

PRA RANCANGAN PABRIK SUSU DIABETES BUBUK DENGAN KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Konsentrasi Teknik Kimia**



Oleh:

Nama : Sarah Ayu

Nama : Desy Annisa Hidayaty

No. Mhs : 16521242

No. Mhs : 16521243

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2020

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK SUSU DIABETES BUBUK DENGAN KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sarah Ayu

Nama : Desy Annisa Hidayaty

No. Mhs : 16521242

No. Mhs : 16521243

Yogyakarta, 7 September 2020

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Sarah Ayu



Desy Annisa Hidayaty

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK SUSU DIABETES BUBUK
DENGAN KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh:

Nama : Sarah Ayu

Nama : Desy Annisa Hidayaty

No. Mhs : 16521242

No. Mhs : 16521243

Yogyakarta, 7 September 2020

Pembimbing I

Pembimbing II



Kamariah, Dra., M.S.

Venitalitya Alethea Sari A, S.T., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK SUSU DIABETES BUBUK DENGAN KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Sarah Ayu

Nama : Desy Annisa Hidayaty

No. Mhs : 16521242

No. Mhs : 16521243

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Pengujian sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 7 September 2020

Tim Penguji

Kamariah, Dra. M.S.

Ketua Penguji

Zainus Salimin, Prof., Ir., M.Si.

Penguji I

Lucky W Nuzulia S, S.T., M.Eng.

Penguji II

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri



Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Susu Diabetes Bubuk dengan Kapasitas 24.000 Ton/Tahun”, disusun sebagai penerapan dari ilmu yang telah didapat selama bangku kuliah dan syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Laporan Tugas Akhir ini dapat disusun dengan baik berkat bantuan dari pihak- pihak yang telah memberikan bimbingan dan dukungan sebagai bahan masukan untuk kami. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Orang tua dan Keluarga yang selalu memberikan dorongan semangat dan motivasi terlebih anggaran selama mengenyam pendidikan S1 Teknik Kimia di UII.
2. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Kamariah, Dra. M.S. selaku Dosen Pembimbing I dan ibu Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II.
4. Kepada sahabat dan kerabat penulis yang telah mendukung selama pelaksanaan penelitian.
5. Semua teman-teman Teknik Kimia 2016 yang telah memberi dukungan , semangat dan kerjasamanya.
6. Seluruh civitas akademik di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi

Industri, Universitas Islam Indonesia.

7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, dalam membantu penyusunan laporan penelitian ini dengan tulus dan ikhlas.

Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kekeliruan dalam penulisan penyusunan Tugas Akhir ini. Untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 7 September 2020

Penulis



LEMBAR PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua saya, Ibu Upi Sribudiarty dan Bapak Asep Komara serta adik saya, Putri Apriliany yang telah memberi doa tiada hentinya, memberi semangat dan dukungan moral maupun materi hingga saya bias mencapai pada tahap ini.

Desy Annisa Hidayaty sebagai partner segala hal selama kuliah ini, mulai dari KP, Penelitian hingga Pra Rancangan Pabrik, yang selama ini sabar menghadapi tingkah laku saya. Terimakasih untuk segala hal baik waktu, kerjasama, semangat, dukungan dan ilmunya selama ini. Semoga ilmu yang kita dapat bisa menjadi bekal dan manfaat. Semoga kita kelak menjadi orang yang sukses kedepannya dan semoga pertemanan kita tetap baik.

Atik Dian N, Indah Suci F, Bunga Mela R, Triana Wahyuni, Rois Hendra P, Vina Nurviany J, Dinda Syarifah L, Khaydanur, Rifqi Adrian dan Anjas Dwi S, terimakasih telah menjadi *support system* selama saya mengerjakan Tugas Akhir ini dan selalu menemani saya dalam suka dan duka.

Teknik Kimia UII 2016, almamater tercinta, yang turut andil dalam pembentukan karakter saya menjadi lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih cita-cita kalian.

(Sarah Ayu)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua serta kakak – kakak saya yang telah memberikan do'a, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang luas biasa. Terima kasih telah berjuang dan berkorban untuk saya hingga saya bisa mencapai di tahap ini.

Sarah Ayu sebagai partner pra rancangan pabrik saya ini, yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat dan dukungan selama ini. Semoga kita mendapatkan ilmu yang bermanfaat untuk diri sendiri maupun orang lain.

Atik Dian, Indah Suci, Bunga Mela, Triana Wahyuni, teman-teman terdekat saya dari jaman mahasiswa baru sampai saat ini. Terima kasih telah menerima segala suka duka selama perkuliahan. Terima kasih telah menjadi wanita hebat yang bisa melewati rintangan semasa menjalani kuliah. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses untuk kedepan nya.

Teknik Kimia UII 2016, almamater tercinta, yang punya andil besar didalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita-citakan.

(Desy Annisa Hidayaty)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.1.2 Ketersediaan Bahan Baku	2
1.2 Kapasitas Perancangan	3
1.2.1 Kebutuhan Produk di Indonesia	3
1.2.2 Kapasitas Komersial.....	6
1.3 Tinjauan pustaka	6
1.3.1 Proses Yang Dilakukan Untuk Membuat Susu Diabetes Bubuk.....	6
1.4 Pemilihan Proses Produksi.....	7
BAB II	12
PERANCANGAN PRODUK.....	12
2.1 Spesifikasi Produk.....	12
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	12
2.3 Spesifikasi Bahan Pendamping	13
2.4 Pengendali Kualitas	14
2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	14
2.4.2 Pengendalian Kualitas Produk	14
2.4.3 Pengendalian Proses Produksi.....	14
BAB III.....	16
PROSES PRODUKSI	16
3.1 Uraian Proses	16
3.1.1 Persiapan Bahan Baku	16

3.1.2 Pembentukan Produk.....	17
3.1.3 Pemurnian Produk	18
3.2 Spesifikasi Alat proses.....	19
3.3 Perencanaan Produksi.....	40
3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku.....	40
3.3.2 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses	40
BAB IV	41
PERANCANGAN PABRIK	41
4.1 Lokasi Pabrik	41
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	41
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	43
4.2 Tata Letak Pabrik	45
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	49
4.4 Alir Proses dan Material	53
4.4.1 Neraca Massa	53
4.4.2 Neraca Panas	60
4.5 Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	64
4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)	65
4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	66
4.6.2 Unit Pembangkit Steam	73
4.6.3 Unit Penyediaan Listrik	74
4.6.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar	74
4.6.5 Unit Penyediaan Udara.....	75
4.6.6 Unit Pengolahan Limbah	75
4.6.7 Spesifikasi Alat Utilitas	75
4.7 Organisasi Perusahaan	82
4.7.1 Bentuk Perusahaan	82
4.7.2 Struktur Organisasi.....	83
4.7.3 Tugas dan Wewenang.....	88
4.7.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Penggajian.....	93
4.8 Evaluasi Ekonomi.....	100
4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan	101
4.8.2 Dasar Perhitungan	103
4.8.3 Perhitungan Biaya	104

4.8.4 Analisa Kelayakan.....	105
4.8.5 Hasil Perhitungan	109
4.8.6 Analisa Keuntungan	112
4.8.7 Hasil Kelayakan Ekonomi	112
BAB V.....	115
PENUTUP	115
5.1 Kesimpulan	115
5.2 Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA	117
LAMPIRAN	121



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Perkembangan Impor Susu Bubuk Lemak $\leq 1\%$	3
Tabel 1.2 Data Perkembangan Produksi Susu Sapi Perah	4
Tabel 1.3 Data Perkembangan Ekspor Susu Bubuk Lemak $\leq 1\%$	4
Tabel 1.4 Data Penderita Diabetes di Indonesia	5
Tabel 1.5 Uraian Metode Membran dan Metode Hidrolisis Laktosa	10
Tabel 2.1 Komposisi Gizi Susu Diabetes Bubuk	11
Tabel 2.2 Komposisi Gizi Susu Sapi Segar	12
Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki	26
Tabel 3.2 Spesifikasi Evaporator	28
Tabel 3.3 Spesifikasi Heater	28
Tabel 3.4 Spesifikasi Expansion Valve	29
Tabel 3.5 Spesifikasi Screw Conveyor	29
Tabel 3.6 Spesifikasi Silo	31
Tabel 3.7 Spesifikasi Pompa	33
Tabel 4.1 Lokasi Perincian luas tanah dan bangunan pabrik	41
Tabel 4.2 Neraca Massa Centrifuge	48
Tabel 4.3 Neraca Massa Ultrafiltrasi	48
Tabel 4.4 Neraca Massa Reaktor	49
Tabel 4.5 Neraca Massa Mixer	50
Tabel 4.6 Neraca Massa Evaporator-01	51
Tabel 4.7 Neraca Massa Evaporator-02	52
Tabel 4.8 Neraca Massa Spray Dryer	53
Tabel 4.9 Neraca Massa Cyclone	54
Tabel 4.10 Neraca Massa Rotary Dryer	55
Tabel 4.11 Neraca Panas Centrifuge	55
Tabel 4.12 Neraca Panas Ultrafiltrasi	56
Tabel 4.13 Neraca Panas Reaktor	56
Tabel 4.14 Neraca Panas Mixer	56
Tabel 4.15 Neraca Panas Evaporator-01	57

Tabel 4.16 Neraca Panas Evaporator-02	57
Tabel 4.17 Neraca Panas Spray Dryer	57
Tabel 4.18 Neraca Panas Rotary Dryer	58
Tabel 4.19 Neraca Panas Cooler-01	58
Tabel 4.20 Neraca Panas Kondensor	58
Tabel 4.21 Kebutuhan Air Pendingin	66
Tabel 4.22 Kebutuhan Air <i>Steam</i>	66
Tabel 4.23 Daya Listrik Keseluruhan	69
Tabel 4.24 Spesifikasi Tangki Utilitas	75
Tabel 4.25 Spesifikasi Bak Utilitas	75
Tabel 4.26 Jadwal Kerja	89
Tabel 4.27 Gaji Karyawan	90
Tabel 4.28 Harga Indeks Tahun Perancangan	97
Tabel 4.29 <i>Physical Plant Cost</i>	104
Tabel 4.30 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	105
Tabel 4.31 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	105
Tabel 4.32 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	105
Tabel 4.33 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	105
Tabel 4.34 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	105
Tabel 4.35 <i>Total Manufacturing Cost (MC)</i>	106
Tabel 4.36 <i>Working Capital (WC)</i>	106
Tabel 4.37 <i>General Expenses</i>	106
Tabel 4.38 Total Biaya Produksi	106
Tabel 4.39 <i>Fixed Cost (Fa)</i>	106
Tabel 4.40 <i>Variable Cost (Va)</i>	107
Tabel 4.41 <i>Regulated Cost (Ra)</i>	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data Perkembangan Penderita Diabetes di Indonesia	5
Gambar 3.1 Sistem Refrigerasi	13
Gambar 4.1 Lokasi Pabrik	36
Gambar 4.2 <i>Lay Out</i> Pabrik Susu Diabetes Bubuk	38
Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses	42
Gambar 4.4 Struktur Organisasi	78
Gambar 4.5 Grafik Indeks Harga dan Tahun	93
Gambar 4.6 Grafik Analisis Ekonomi	105



