C
- Luas penampang : 46.93 ft<sup>2</sup>
- Diameter : 7.73 ft
- Tinggi shell : 15 ft
- Tebal shell : 3/16 in
- Tebal head : 1/4 in
- Tinggi head : 1.48 ft
- Tinggi total : 17.96 ft

### **C. Spray Dryer**

- Kode : SD-01
- Fungsi : Untuk mengubah susu keluaran evaporator menjadi susu bubuk dengan mengurangi kadar airnya sehingga konsentrasi padatan meningkat dari 50,3% TS menjadi 94% TS.
- Fluida pemanas : udara kering  
Suhu masuk : 365 °C  
Suhu keluar : 81 °C

- Fluida dingin : Susu  
Suhu masuk : 70 °C  
Suhu keluar : 80,7 °C
- Waktu pengeringan : 27.25 detik
- Diameter produk : 160 – 200 μm
- Diameter kolom : 1,5 m
- Tinggi kolom : 7,5 m

#### **D. Pompa Susu Clarifier**

- Kode : P – 02
- Fungsi : Memompa susu dari tanki penyimpanan menuju clarifier (S-01)
- Tipe : Pompa Sentrifugal
- Bahan : Carbon Steel SA-285 Grade C
- Kapasitas : 0,00088 m<sup>3</sup>/s  
Dimensi Pipa
- Diameter : 8 in
- Diameter dalam : 7,981 in
- Diameter Luar : 8,625 in
- Schedule number : 40  
Tenaga
- Pompa : 7 HP
- Motor : 10 HP

#### **E. Membran Ultrafiltrasi**

- Kode : S-02
- Fungsi : Memisahkan sebagian besar laktosa di dalam susu berdasarkan perbedaan diameter partikel di dalam susu
- Bahan : Membran keramik

- Modul membran : Tubular (*Shell and Tube*). *Tube* SS316 *stainless steel*
- Karakteristik : - Jumlah *chanel* dalam satu modul = 50
- Jumlah modul dalam satu *housing* = 50
- Panjang *tube* (L) = 2 m
- Diameter hidraulik *chanel* = 5 mm
- Jumlah *housing* = 50 *housing*
- Diameter modul ultrafiltrasi = 4 cm
- Diameter *housing* = 30 cm
- % Rejeksi :
 

Laktosa	90,2 %
Lemak	62,3 %
Protein	57,8 %
Mineral	32,8 %
Air	23,4 %

#### **F. Membran Nanofiltrasi**

- Kode : S-03
- Fungsi : Memisahkan sebagian besar laktosa di dalam susu berdasarkan perbedaan diameter partikel di dalam susu
- Bahan : Membran keramik
- Modul membran : Tubular (*Shell and Tube*). *Tube* SS316 *stainless steel*
- Karakteristik : - Jumlah *chanel* dalam satu modul = 40
- Jumlah modul dalam satu *housing* = 40
- Panjang *tube* (L) = 2 m
- Diameter hidraulik *chanel* = 5 mm
- Jumlah *housing* = 50 *housing*
- Diameter modul ultrafiltrasi = 4 cm
- Diameter *housing* = 27 cm
- % Rejeksi :

Laktosa	96,5 %
Lemak	51,3 %
Protein	45,6 %
Mineral	42,8 %
Air	20,4 %

### G. Pasteurizer

- Kode : HE-01
- Fungsi : Pasteurisasi susu segar pada suhu 72<sup>0</sup>C sebelum susu disimpan sebagai umpan untuk menghindari tumbuhnya bakteri yang dapat merusak susu.
- Bahan : Carbon Stell SA 283 grade C
- Karakteristik : Model pemanas Shell and Tube

#### Shell side

- Inside Diameter : 39 inch
- Baffle space : 7 inch
- Pass : 1
- Faktor kekotoran : 0,00102
- Flow area shell ( $A_s$ ) : 0,470 ft<sup>2</sup>
- Kec. Massa ( $G_s$ ) : 53910 lb/jam.ft<sup>2</sup>
- UD : 100 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.<sup>0</sup>F
- Koef.head transfer out ( $H_o$ ) : 258,73 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.<sup>0</sup>F
- Pressure drop : 0,00031 psi

#### Tube side

- Outside Diameter : 1,5 inch
- Inside Diameter : 1,4 inch
- BWG : 18
- Pitch : 1,875 in Triangular pitch
- Pass : 1
- Panjang tube : 14 ft

- Jumlah : 307 buah
- Flow area ( $A_t$ ) : 0,83 ft<sup>2</sup>
- Kecepatan massa ( $G_t$ ) : 709311,41 lb/jam.ft<sup>2</sup>
- Koef. Conden steam ( $h_{i0}$ ) : 181,16 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.<sup>0</sup>F
- Pressure Drop : 0,05 psi

### 3.1 Utilitas

<i>Air</i>	
Air untuk proses	24,65 m <sup>3</sup> /hari
Air untuk sanitasi ( <i>service water</i> )	3,6 m <sup>3</sup> /hari
Air untuk laboratorium, pembersihan, dll	7,5 m <sup>3</sup> /hari
Air umpan ketel ( <i>boiler feed water</i> )	5,9 m <sup>3</sup> /hari
Total kebutuhan air	41,65 m <sup>3</sup> /hari
Didapat dari sumber	air artesis
<i>Steam</i>	
Kebutuhan <i>steam</i>	396,93
Jenis boiler	Water tube
<i>Refrigerant</i>	
Jenis Refrigerant	HCFC 123
Kebutuhan Refrigerant	351,64 kg/jam
<i>Listrik</i>	
Kebutuhan listrik	88,57 kW
Dipenuhi dari	PLN
<i>Bahan Bakar</i>	

Jenis	Generator : solar
Kebutuhan	Generator :138,41 lb/jam
Sumber dari	Pertamina

### C. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant Cost	\$ 21.810.437,93
Fixed Capital	\$ 35.332.909,45
Working Capital	\$ 12.754.799,89
Total Capital Investment	\$ 51.621.000,29
Analisis Kelayakan	
Return on Investment (ROI)	- Sebelum pajak : 33,04 % - Setelah pajak : 23,13 %
Pay Out Time (POT)	- Sebelum pajak : 2,32 tahun - Setelah pajak : 3,02 tahun
Break Even Point (BEP)	44,17 %
Shut Down Point (SDP)	22,90 %
Rate of Return (ROR)	53 %