ABSTRAK

Penderita diabetes di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Salah satu cara pencegahan diabetes dengan mengurangi konsumsi gula. Susu diabetes bubuk ini merupakan alternatif untuk seseorang yang menderita diabetes, karena susu ini memiliki kadar gula yang lebih rendah dari susu *fullcream*. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maka dirancang pabrik susu diabetes bubuk dengan kapasitas 24.000 ton/tahun dengan bahan baku susu sapi sebesar 171.963,59347 ton/tahun. Pabrik susu diabetes bubuk direncanakan didirikan pada tahun 2025 dengan bentuk perusahaan Persero Terbatas (PT) di daerah Kecamatan Kejayan, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Proses yang digunakan untuk pembuatan susu diabetes bubuk terbagi menjadi enam tahap proses. Tahap pertama yaitu tahap pasteurisasi susu, dimana susu di sterilkan dari bakteri dan kuman yang terkontaminasi pada susu. Tahap kedua yaitu pemisahan I susu dimana tahap ini bertujuan untuk memisahkan kadar lemak pada susu. Tahap ketiga yaitu pemisahan II lemak dan laktosa, dimana laktosa dalam susu dipisahkan yang bertujuan agar kadar laktosa berkurang. Tahap keempat, hidrolisa laktosa yang bertujuan menghidrolisis laktosa dengan enzim laktase di dalam reaktor. Tahap kelima adalah penguapan dimana kandungan air dalam susu diuapkan agar berkurang kadarnya. Tahap keenam adalah tahap pengeringan dengan *spray dryer* yang bertujuan untuk merubah zat susu yang awalnya berupa zat cair menjadi zat padat. Pabrik ini direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan persentase BEP (*break even point*) sebesar 44,36 %, SDP (*shut down point*) sebesar 27,98 %, ROI (*return on investment*) sebelum pajak sebesar 37,36 % sedangkan ROI sesudah pajak sebesar 18,68 %, POT (*pay out time*) sebelum pajak 2,2 tahun dan sesudah pajak 3,7 tahun. Dengan keuntungan sebelum pajak Rp 240.908.923.978, keuntungan setelah pajak Rp 120.454.461.989. DCFR (*discounted cash flow of return*) sebesar 10,89 %. Berdasarkan hasil perhitungan evaluasi ekonomi, perancangan pabrik susu diabetes bubuk ini dinyatakan layak untuk didirikan.

Kata kunci: diabetes, susu diabetes bubuk, rendah gula, laktosa, enzim laktase.

ABSTRACT

Diabetics in Indonesia are increasing from year to year. One way to prevent diabetes is to reduce sugar consumption. This powdered diabetic milk is an alternative for someone who has diabetes, because this milk has a lower sugar content than full cream milk. To meet domestic demand, a powdered diabetic milk factory was designed with a capacity of 24,000 tons / year with cow's milk as raw material around 171.963,59347 tons/years. The diabetes milk factory was founded in 2025 as a Limited Liability Company (PT) in the Kejayan District, Pasuruan Regency, East Java. The process used for the manufacture of powdered diabetic milk is divided into six stages. The first stage is the pasteurization stage of milk, where the milk is sterilized from bacteria and germs contaminated with milk. The second stage is the separation of milk where this stage aims to make the fat content in the milk. The third stage is the separation of fat and lactose II, where the lactose in milk aims to reduce the lactose level. The fourth stage is lactose hydrolysis, which aims to hydrolyze lactose with the lactase enzyme in the reactor. The fifth stage is evaporation where the water content in the milk is evaporated to reduce its levels. The sixth stage is the drying stage with a spray dryer which aims to convert the milk substance which was originally a substance into a solid substance. This plant is planned for 330 days / year with the proportion of BEP (break even point) of 44.36%, SDP (shut down point) of 27.98%, ROI (return on investment).) before tax is 37.36% while ROI after tax is 18.68%, POT (time to pay) before tax is 2.2 years and after tax is 3.7 years. With a profit before tax of Rp 240.908.923.978, the profit after tax is Rp 120.454.461.989. DCFR (discounted cash flow of return) of 10.89%. based on the results of economic calculations, the design of thid powder diabetes milk factory is feasible to be established.

Key words: diabetes, powdered diabetes milk, low sugar, lactose, lactase enzyme.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Susu merupakan salah satu hasil peternakan yang cukup banyak diproduksi di Indonesia, selain itu kandungan gizi yang dimiliki oleh susu juga cukup tinggi. Susu juga merupakan sumber kalsium, fosfor dan vitamin A yang sangat baik. Susu memiliki kandungan air yang sangat tinggi, yaitu sekitar 87,5%, kandungan gula susu (laktosa) sekitar 5%, protein sekitar 3,5% dan lemak sekitar 3-4% (Winarno, 1993).

Walaupun nilai gizi yang terkandung didalam susu sangat tinggi, namun tidak semua orang dapat menikmati susu tanpa masalah. Pada penderita diabetes, jumlah gula dan lemak yang dikonsumsi dibatasi setiap harinya.

Diabetes merupakan penyakit yang disebabkan oleh kadar gula (glukosa) darah yang tinggi akibat resistensi insulin. Penyebab kurangnya insulin ditandai dengan ketidakmampuan organ menggunakan insulin sehingga insulin tidak berfungsi secara optimal dalam mengatur metabolisme glukosa dan berakibatkan kadar glukosa darah meningkat. (Bustan, 2017).

Pada tahun 2015 Indonesia menempati peringkat ke 7 di dunia sebagai negara dengan jumlah penderita diabetes. Berdasarkan laporan

riskedas, penduduk Indonesia berusia ≥ 15 tahun yang menderita diabetes mencapai pada tahun 2007 mencapai 5,7%, tahun 2013 meningkat menjadi 6,9% dan pada tahun 2018 kembali meningkat menjadi 8,5%. *World Health Organization (WHO)* memprediksi pada tahun 2030 jumlah penderita diabetes di Indonesia akan meningkat hingga 21,2 juta jiwa dari jumlah sebelumnya yaitu 8,4 juta jiwa penderita pada tahun 2000.

Dalam bentuk upaya untuk pencegahan dan pengurangan resiko penyakit diabetes diperlukannya pemilihan pangan yang tepat dengan mengatur pola makan dan jumlah asupan kalori dalam tubuh. Salah satunya dengan mengganti konsumsi susu ke susu diabetes. Susu diabetes membantu menjaga kestabilan gula darah karena lemak dan kandungan gulanya yang rendah.

Susu diabetes bubuk adalah susu yang sudah dimodifikasi sehingga mempunyai kadar lemak dan laktosa yang rendah. Produk susu diabetes yang ada di Indonesia tersedia dalam bentuk cair maupun bubuk. Pada bentuk bubuk susu mengalami proses pengeringan semprot (*spray drying*).

1.1.2 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan faktor yang sangat penting dalam kelangsungan hidup suatu pabrik, semakin banyaknya jumlah penderita diabetes maka kebutuhan susu diabetes akan meningkat, dan kebutuhan akan susu sapi sebagai bahan baku pun turut meningkat. Menurut data yang diperoleh dari Direktorat Jenderal Peternakan dan

Kesehatan Hewan, yang diolah oleh pusdatin, produksi susu sapi di Indonesia selalu meningkat setiap tahunnya, terutama dipulau Jawa. Jawa Timur adalah daerah penghasil susu sapi terbesar dipulau Jawa, rata-rata susu yang diproduksi 5 tahun terakhir adalah 499.908 ton/tahun. Provinsi Jawa Timur memiliki potensi yang besar untuk mengembangkan industri pembuatan susu diabetes bubuk, karena ketersediaan bahan baku yang relatif banyak maka direncanakan akan didirikan di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.

1.2 Kapasitas Perancangan

1.2.1 Kebutuhan Produk di Indonesia

a. Supply

- Impor Susu Bubuk Lemak $\leq 1\%$

Tabel 1.1 Data Perkembangan Impor Susu Bubuk Lemak $\leq 1\%$

Tahun	Jumlah (Ton)
2013	51,057
2014	498,212
2015	456,918
2016	54,0108
2017	111,5327
2018	73,7089

Sumber : BPS

- Produksi Susu Sapi Perah

Tabel 1.2 Data Perkembangan Produksi Susu Sapi Perah

Tahun	Jumlah (Ton)
2014	800.751
2015	835.125
2016	912.735
2017	928.108
2018	951.004
2019	996.442

Sumber : Anonim, *Outlook Susu*.

b. Demand

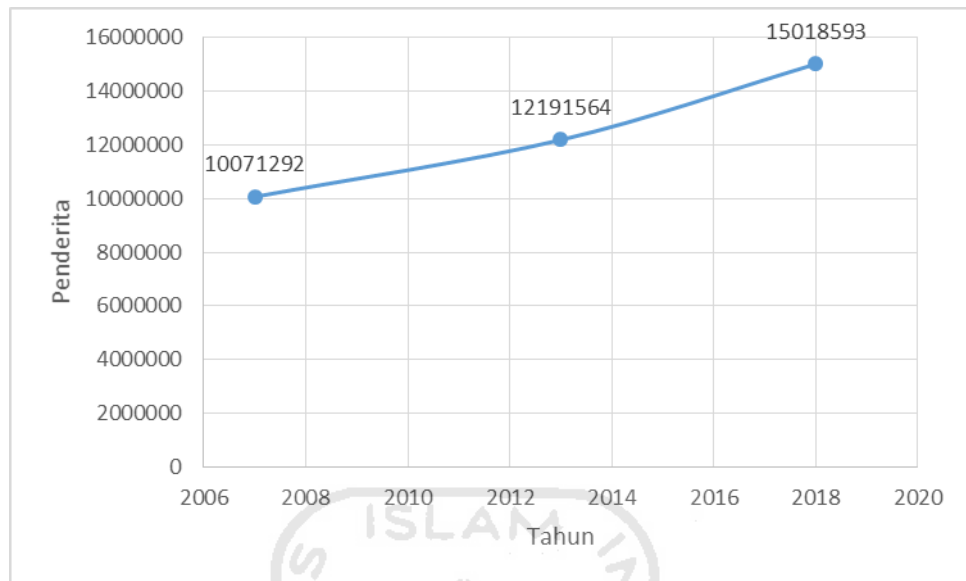
- Ekspor susu bubuk lemak $\leq 1\%$

Tabel 1.3 Data Perkembangan Ekspor Susu Bubuk Lemak $\leq 1\%$

Tahun	Jumlah (Ton)
2014	2,507
2015	0,906
2016	0,825
2017	3,237
2018	5,642
2019	3,018

Sumber : BPS

- Penderita Diabetes



Grafik 1.1 Data Perkembangan Penderita Diabetes di Indonesia

Tabel 1.4 Data Penderita Diabetes di Indonesia

Tahun	Jumlah (Orang)
2007	10.071.292
2013	12.191.564
2018	15.018.593

Sumber: Riskesdas 2007, 2013, 2018, Kementerian Kesehatan

Kapasitas pabrik susu diabetes bubuk yang akan didirikan pada tahun 2025 sebesar 24.000 ton/tahun ditinjau dari beberapa pertimbangan:

1. Menggunakan kapasitas pabrik yang sudah ada di Indonesia karena tidak ada data fix untuk susu diabetes bubuk.
2. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), tingkat konsumsi susu masyarakat Indonesia tahun 2019 masih berkisar 16,23 kg/kapita/tahun.
3. Asupan makanan dan minuman yang bergizi tinggi sangat diperlukan untuk memperkuat daya tahan tubuh, salah satunya dengan mengkonsumsi susu.

4. Penderita diabetes memerlukan protein dan kalsium yang dimiliki oleh susu, protein ini berfungsi untuk menstabilkan gula darah dan kalsium berfungsi untuk menjaga kepadatan tulang dan fungsi saraf.
5. Kebutuhan susu diabetes bubuk yang dikonsumsi tiap hari sebanyak 60 gram/hari, menurut WHO diperkirakan pada tahun 2030 jumlah penderita diabetes di Indonesia sebesar 21,2 juta jiwa, sehingga kebutuhan susu diabetes bubuk pertahunnya kurang lebih 421.000 ton/tahun, yang masih bisa dipertimbangkan didirikannya pabrik susu diabetes bubuk dengan kapasitas 24.000 ton/tahun.

1.2.2 Kapasitas Komersial

Penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan ini dipengaruhi oleh kapasitas pabrik sejenis yang sudah beroperasi. Perusahaan yang menghasilkan susu diabetes bubuk di Indonesia seperti PT Kalbe Farma dengan nama produk Diabetasol dengan kapasitas 24.000 ton/tahun.

1.3 Tinjauan pustaka

1.3.1 Proses Yang Dilakukan Untuk Membuat Susu Diabetes Bubuk

Pembuatan susu diabetes bubuk dilakukan dalam enam tahap, adapun tahapan tersebut adalah :

- Tahap Pasteurisasi Susu Sapi

Proses ini bertujuan untuk mensterilkan susu, dimana berfungsi membunuh bakteri dan kuman penyebab penyakit yang terkontaminasi pada susu sapi tersebut.

- Tahap Pemisahan I Susu Sapi

Susu sapi yang telah melalui proses pasteurisasi masuk kedalam *centrifuge* yang bertujuan untuk memisahkan susu dari lemaknya.

- Tahap Pemisahan II Susu Bebas Lemak

Pada proses ini, dilakukan pemisahan susu bebas lemak dan laktosa dengan ultrafiltrasi.

- Tahap Hidrolisa Laktosa

Pada tahap ini susu yang telah melalui proses ultrafiltrasi serta enzim laktase dan air dialirkan kedalam reaktor batch. Proses ini bertujuan untuk menghidrolisa laktosa susu yang masih terkandung.

- Tahap Penguapan

Dilakukan proses penguapan atau evaporasi untuk memisahkan air dengan susu.

- Pengeringan dengan *Spray Dryer*

Proses ini bertujuan untuk mengubah zat susu yang diperoleh dari proses sebelumnya yang berupa zat cair diubah menjadi zat padat dengan bantuan udara panas yang ada pada alat *spray dryer*, sehingga didapatkan hasil berupa bubuk pada keluaran *spray dryer*.

1.4 Pemilihan Proses Produksi

Sampai saat ini telah dikenal berbagai macam proses pembuatan Susu, diantaranya ada dua metode yang sudah dikembangkan dalam memproduksi susu yaitu:

1. Membran
2. Hidrolisis

1.4.1 Membran

Pemisahan membran merupakan proses pemisahan berdasarkan retentat jenis dan kandungan umpan membran yang ingin dipisahkan. Retentat dan jenis pemisahan akan menentukan karakterisasi membran yang akan digunakan. Teknologi membran menggunakan lapisan semipermeable dengan ukuran mikro hingga nano dalam menghasilkan permeat, hasil penyaringan dengan konsentrasi yang lebih tinggi pada membran yang dikehendaki.

Proses membran biasanya memisahkan cairan dengan komposisi berbeda. Pemisahan pada membran didasarkan pada selektivitas dan permeabilitas membran terhadap karakteristik umpan yang dipisahkan. Jenis penerapan membrane yang digunakan pada industri susu didasarkan pada prinsip gaya dorong tekan. Prinsip ini menggunakan tekanan hidrostatik untuk mendorong cairan umpan agar dapat menembus lapisan membran.

Penerapan pada prinsip gaya dorong tekan dibagi menjadi lima yaitu ultrafiltrasi (UF), nanofiltrasi (NF), reverse osmosis (RO), mikrofiltrasi (MF), dan diafiltrasi (DF). Ultrafiltrasi menggunakan membran dengan berat molekul 1-200 kDa dan ukuran pori 0,01 μ m dengan tekanan <1000 kPa. Pada pengaplikasiannya, ultrafiltrasi menghasilkan retentat berisi protein, lemak, dan mineral koloid. Permeat mengandung air, mineral

terlarut, non-protein nitrogen, dan vitamin terlarut. Nanofiltrasi memisahkan partikel dengan berat molekul pada rentang 300-1000 Da. Nanofiltrasi dapat memisahkan ion dengan tekanan yang lebih rendah dari RO. NF dipengaruhi oleh perpindahan massa, difusi melalui pori-pori membran, dan kemampuan membrane dalam menahan zat seperti laktosa. Membran RO terkarakteristik oleh berat molekul 100 kDa dan proses dengan tekanan 5-10 kali ultrafiltrasi. Pengaplikasian RO ini untuk mengkonsentrasikan susu dan protein whey serta memisahkan mineral-mineral ion. Mikrofiltrasi menggunakan membrane dengan pori 0,2-2 μm dan secara selektif dapat memisahkan partikel dengan berat molekul > 200 kDa. Mikrofiltrasi menggunakan tekanan yang lebih rendah dan fluks lebih besar dibanding ultrafiltrasi, mikrofiltrasi ini digunakan pada pemisahan bakteri. Diafiltrasi untuk meningkatkan persen perolehan kembali larutan hasil ultrafiltrasi atau mikrofiltrasi. Prosesnya terdiri dari pelarutan konsentrat, biasanya menggunakan air dan melanjutkan proses pemisahan hingga tingkat pemisahan yang diinginkan tercapai.

Penerapan membran di industri pengolahan susu cukup lama diaplikasikan mulai dari proses sederhana hingga berkembang pada proses modern. Penerapan ini didasarkan pada permasalahan yang sering dihadapi industri pengolahan susu seperti cepatnya pembusukan, kandungan protein whey yang sedikit, rendahnya kemurnian susu, efisiensi dan efektivitas proses yang kurang ekonomis, dan lainnya.

1.4.2 Hidrolisis Laktosa

Enzim yang mempunyai peranan penting dalam menghidrolisa laktosa menjadi glukosa dan galaktosa adalah β -galaktosidase atau yang sering dikenal sebagai laktase, enzim ini digunakan untuk produksi susu rendah/bebas laktosa.

Proses hidrolisis laktosa dalam produksi susu rendah laktosa penting karena laktosa susu dihidrolisis menjadi glukosa dan galaktosa yang lebih mudah diserap oleh usus manusia untuk konsumsi penderita intoleransi laktosa. Persentase laktosa terhidrolisis pada susu pasteurisasi oleh β -galaktosidase dengan waktu hidrolisis 3 jam.

Penerapan hidrolisis laktosa di industri pengolahan susu cukup banyak diaplikasikan karena tetap menjaga gizi susu, ramah untuk penderita intoleransi laktosa, proses yang ekonomis, dan lainnya.

Tabel 1.5 Uraian Metode Membran dan Metode Hidrolisis Laktosa

No	Uraian	Metode Membran	Metode Hidrolisis Laktosa
1.	Kondisi Operasi		
	Tekanan	< 1 atm	1 atm
2.	Proses		
	Konversi		90 %
	Daya Korosi	Tinggi	Rendah
3.	Aspek Ekonomi		
	Biaya Peralatan	Mahal	Murah

Energi

Besar

Kecil

Dari ke dua macam proses diatas, proses yang digunakan dalam pembuatan susu diabetes bubuk yaitu Hidrolisis Laktosa. Dikarenakan hidrolisis laktosa dengan enzim laktase lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan metode membran.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Spesifikasi produk susu diabetes bubuk ditunjukkan pada Tabel 2.1,

Tabel 2.1 Komposisi Gizi Susu Diabetes Bubuk

Komponen	Susu Diabetes Bubuk
Air (g)	3,5
Energi (Kal)	359
Protein (g)	35,6
Lemak (g)	1,0
Karbohidrat (g)	52,0
Serat (g)	0,0
Abu (ASH) (g)	7,9
Kalsium (mg)	1,300
Fosfor (mg)	1,030
Besi (mg)	0,6
Natrium (mg)	470
Kalium (mg)	1,745
Tembaga (mg)	0,04
Seng (mg)	4,1
Beta-Karoten (mcg)	10
Thiamin (Vit. B1) (mg)	0,35
Riboflavin (Vit. B2) (mg)	1,05
Niasin (mg)	1,2
Vitamin C (mg)	7

Sumber: Panganku, Depkes RI

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

Spesifikasi bahan baku susu sapi segar ditunjukkan pada Tabel 2.2,

Tabel 2.2 Komposisi Gizi Susu Sapi Segar

Komponen	Susu Sapi Segar
Air (g)	88,3
Energi (Kal)	61
Protein (g)	3,2
Lemak (g)	3,5
Karbohidrat (g)	4,3
Serat (g)	0,0
Abu (ASH) (g)	0,7
Kalsium (mg)	143
Fosfor (mg)	60
Besi (mg)	1,7
Natrium (mg)	36
Kalium (mg)	149
Tembaga (mg)	0,02
Seng (mg)	0,3
Retinol (Vit.A) (mcg)	39
Beta-Karoten (mcg)	12
Thiamin (Vit. B1) (mg)	0,03
Riboflavin (Vit. B2) (mg)	0,18
Niasin (mg)	0,2
Vitamin C (mg)	1

Sumber: Panganku, Depkes RI

2.3 Spesifikasi Bahan Pendamping

Enzim Laktase

- Rumus molekul : β -galaktosidase
- Berat molekul : 465,4 g/mol
- Wujud : cair
- pH optimum : 6,5
- Suhu optimum : 50°C
- Kelarutan : Larut dalam air

- Diperoleh dari : Maxilact, Belanda

(Sumber: Sulistiani, 2015)

2.4 Pengendali Kualitas

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku ini bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan baku yang digunakan apakah sudah sesuai atau tidak dengan spesifikasi yang telah ditentukan untuk unit proses. Sebelum memasuki proses produksi maka dilakukan pengujian kualitas bahan baku dan pendukung lainnya terlebih dahulu karena penggunaan bahan baku merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi proses produksi dan akan mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan.

2.4.2 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas pada produk diperlukan untuk memperoleh mutu standar. Upaya yang diperlukan untuk mendapatkan produk yang berkualitas yaitu dengan cara menjaga mutu bahan baku, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapat produk yang kualitasnya sesuai dengan mutu standar, serta jumlah produksi dan waktu yang tepat sesuai rencana. Sebelum produk dipasarkan harus dianalisa terlebih dahulu kualitasnya.

2.4.3 Pengendalian Proses Produksi

Pengendalian proses produksi bertujuan untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan. Pengendalian dilakukan pada setiap tahapan

proses mulai dari bahan baku hingga menjadi produk. Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan sistem kontrol.

2.4.3.1 Alat Sistem Kontrol

- a. Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, *termocouple* untuk sensor suhu.
- b. *Controller* dan indikator, meliputi level indikator dan *control*, *temperature indicator control*, *pressure control*, dan *flow control*.
- c. *Actuator* digunakan untuk manipulate agar variabelnya sama dengan variabel *controller*. Alat yang digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve*.

2.4.3.2 Aliran Sistem Kontrol

- a. Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
- b. Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.
- c. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

BAB III

PROSES PRODUKSI

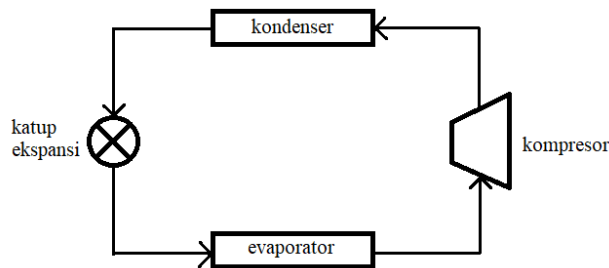
3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan susu diabetes bubuk dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

- a. Persiapan Bahan Baku
- b. Pembentukan Produk
- c. Pemurnian Produk

3.1.1 Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan yaitu susu sapi yang di *supply* dari peternak daerah Jawa Timur. Susu sapi ini disimpan dalam tangki penyimpanan (T-01) pada tekanan 1 atm dan suhu 4°C untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme, pada T-01 dilengkapi dengan sistem refrigerasi untuk menjaga suhu di dalam T-01 tersebut. Susu sapi dipompa dengan pompa (P-01) dan dialirkan ke dalam *heater* (H-01) untuk dinaikkan suhunya menjadi 61°C sebelum dimasukkan ke dalam Tangki Pasteurisasi (T-02). Susu di pasteurisasi agar kandungan bakteri dalam susu tersebut mati, di dalam tangki pasteurisasi dilengkapi dengan jaket pemanas untuk menjaga suhunya agar tetap 61°C, alasan memilih jaket pemanas sebagai media pemanas karena luas permukaan transfer panas yang lebih besar dari luas tangkinya.



Gambar 3.1 Sistem Refrigerasi

Sistem refrigerasi terdiri dari evaporator yang berfungsi seperti jaket pendingin yang mengelilingi tangki, refrigerant didalamnya bertekanan 1 atm dan bersuhu -25°C untuk menjaga suhu susu di dalam tangki. Refrigerant dari evaporator yang masuk ke dalam kompresor bersuhu 5°C dan berfase gas, di dalam kompresor dinaikkan tekanannya menjadi 3 atm, keluaran dari kompresor berfase gas masuk ke dalam kondensor untuk diturunkan suhunya dari 5°C menjadi -25°C dengan melepas kalor dan merubah fase dari gas menjadi cair, refrigerant keluaran dari kondensor masuk ke dalam katup ekspansi untuk diturunkan tekanannya menjadi 1 atm, kemudian cairan refrigeran masuk lagi ke dalam evaporator.

3.1.2 Pembentukan Produk

Pada tahap ini susu yang sudah di pasteurisasi dialirkan ke *Centrifuge* (CF-01) menggunakan pompa (P-02) untuk dipisahkan kandungan lemaknya sehingga susu yang dialirkan pada tahap selanjutnya sudah menjadi susu rendah lemak, susu tersebut lalu

dipompa dengan pompa (P-03) dan dialirkan ke dalam *cooler* (C-01) untuk diturunkan suhunya menjadi 37°C sebelum dimasukkan ke dalam Ultrafiltrasi (UF-01) untuk dipisahkan kandungan laktosanya.

Susu yang sudah bebas laktosanya kemudian dipompa dengan pompa (P-04) untuk dialirkan ke Reaktor (R-01), di dalam reaktor terjadi reaksi pemecahan laktosa menjadi galaktosa dan glukosa dengan menggunakan enzim *lactase*, di dalam reaktor dilengkapi dengan jaket pemanas untuk menjaga suhunya agar tetap 37°C, alasan memilih jaket pemanas sebagai media pemanas karena luas permukaan transfer panas yang lebih besar dari luas reaktornya. Susu keluaran dari reaktor kemudian dialirkan kembali menuju Mixer (M-01) untuk pencampuran susu dengan vitamin dan mineral. Pencampuran vitamin dan mineral dilakukan didalam mixer agar vitamin dan mineral terlarut sempurna karena vitamin dan mineral berbentuk padatan. Setelah susu tercampur dengan vitamin dan mineral, susu dialirkan menuju evaporator untuk dihilangkan kandungan air dalam susu tersebut agar tekstur susu berubah menjadi susu pasta. Susu pasta kemudian dipompakan menuju *spray dryer*.

3.1.3 Pemurnian Produk

Tahapan pemurnian produk bertujuan untuk memisahkan susu bubuk di dalam *spray dryer*. Kristalisasi tidak dipilih karena produk yang diinginkan berbentuk bubuk dengan ukuran 0,2 mm bukan

berbentuk kristal, sehingga dipilih *spray dryer* untuk proses merubah susu pasta menjadi susu bubuk. Produk keluaran evaporator diumpankan ke dalam *spray dryer* untuk menurunkan lagi kandungan air yang ada pada susu pasta menggunakan udara panas. *Spray dryer* yang dipilih merupakan *spray dryer* dengan jenis aliran *co-current* karena panas yang dihasilkan besar sehingga waktu yang diperlukan hanya beberapa detik dan *spray dryer* jenis ini lebih cocok untuk bahan yang peka terhadap panas. Produk susu bubuk masuk ke dalam *rotary cooler* untuk diturunkan suhunya menjadi 30°C menggunakan air pendingin.

Uap air yang keluar dari *spray dryer* bersama udara panas diumpankan ke dalam *cyclone* untuk dipisahkan antara uap air dengan susu bubuk yang masih terbawa dengan udara panas. Susu bubuk yang dipisahkan di dalam *cyclone* kemudian diumpankan ke dalam *rotary cooler* untuk diturunkan suhunya menggunakan air pendingin bersama dengan hasil umpan dari *spray dryer*. Produk yang sudah didinginkan kemudian dialirkan menuju tangki penyimpanan produk.

3.2 Spesifikasi Alat proses

1. Centrifuge (CF-01)

Fungsi	: Memisahkan kandungan lemak dari susu sapi.
Jenis	: <i>Disk Bowl Centrifuge</i>
Effisiensi	: 96% (A. Cambiella, 2006)

Bahan Kontruksi	: <i>Stainless Steel SA-316</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi Operasi	: Temperature 61°C, Tekanan 1 atm
Diameter	: 0,60960 m
N	: 4000 rpm
Panjang Bowl	: 6,096 m
Gaya Centrifuge	: 560911,65978 kg.m/s ²
Harga	:\$ 28.922

2. Ultrafiltrasi (UF-01)

Fungsi	: Memisahkan laktosa dari susu
Effisiensi	: 93% (Wen-qiong Wang, 2018)
Jumlah	: 1 unit
Kondisi Operasi	: Temperature 37°C, Tekanan 3 atm
Bahan	: <i>Polysulfone</i>
<i>Pore size</i>	: 0,01 µm
A	: 757,35088 m ²
Harga	: \$ 111.072

3. Reaktor (R-01 dan R-02)

Fungsi	: Sebagai tempat untuk menghidrolisis laktosa susu menjadi glukosa dan galaktosa dengan bantuan enzim laktase.
--------	--

Jenis	: Reaktor <i>Batch</i>
Jumlah	: 2 unit
Bahan Kontruksi	: <i>Stainless Steel</i> SA-316
Tekanan Desain	: 19,97539 Psi
Volume Reaktor	: 38930,22904 Liter

Dimensi Reaktor

ID	: 2,35743 m
Tinggi	: 3,23435 m
Tebal <i>shell</i>	: 5/16 in
Jenis <i>head</i>	: <i>Torispherical dished head</i>
Tebal <i>head</i>	: 3/8 in

Pengaduk

Jenis	: <i>six blade turbine</i>
Diameter <i>impeller</i>	: 1,6256 m
Jumlah <i>baffle</i>	: 4 buah
Lebar <i>baffle</i>	: 0,27635 m
Kecepatan putar	: 45,196 rpm
Daya motor	: 25 Hp

Jaket Pemanas

Luas perpindahan panas	: 59,45 ft ²
Tinggi jaket	: 4,20914 m
Tebal jaket	: 3/8 in
Harga	: \$ 2.074.476

4. Mixer (M-01)

Fungsi	: Untuk mencampur vitamin dan mineral dengan susu
Bentuk	: Silinder Tegak
Jumlah	: 1 unit
Kondisi Operasi	: Temperatur 37°C, Tekanan 1 atm
Bahan Kontruksi	: <i>Stainless Steel</i> SA-316
Waktu Tinggal	: 30 menit
Dimensi Mixer	
Diameter	: 2,92075 m
Tinggi Mixer	: 3,63511 m
Tebal shell	: ¼ in
Tebal <i>head</i>	: 5/16 in
Pengaduk Mixer	
Jenis	: <i>six blade turbine</i>
Jumlah <i>baffle</i>	: 4 buah
Diameter Pengaduk	: 0,97358 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,16551 m
Kecepatan putar	: 66,90160 rpm
Power Pengaduk	: 7,5 Hp
Harga	: \$ 759.388

5. *Spray Dryer (SD-01)*

Fungsi	: Menguapkan air dari susu dengan menggunakan udara panas sehingga susu berbentuk butiran
Jenis	: <i>Spray Dryer Tower</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan Kontruksi	: <i>Stainless Steel SA-316</i>
Diameter	: 1,20114 m
Tinggi	: 4,80458 m
Volume Tower	: 5,44145 m ³
Ukuran Partikel	: 200 μ m
Harga	: \$ 66.621

6. *Cyclone (CY-01)*

Fungsi	: Memisahkan susu diabetes yang terbawa keluar dari <i>Spray Dryer</i>
Jenis	: <i>cyclone separator</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan Kontruksi	: <i>Stainless Steel SA-316</i>
Kondisi Operasi	: Temperatur 90°C, Tekanan 1 atm
Laju Alir Massa	: 662,66155 m ³ /jam
Diameter <i>Cyclone</i>	: 0,11027 m
Lebar <i>Inlet Dust</i>	: 0,02757 m

Tinggi <i>Cyclone</i>	: 0,44107 m
Tinggi <i>Inlet</i>	: 0,02757 m
Harga	: \$ 6.865

7. *Rotary Cooler (RC-01)*

Fungsi	: Mendinginkan susu dari <i>Spray Dryer</i> dan <i>Cyclone</i>
--------	---

Jenis	: <i>Rotary Cooler</i>
-------	------------------------

Jumlah	: 1 unit
--------	----------

Bahan Kontruksi	: <i>Stainless Steel SA-316</i>
-----------------	---------------------------------

Diameter alat	: 0,26942 m
---------------	-------------

Panjang alat	: 2,39233 m
--------------	-------------

Waktu Tinggal	: 7 menit
---------------	-----------

Putaran alat	: 30,62430 rpm
--------------	----------------

Power alat	: 30 Hp
------------	---------

Harga	: \$ 108.034
-------	--------------

8. *Cooler-01 (C-01)*

Fungsi	: Mendinginkan susu dari Centrifuge menuju Ultrafiltrasi
--------	---

Jenis	: <i>Shell and Tube</i>
-------	-------------------------

Jumlah	: 1 unit
--------	----------

Bahan Kontruksi	: <i>Stainless Steel SA-316</i>
-----------------	---------------------------------

Tube

OD	: ¾ in
BWG	: 16
<i>Length</i>	: 20 ft
Jumlah <i>tube</i>	: 308
<i>Pitch</i>	: 1 in <i>square pitch</i>
Passes	: 4
ΔP <i>tube</i>	: 3,43537 psi

Shell

ID	: 23 ¼ in
ΔP <i>Shell</i>	: 0,00101 psi
Harga	: \$ 172.854

9. Blower (BL-01)

Fungsi	: memompakan udara ke <i>spray dryer</i>
Jenis	: sentrifugal blower
Jumlah	: 1 unit
Bahan Kontruksi	: <i>low alloy steel SA-301 grade A</i>
Kondisi Operasi	: Temperatur 60°C, tekanan 1 atm
Power	: 1/12 Hp
Harga	: \$ 225,07

10. Bag Filter

Fungsi	: Menyaring kotoran ada udara yang diumpankan ke <i>rotary dryer</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan Kontruksi	: <i>Stainless Steel SA-316</i>
Kondisi Operasi	: Temperatur 30°C, tekanan 1 atm
A	: 0,00736 m ²
Diameter	: 0,09685 m
Harga	: \$ 3.266

11. Fan Cooler

Fungsi	: memompakan udara didalam <i>screw conveyor</i> untuk mendinginkan susu sebelum masuk ke mixer
Jenis	: <i>axial flow fan</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan Kontruksi	: <i>low alloy steel SA-301 grade A</i>
Power	: 3 Hp
Harga	: \$ 6,077

12. Kondensor (CD-01)

Fungsi	: untuk mengubah fasa refrigeran dari uap ke air dengan jalan membuang panas refrigeran hasil penyerapan panas di
--------	---

evaporator dan proses kompresi di
kompresor ke media pendingin

Jenis : *Shell and Tube*
Jumlah : 1 unit
Bahan Kontruksi : *Stainless Steel SA-316*

Tube

OD : $\frac{3}{4}$ in
BWG : 10
Length : 12 ft
Jumlah *tube* : 106
Pitch : 1 in *tringular pitch*
 ΔP *tube* : 6,41026 psi

Shell

ID : $13 \frac{1}{4}$ in
 ΔP *Shell* : 0,06893 psi
Harga : \$ 85.527

13. Kompresor (G-01)

Fungsi : untuk menghisap uap refrigeran dan
mengkonversinya serta menaikkan tekanan
dan temperatur refrigeran
Jumlah : 1 unit
Laju alir volumetrik : 14.567,40541 m³/jam

OD	: 8,625 in
ID	: 7,981 in
Power	: 60 Hp
Harga	: \$ 58.968

14. Evaporator (EV-03)

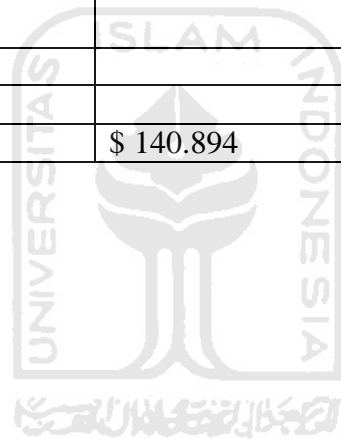
Fungsi	: Menguapkan refrigeran dari cair menjadi gas
Jenis	: <i>bare tube</i>
Panjang pipa	: 12 m
Diamete pipa	: 0,025 in
Ketebalan pipa refrigeran	: 0,1875 in
Gr	: 127.607,5847 kg/m ² s
Ur	: 19,89820 W/ m ² K
Harga	: \$ 12.716

15. Tangki

Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki

Tangki	Tangki Penyimpanan Susu	Tangki Pasteurisasi	Tangki Lemak	Tangki Laktosa	Tangki Penyimpanan Enzim Laktase
Kode	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05
Fungsi	Sebagai tempat untuk menyimpan bahan baku berupa susu sapi yang akan digunakan untuk proses produksi	Untuk mensterilkan susu	Menyimpan lemak dari Centrifuge	Menyimpan laktosa dari Ultrafiltrasi	Menyimpan enzim laktase
Bentuk	Silinder tegak dengan dasar rata (<i>flat bottom</i>) dan atap conical	Silinder tegak dengan dasar rata (<i>flat bottom</i>) dan atap conical	Silinder tegak dengan dasar rata (<i>flat bottom</i>) dan atap conical	Silinder tegak dengan dasar rata (<i>flat bottom</i>) dan atap conical	Silinder tegak dengan dasar rata (<i>flat bottom</i>) dan atap conical
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SA-316</i>	<i>Stainless Steel SA-316</i>	<i>Stainless Steel SA-316</i>	<i>Stainless Steel SA-316</i>	<i>Stainless Steel SA-316</i>
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Kondisi Operasi	Temperatur 4°C, Tekanan 1 atm	Temperatur 61°C, Tekanan 1 atm	Temperatur 25°C, Tekanan 1 atm	Temperatur 25°C, Tekanan 1 atm	Temperatur 22,5°C, Tekanan 1 atm
Kapasitas Tangki	2,084.407 kg	21,713 kg	11,408 kg	156,920 kg	50,33323 kg
Waktu Tinggal	4 hari	30 menit	7 hari	7 hari	60 hari
Volume Tangki	2,119 m ³	0,05210 m ³	170 m ³	94 m ³	0,05808 m ³

Diameter Tangki	18 m	3,048 m	7,62 m	7,62 m	3,048 m
Tinggi Tangki	8 m	1,524 m	5,49 m	3,35 m	0,9144 m
Tebal Shell	0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in
Tebal Head	0,00476 m	0,00476 m	0,1875 m	0,1875 m	0,1875 m
Tinggi Total Tangki	12 m	2,0787 m	7 m	5 m	1,46909 m
Jaket		Pemanas			
Luas Perpindahan Panas		213,98 ft ²			
Tinggi Jaket		0,82263 m			
Tebal Jaket		0,25 in			
Harga	\$ 191.085	\$ 11.141	\$ 140.894	\$ 131.103	\$ 10.353



16. Evaporator

Tabel 3.2 Spesifikasi Evaporator

Evaporator	Evaporator-01	Evaporator-02
Kode	EV-01	EV-02
Fungsi	Menguapkan kadar air dalam susu diabetes	Menguapkan kadar air dalam susu diabetes yang masih terbawa dari evaporator-01
Jenis	<i>Falling Film (Long Tube Vertical Evaporator)</i>	<i>Falling Film (Long Tube Vertical Evaporator)</i>
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SA-316</i>	<i>Stainless Steel SA-316</i>
Jumlah	1 unit	1 unit
Fluida Shell	Steam	Steam
Fluida Tube	Susu	Susu
OD tube	$\frac{3}{4}$ in	$\frac{3}{4}$ in
ID tube	0,652 in	0,652 in
Length	24 ft	24 ft
Passes	2	2
Jumlah tube	604 buah	262 buah
Pitch	1 in <i>triangular pitch</i>	1 in <i>triangular pitch</i>
Volume	7,49546 ft ³	2, 65933 ft ³
Tinggi	2,17674 m	1,57372 m
Flow area tube	0,70047 ft ²	0,30385 ft ²
ΔP Tube	0,01575 psi	0,00812 psi
Flow area shell	1,46007 ft ²	0,64333 ft ²
ΔP Shell	0,69876 psi	0,29060 psi
Uc	316,81175 Btu/jam ft ² F	1500 Btu/jam ft ² F
Ud	237,99191 Btu/jam ft ² F	230,60711 Btu/jam ft ² F
Rd	0,00105	0,00367
Tebal Shell	3/16 in	3/16 in
Tebal Head	3/16 in	3/16 in
Harga	\$ 310.260	\$ 195.024

17. Heater

Tabel 3.3 Spesifikasi Heater

<i>Heater</i>	<i>Heater-01</i>	<i>Heater-02</i>
Kode	HE-01	HE-02
Fungsi	Memanaskan susu sebelum masuk tangki pasteurisasi	Memanaskan udara dari <i>rotary cooler</i> untuk masuk sebagai udara panas di <i>spray dryer</i>
Jenis	<i>Shell and Tube</i>	<i>Double pipe</i>
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SA-316</i>	<i>Stainless Steel SA-316</i>
Jumlah	1 unit	1 unit
OD tube	¾ in	
BWG	18	
Length	20 ft	
Jumlah tube	1176	
Pitch	1 in triangular pitch	
Passes tube	2	
Passes shell	1	
ΔP tube	0,09912 psi	
ID Shell	39 in	
ΔP Shell	5,12574 psi	
Jumlah hairpin		18 buah
Hairpin length		12 ft
IPS inner pipe		1
ΔP ineer pipe		0,00017 psi
IPS annulus		1,5
ΔP annulus		0,71784 psi
Ud	217,66822 Btu/jam ft ² F	18,86932 Btu/jam ft ² F
Uc	893,94 Btu/jam ft ² F	184,12267 Btu/jam ft ² F
Rd	0,002	0,0476
Harga	\$353.924	\$ 9.565

18. *Expansion Valve*

Tabel 3.4 Spesifikasi *Expansion Valve*

<i>Expansion Valve</i>	<i>Expansion Valve-01</i>	<i>Expansion Valve-02</i>	<i>Expansion Valve-03</i>
Kode	V-01	V-02	V-03
Fungsi	Menurunkan tekanan keluaran dari Ultrafiltrasi	Menurunkan tekanan keluaran dari Ultrafiltrasi	Menurunkan tekanan keluaran dari

	menuju Tangki Penyimpanan Laktosa dari 3 atm menjadi 1 atm	menuju Reaktor dari 3 atm menjadi 1 atm	kondensor menuju evaporator-03 dari 3 atm menjadi 1 atm
Jenis	<i>Globe valve half open</i>	<i>Globe valve half open</i>	<i>Globe valve half open</i>
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SA-316</i>	<i>Stainless Steel SA-316</i>	<i>Stainless Steel SA-316</i>
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit
Tekanan Masuk	3 atm	3 atm	3 atm
Tekanan Keluar	1 atm	1 atm	1 atm
ID	1,049 in	4,026 in	23,25 in
OD	1,32 in	4,5 in	24 in
A	0,864in ²	12,7 in ²	425 in ²
Harga	\$ 76,85	\$ 76,85	\$ 76,85

19. Screw Conveyor

Tabel 3.5 Spesifikasi *Screw Conveyor*

<i>Screw Conveyor</i>	<i>Screw Conveyor-01</i>	<i>Screw Conveyor-02</i>	<i>Screw Conveyor-03</i>
Kode	SC-01	SC-02	SC-03
Fungsi	Mengangkut komponen dari silo vitamin menuju mixer	Mengangkut komponen dari silo mineral menuju mixer	Mengangkut produk hasil dari <i>rotary dryer</i> menuju silo penyimpanan susu diabetes bubuk
Jenis	<i>Horizontal Screw Conveyor</i>	<i>Horizontal Screw Conveyor</i>	<i>Horizontal Screw Conveyor</i>
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SA-316</i>	<i>Stainless Steel SA-316</i>	<i>Stainless Steel SA-316</i>
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit
Diameter <i>screw</i>	9 in	9 in	20 in
Panjang <i>screw</i>	23 ft	23 ft	25 ft
Kecepatan	1 rpm	1 rpm	1 rpm
Power	7,5 Hp	5 Hp	100 Hp
Harga	\$ 5.289	\$ 5.514	\$ 12.154



20. Silo

Tabel 3.6 Spesifikasi Silo

Silo	Silo Penyimpanan Thiamin Vit B1	Silo Penyimpanan Niasin	Silo Penyimpanan Riboflavin Vit B2	Silo Penyimpanan Vitamin C	Silo Penyimpanan Abu
Kode	SL-01	SL-02	SL-03	SL-04	SL-05
Fungsi	Menyimpan thiamin (Vit. B1) sebelum dialirkan ke <i>screw conveyor</i>	Menyimpan niasin sebelum dialirkan ke <i>screw conveyor</i>	Menyimpan Riboflavin (Vit B2) sebelum dialirkan ke <i>screw conveyor</i>	Menyimpan Vitamin C sebelum dialirkan ke <i>screw conveyor</i>	Menyimpan Abu sebelum dialirkan ke <i>screw conveyor</i>
Bentuk	Silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk <i>cone 60°</i>	Silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk <i>cone 60°</i>	Silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk <i>cone 60°</i>	Silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk <i>cone 60°</i>	Silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk <i>cone 60°</i>
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel austentic 18</i>	<i>Stainless Steel austentic 18</i>	<i>Stainless Steel austentic 18</i>	<i>Stainless Steel austentic 18</i>	<i>Stainless Steel austentic 18</i>
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Kondisi Operasi	Temperatur 25°C, Tekanan 1 atm	Temperatur 25°C, Tekanan 1 atm	Temperatur 25°C, Tekanan 1 atm	Temperatur 25°C, Tekanan 1 atm	Temperatur 25°C, Tekanan 1 atm
Waktu Penyimpanan	7 hari	7 hari	7 hari	7 hari	7 hari
Diameter	2,86854 m	0,36222 m	0.14688 m	0.08293 m	1.92168 m
Tebal Shell	0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in
Lebar Silo	2,87326 m	0,36698 m	0.15163 m	0.08769 m	1.92642 m
Tebal Head	0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in
Tinggi Silo	6,79709 m	1,06095 m	0.56809 m	0.42174 m	4.63005 m
Harga	\$ 59.531	\$ 1.013	\$ 225,07	\$ 112,54	\$ 27.233

Silo	Silo Penyimpanan Natrium	Silo Penyimpanan Tembaga	Silo Penyimpanan Seng	Silo Penyimpanan Produk Susu Diabetes
Kode	SL-06	SL-07	SL-08	SL-09
Fungsi	Menyimpan Natrium sebelum dialirkan ke <i>screw conveyor</i>	Menyimpan Tembaga sebelum dialirkan ke <i>screw conveyor</i>	Menyimpan Seng sebelum dialirkan ke <i>screw conveyor</i>	Menyimpan Produk Susu Diabetes
Bentuk	Silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk <i>cone 60°</i>	Silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk <i>cone 60°</i>	Silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk <i>cone 60°</i>	Silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk <i>cone 60°</i>
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel austentic 18</i>	<i>Stainless Steel austentic 18</i>	<i>Stainless Steel austentic 18</i>	<i>Stainless Steel austentic 18</i>
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Kondisi Operasi	Temperatur 25°C, Tekanan 1 atm	Temperatur 25°C, Tekanan 1 atm	Temperatur 25°C, Tekanan 1 atm	Temperatur 25°C, Tekanan 1 atm
Waktu Penyimpanan	7 hari	7 hari	7 hari	7 hari
Diameter	1.33548 m	0.61588 m	0.35392 m	6.699224963
Tebal Shell	0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in	0,25 m
Lebar Silo	1.34023 m	0.62064 m	0.35867 m	6.70549 m
Tebal Head	0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in	0,3125 in
Tinggi Silo	3.28844 m	1.64150 m	1.04195 m	15.70835 m
Harga	\$ 13.392	\$ 2.588	\$ 1.013	\$ 311.048

21. Pompa

Tabel 3.7 Spesifikasi Pompa

Pompa	Pompa-01	Pompa-02	Pompa-03	Pompa-04	Pompa-05
Kode	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05
Fungsi	Untuk mengalirkan umpan dari tangki penyimpanan susu menuju tangki pasteurisasi	Untuk mengalirkan umpan dari tangki pasteurisasi menuju Centrifuge	Untuk mengalirkan lemak dari Centrifuge menuju Tangki Penyimpanan Lemak	Untuk mengalirkan susu dari Centrifuge menuju Ultrafiltrasi	Untuk mengalirkan air dari Utilitas menuju reaktor
Jenis	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal
Bahan Kontruksi	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Kapasitas Pompa	105,88661 gpm	110,83424 gpm	3,87482 gpm	108,18383 gpm	69,48371 gpm
Rate Volumetrik	0,23592 ft ³ /s	0,24694 ft ³ /s	0,00863 ft ³ /s	0,24126 ft ³ /s	0,15481 ft ³ /s
Kecepatan aliran	2,67514 ft/s	2,80013 ft/s	1,43895 ft/s	2,73570 ft/s	3,02089 ft/s
ID	4,026 in	4,026 in	1,049 in	4,026 in	3,068 in
OD	4,5 in	4,5 in	1.32 in	4,5 in	3,5 in
IPS	4 in	4 in	1 in	4 in	3 in
Flow area	12,7 in ²	12,7 in ²	0,864 in ²	12,7 in ²	7,38 in ²
Total Head	6,03453 m	3,18337 m	8,17121 m	6,35870 m	4, 61022 m
Efisiensi Pompa	66 %	68 %	18 %	68 %	61 %
Power Pompa	0,69563 Hp	0,44556 Hp	0,13433 Hp	0,86233 Hp	0,44291 Hp
Power motor	10 Hp	0,75 Hp	0,25 Hp	1,5 Hp	0,75 Hp
Harga	\$ 15.305	\$ 15.305	\$ 6.752	\$ 15.305	\$ 13.054

Pompa	Pompa-06	Pompa-07	Pompa-08	Pompa-09	Pompa-10
Kode	P-06	P-07	P-08	P-09	P-10
Fungsi	Untuk mengalirkan susu dari Reaktor-01 menuju Mixer	Untuk mengalirkan susu dari Reaktor-02 menuju Mixer	Untuk mengalirkan susu dari Mixer menuju Evaporator-01	Untuk mengalirkan susu dari Evaporator-01 menuju Evaporator-02	Untuk mengalirkan susu dari Evaporator-02 menuju Spray Dryer
Jenis	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal
Bahan Kontruksi	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>	<i>Commercial Steel</i>
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Kapasitas Pompa	171,40419 gpm	171,40419 gpm	172,23113 gpm	41,84845 gpm	17,39825 gpm
Rate Volumetrik	0,38189 ft ³ /s	0,38189 ft ³ /s	0,38373 ft ³ /s	0,09324 ft ³ /s	0,03876 ft ³ /s
Kecepatan aliran	1,90297 ft/s	1,90297 ft/s	1,91215 ft/s	4,00814 ft/s	1,66636 ft/s
ID	6,065 in	6,065 in	6,065 in	2,067 in	2,067 in
OD	6,625 in	6,625 in	6,625 in	2,88 in	2,88 in
IPS	6 in	6 in	6 in	2,5 in	2,5 in
Flow area	28,9 in ²	28,9 in ²	28,9 in ²	3,35 in ²	3,35 in ²
Total Head	4,20076 m	4,20076 m	2,72148 m	6,74313 m	5,44067 m
Efisiensi Pompa	76 %	76 %	76 %	58 %	40 %
Power Pompa	0,81100 Hp	0,81100 Hp	0, 53154 Hp	0, 42468 Hp	0,23001 Hp
Power motor	1,5 Hp	1,5 Hp	0,75 Hp	0,75 Hp	0,33333 Hp
Harga	\$ 19.694	\$ 19.694	\$ 19.694	\$ 10.241	\$ 10.241



3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Dalam industri kimia dibutuhkan analisis kebutuhan bahan baku untuk menentukan jumlah kebutuhan bahan baku yang didasarkan dengan ketersediaan bahan baku kebutuhan kapasitas pabrik. Berdasarkan data yang diperoleh dari *outlook* susu di wilayah Indonesia penghasil susu sapi terbesar berada di Provinsi Jawa Timur.

Bahan baku yang dibutuhkan pabrik susu diabetes bubuk sebesar 21712,57493 kg/jam. Dapat di analisa lebih lanjut bahwa ketersediaan susu sapi sebagai bahan baku untuk pembuatan pabrik susu diabetes bubuk memenuhi, sehingga pabrik ini tidak akan kesulitan dalam hal mempersiapkan kebutuhan bahan baku.

3.3.2 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses

Analisis ini meliputi kemampuan peralatan untuk proses serta umur kerja alat dan perawatannya. Dengan adanya analisa kebutuhan peralatan proses maka akan diketahui seberapa besar anggaran yang dibutuhkan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya. Analisis ini juga membantu untuk menghemat pengeluaran pabrik dalam hal membeli peralatan proses.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pendirian suatu pabrik. Pabrik susu diabetes bubuk dengan kapasitas produksi 24.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Kecamatan Kejayan, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.

Adapun pertimbangan-pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah sebagai berikut:

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi, adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik diantaranya:

1. Penyediaan Bahan Baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan susu sapi untuk memudahkan pendistribusian, karena sifat susu yang tidak tahan lama dan harus dijaga suhunya, serta memiliki lokasi yang strategis untuk memudahkan pemasaran produk dan sarana

utilitasnya. Bahan baku pabrik susu diabetes bubuk ini adalah susu sapi yang banyak diperoleh dari Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.

2. Pemasaran

Salah satu faktor penentuan lokasi pabrik adalah dengan menentukan lokasi pabrik berdasarkan pemasaran produk. Terdapat beberapa pabrik di Kabupaten Pasuruan hal tersebut menjadikan Kabupaten Pasuruan sebagai tempat yang ideal untuk memproduksi Susu Diabetes Bubuk. Dalam proses pemasaran bisa dilakukan melalui jalur darat dan jalur laut.

3. Utilitas

Utilitas sangat berpengaruh terhadap proses produksi di dalam suatu industri kimia, maka dari itu pabrik ini terletak di dekat sungai agar penyediaan air untuk proses utilitas pabrik menjadi lebih murah dan mudah diperoleh. Sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik juga dapat diperoleh dengan cukup mudah.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja menjadi salah satu faktor yang sangat penting terhadap proses produksi di suatu industri kimia. Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpengalaman dan berpendidikan baik dari segi akademis maupun

non akademis. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik.

5. Transportasi

Transportasi sangat berpengaruh dalam proses pemasaran produk serta pengangkutan bahan baku. Untuk mempermudah akses transportasi lokasi pabrik dekat dengan jalan raya. Transportasi bisa ditempuh melalui dua jalur yaitu jalur darat dan jalur laut. Di Kota Pasuruan, Jawa Timur terdapat pelabuhan yang dapat dijadikan alat transportasi kapal melalui jalur laut.

6. Letak Geografis

Salah satu faktor menentukan lokasi pabrik yaitu letak geografis yang baik agar terhindar dari gangguan bencana alam seperti tanah longsor, banjir, dan sebagainya.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Adapun faktor-faktor sekunder adalah sebagai berikut:

1. Perluasan areal unit

Suatu pabrik perlu mempertimbangkan adanya pengembangan. Oleh karena itu diperlukan tanah yang cukup luas untuk perluasan areal pabrik namun tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perizinan

Perizinan merupakan salah satu faktor yang berperan secara tidak langsung dalam proses perizinan mendirikan suatu industri, seperti surat izin mendirikan bangunan (IMB), pajak, dan perundang-undangan setempat.

3. Sosial Masyarakat

Hubungan antara masyarakat lokal dengan pabrik akan berjalan baik apabila memiliki manfaat untuk masyarakat lokal, seperti diadakannya lowongan pekerjaan untuk tenaga kerja lokal dan infrastruktur jalan raya sehingga masyarakat lokal dapat merasakan hal positif dengan berdirinya pabrik susu diabetes bubuk di sekitar mereka.



Gambar 4.1 Lokasi Pabrik

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik yaitu letak penempatan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat kerja karyawan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat peralatan, dan sarana lainnya seperti utilitas, tempat parkir, dan taman. Secara garis besar lay out pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu:

1. Daerah Administrasi/ Perkantoran dan Laboratorium

Daerah administrasi merupakan pusat dari kegiatan administrasi pabrik dalam mengatur segala kegiatan operasi. Sedangkan laboratorium merupakan tempat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan di proses dan produk yang akan di jual ke pasaran.

2. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

Daerah proses merupakan tempat dimana alat-alat proses diletakkan dan proses produksi susu diabetes bubuk berlangsung. Sedangkan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses berlangsung.

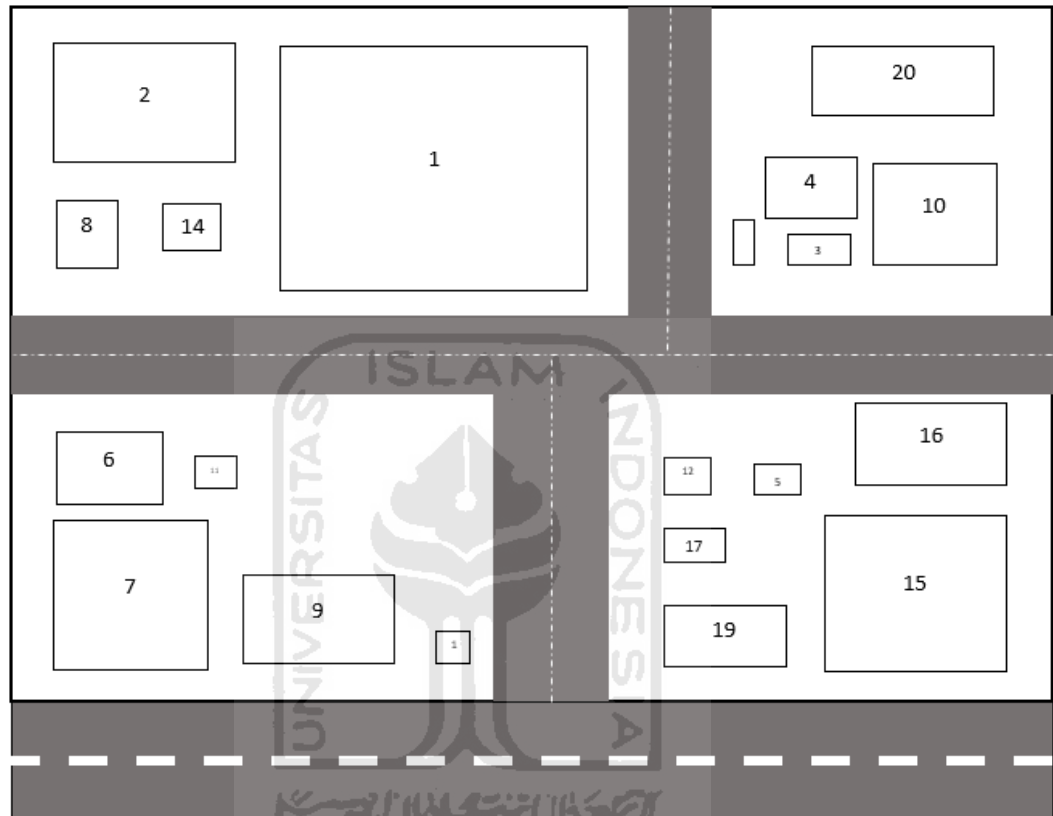
3. Daerah pergudangan, umum, bengkel dan garasi
4. Daerah utilitas dan *power station*

Daerah utilitas merupakan daerah dimana segala kegiatan untuk menunjang proses produksi seperti penyediaan air, tenaga listrik, dan lainnya.

Tabel 4.1 Lokasi Perincian luas tanah dan bangunan pabrik

No.	Lokasi	Panjang	Lebar	Luas
		M	m	m ²
1	Area Proses	100	80	8000
2	Area Utilitas	70	40	2800
3	Bengkel	20	10	200
4	Gudang Peralatan	30	20	600
5	Kantin	15	10	150
6	Kantor Teknik dan Produksi	35	30	1050
7	Kantor Utama	50	50	2500
8	Laboratorium	20	20	400
9	Parkir Utama	50	30	1500
10	Parkir Truk	40	35	1400
11	Perpustakaan	12	10	120
12	Poliklinik	15	10	150
13	Pos Keamanan	8	10	80
14	Control Room	20	15	300
15	Area Rumah Dinas	60	50	3000
16	Area Mess	50	27	1350
17	Masjid	20	10	200
18	Unit Pemadam Kebakaran	10	15	150
19	Taman	40	20	800
20	Jalan	100	8	800
21	Daerah Perluasan	60	20	1200

Luas Bangunan	23950
Luas Tanah	50700



Gambar 4.2 *Lay Out* Pabrik Susu Diabetes Bubuk

Skala: (1:1000)

Keterangan gambar :

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| 1. Area Proses | 6. Kantor Teknik dan Produksi |
| 2. Area Utilitas | 7. Kantor Utama |
| 3. Bengkel | 8. Laboratorium |
| 4. Gudang Peralatan | 9. Parkiran Utama |
| 5. Kantin | 10. Parkir Truk |

11. Perpustakaan
12. Poliklinik
13. Pos Keamanan
14. Control Room
15. Area Rumah Dinas
16. Area Mess
17. Masjid
18. Unit Pemadam Kebakaran
19. Taman
20. Perluasan pabrik



4.3 Tata Letak Alat Proses

Tata letak alat proses merupakan penataan tata letak alat-alat yang akan digunakan dalam proses produksi. Penyusunan alat proses yang baik akan meminimalisir produktifitas karyawan. Ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan tata letak alat proses sebagai berikut:

1. Aliran Bahan Baku dan Produk

Aliran bahan baku dan produk yang tepat memberikan keuntungan dibidang ekonomi yang cukup besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Penempatan pipa juga perlu diperhatikan, dimana untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan panah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

2. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan penumpukan bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan para pekerja, sehingga perlu juga memperhatikan hembusan angin.

3. Pencahayaan

Penerangan seluruh area pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberi penerangan tambahan agar keselamatan serta keamanan lebih terjamin.

4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Dalam menentukan tata letak alat proses ini perlu diperhatikan agar seluruh pekerja dapat mencapai seluruh alat dengan cepat, mudah dan aman, sehingga ketika terjadi gangguan pada alat proses bisa segera diperbaiki dan tidak menghambat proses produksi.

5. Pertimbangan ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan bisa semaksimal mungkin bisa menekan biaya operasi pabrik dan menjaga kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

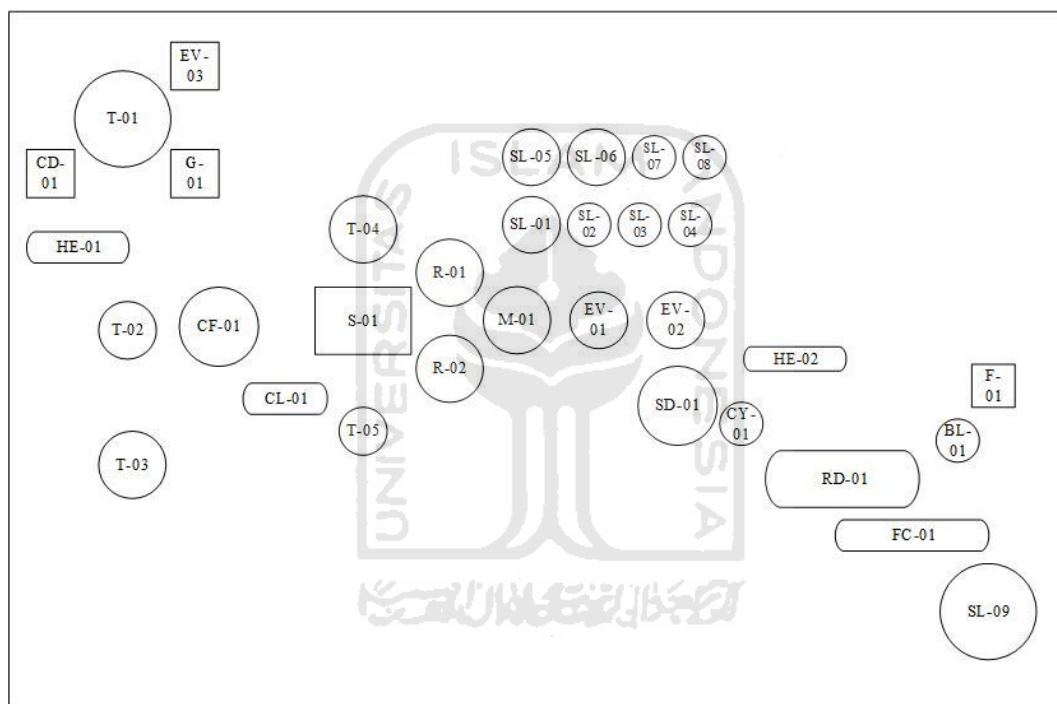
6. Jarak antar alat proses

Alat proses yang mempunyai tekanan dan suhu operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lain, sehingga apabila terjadi peledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya.

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

- a. Dapat mengefektifkan penggunaan luas tanah.
- b. Kelancaran proses produksi dapat terjamin.

- c. Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.
- d. Biaya material handling menjadi rendah, sehingga menurunkan pengeluaran untuk capital yang tidak penting.



Gambar 4.3 Tata Letak Alat Proses

Skala : (1:1000)

- T-01 : Tangki Susu Sapi
- T-02 : Tangki Pasteurisasi
- T-03 : Tangki Enzim Laktase
- T-04 : Tangki Lemak
- T-05 : Tangki Laktosa
- SL-01 : Silo Thiamin (Vit. B1)
- SL-02 : Silo Niasin

- SL-03 : Silo Riboflavin (Vit. B2)
- SL-04 : Silo Vitamin C
- SL-05 : Silo Abu
- SL-06 : Silo Natrium
- SL-07 : Silo Tembaga
- SL-08 : Silo Seng
- SL-09 : Silo Susu Diabetes
- R-01 : Reaktor Hidrolisis 1
- R-02 : Reaktor Hidrolisis 2
- S-01 : *Ultrafiltrasi*
- CF-01 : *Centrifuge*
- M-01 : *Mixer*
- EV-01 : Evaporator 1
- EV-02 : Evaporator 2
- EV-03 : Evaporator 3
- SD-01 : *Spray Dryer*
- CY-01 : *Cyclone*
- RD-01 : *Rotary Dryer*
- CL-01 : Cooler
- HE-01 : Heater 1
- HE-02 : Heater 2
- F-01 : Bag Filter
- BL-01 : Blower
- FC-01 : Fan Cooler
- G-01 : Kompresor
- CD-01 : Kondensor

4.4 Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa

1. Neraca Massa di Centrifuge

Tabel 4.2 Neraca Massa Centrifuge

Komponen	Input	Output	
	Arus 1 (kg/jam)	Arus 2 (kg/jam)	Arus 3 (kg/jam)
Air	17601,39983	5,28042	17596,11941
Protein	637,87632		637,87632
Lemak	697,67723	669,77014	27,90709
Laktosa	998,67512		998,67512
Karbohidrat	857,14631		857,14631
Abu	139,53545		139,53545
Kalsium	285,05098		285,05098
Fosfor	119,60181		119,60181
Besi	3,38872		3,38872
Natrium	71,76109		71,76109
Kalium	297,01116		297,01116
Tembaga	0,03987		0,03987
Seng	0,59801		0,59801
Beta-Karoten	0,00239		0,00239
Thiamin (Vit. B1)	0,05980		0,05980
Riboflavin (Vit. B2)	0,35881		0,35881
Niasin	0,39867		0,39867
Vitamin C	1,99336		1,99336
Sub Total	21712,57493	675,05056	21037,52437
Total	21712,57493	21712,57493	

2. Neraca Massa di Ultrafiltrasi

Tabel 4.3 Neraca Massa Ultrafiltrasi

Komponen	Input	Output	
	Arus 3 (kg/jam)	Arus 4 (kg/jam)	Arus 5 (kg/jam)
Air	17596,11941	5,27884	17590,84057

Protein	637,87632		637,87632
Lemak	27,90709		27,90709
Laktosa	998,67512	928,76786	69,90726
Karbohidrat	857,14631		857,14631
Abu	139,53545		139,53545
Kalsium	285,05098		285,05098
Fosfor	119,60181		119,60181
Besi	3,38872		3,38872
Natrium	71,76109		71,76109
Kalium	297,01116		297,01116
Tembaga	0,03987		0,03987
Seng	0,59801		0,59801
Beta-Karoten	0,00239		0,00239
Thiamin (Vit. B1)	0,05980		0,05980
Riboflavin (Vit. B2)	0,35881		0,35881
Niasin	0,39867		0,39867
Vitamin C	1,99336		1,99336
Sub Total	21037,52437	934,04670	20103,47767
Total	21037,52437	21037,52437	

3. Neraca Massa di Reaktor

Tabel 4.4 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input		Output
	Arus 5 (kg/jam)	Arus 6 (kg/jam)	Arus 7 (kg/jam)
Air	17590,84057	13369,03884	30956,56724
Protein	637,87632		637,87632
Lemak	27,90709		27,90709
Laktosa	69,90726		6,99073
Glukosa			33,11435
Galaktosa			33,11435
Karbohidrat	857,14631		857,14631
Abu	139,53545		139,53545
Kalsium	285,05098		285,05098
Fosfor	119,60181		119,60181
Besi	3,38872		3,38872
Natrium	71,76109		71,76109

Kalium	297,01116		297,01116
Tembaga	0,03987		0,03987
Seng	0,59801		0,59801
Beta-Karoten	0,00239		0,00239
Thiamin (Vit. B1)	0,05980		0,05980
Riboflavin (Vit. B2)	0,35881		0,35881
Niasin	0,39867		0,39867
Vitamin C	1,99336		1,99336
Lactase		0,03495	0,03495
Sub Total	20103,47767	13369,07379	33472,55146
Total	33472,55146		33472,55146

4. Neraca Massa di Mixer

Tabel 4.5 Neraca Massa Mixer

Komponen	Input			Output
	Arus 7 (kg/jam)	Arus 8 (kg/jam)	Arus 9	Arus 10 (kg/jam)
Air	30956,56724			30956,56724
Protein	637,87632			637,87632
Lemak	27,90709			27,90709
Laktosa	6,99073			6,99073
Glukosa	33,11435			33,11435
Galaktosa	33,11435			33,11435
Karbohidrat	857,14631			857,14631
Abu	139,53545		95,68145	235,21689
Kalsium	285,05098			285,05098
Fosfor	119,60181			119,60181
Besi	3,38872			3,38872
Natrium	71,76109		20,93032	92,69140
Kalium	297,01116			297,01116
Tembaga	0,03987		17,94027	17,98014
Seng	0,59801		2,88041	3,47842
Beta-Karoten	0,00239			0,00239
Thiamin (Vit. B1)	0,05980	252,45949		252,51929
Riboflavin (Vit. B2)	0,35881	0,03389		0,39269
Niasin	0,39867	0,50831		0,90698
Vitamin C	1,99336	0,00203		1,99540

Lactase	0,03495			0,03495
Sub Total	33472,55146	253,00372	137,43245	33862,98763
Total	33862,98763			33862,98763

5. Neraca Massa di Evaporator-01

Tabel 4.6 Neraca Massa Evaporator-01

Komponen	Input	Output	
	Arus 10 (kg/jam)	Arus 11 (kg/jam)	Arus 12 (kg/jam)
Air	30956,56724		5426,68624
Protein	637,87632		637,87632
Lemak	27,90709		27,90709
Laktosa	6,99073		6,99073
Glukosa	33,11435		33,11435
Galaktosa	33,11435		33,11435
Karbohidrat	857,14631		857,14631
Abu	235,21689		235,21689
Kalsium	285,05098		285,05098
Fosfor	119,60181		119,60181
Besi	3,38872		3,38872
Natrium	92,69140		92,69140
Kalium	297,01116		297,01116
Tembaga	17,98014		17,98014
Seng	3,47842		3,47842
Beta-Karoten	0,00239		0,00239
Thiamin (Vit. B1)	252,51929		252,51929
Riboflavin (Vit. B2)	0,39269		0,39269
Niasin	0,90698		0,90698
Vitamin C	1,99540		1,99540
Lactase	0,03495		0,03495
Uap air		25529,88100	
Sub Total	33862,98763	25529,88100	8333,10663
Total	33862,98763	33862,98763	

6. Neraca Massa di Evaporator-02

Tabel 4.7 Neraca Massa Evaporator-02

Komponen	Input	Output	
	Arus 12 (kg/jam)	Arus 13 (kg/jam)	Arus 14 (kg/jam)
Air	5426,68624		951,29810
Protein	637,87632		637,87632
Lemak	27,90709		27,90709
Laktosa	6,99073		6,99073
Glukosa	33,11435		33,11435
Galaktosa	33,11435		33,11435
Karbohidrat	857,14631		857,14631
Abu	235,21689		235,21689
Kalsium	285,05098		285,05098
Fosfor	119,60181		119,60181
Besi	3,38872		3,38872
Natrium	92,69140		92,69140
Kalium	297,01116		297,01116
Tembaga	17,98014		17,98014
Seng	3,47842		3,47842
Beta-Karoten	0,00239		0,00239
Thiamin (Vit. B1)	252,51929		252,51929
Riboflavin (Vit. B2)	0,39269		0,39269
Niasin	0,90698		0,90698
Vitamin C	1,99540		1,99540
Lactase	0,03495		0,03495
Uap air		4475,38814	
Sub Total	8333,10663	4475,38814	3857,71849
Total	8333,10663	8333,10663	

7. Neraca Massa di Spray Dryer

Tabel 4.8 Neraca Massa Spray Dryer

Komponen	Input		Output	
	Arus 14 (kg/jam)	Arus 15 (kg/jam)	Arus 16 (kg/jam)	Arus 17 (kg/jam)
Air	951,29810			131,94505
Protein	637,87632		88,47345	549,40288
Lemak	27,90709		3,87071	24,03638
Laktosa	6,99073		0,96961	6,02111
Glukosa	33,11435		4,59296	28,52139
Galaktosa	33,11435		4,59296	28,52139
Karbohidrat	857,14631		118,88619	738,26012
Abu	235,21689		32,62458	202,59231
Kalsium	285,05098		39,53657	245,51441
Fosfor	119,60181		16,58877	103,01304
Besi	3,38872		0,47002	2,91870
Natrium	92,69140		12,85630	79,83511
Kalium	297,01116		41,19545	255,81572
Tembaga	17,98014		2,49385	15,48629
Seng	3,47842		0,48246	2,99596
Beta-Karoten	0,00239		0,00033	0,00206
Thiamin (Vit. B1)	252,51929		35,02443	217,49486
Riboflavin (Vit. B2)	0,39269		0,05447	0,33823
Niasin	0,90698		0,12580	0,78118
Vitamin C	1,99540		0,27676	1,71864
Lactase	0,03495		0,00485	0,03011
Uap air	0,00000		819,35305	
Udara Panas		2680,56568	2680,56568	
Sub Total	3857,71849	2680,56568	3903,03924	2635,24493
Total	6538,28417		6538,28417	

8. Neraca Massa di Cyclone

Tabel 4.9 Neraca Massa Cyclone

Komponen	Input	Output	
	Arus 16 (kg/jam)	Arus 18 (kg/jam)	Arus 19 (kg/jam)
Air			0,00000
Protein	88,47345	1,76947	86,70398
Lemak	3,87071	0,07741	3,79330
Laktosa	0,96961	0,01939	0,95022
Glukosa	4,59296	0,09186	4,50110
Galaktosa	4,59296	0,09186	4,50110
Karbohidrat	118,88619	2,37772	116,50847
Abu	32,62458	0,65249	31,97209
Kalsium	39,53657	0,79073	38,74584
Fosfor	16,58877	0,33178	16,25700
Besi	0,47002	0,00940	0,46061
Natrium	12,85630	0,25713	12,59917
Kalium	41,19545	0,82391	40,37154
Tembaga	2,49385	0,04988	2,44397
Seng	0,48246	0,00965	0,47281
Beta-Karoten	0,00033	0,00001	0,00033
Thiamin (Vit. B1)	35,02443	0,70049	34,32394
Riboflavin (Vit. B2)	0,05447	0,00109	0,05338
Niasin	0,12580	0,00252	0,12328
Vitamin C	0,27676	0,00554	0,27123
Lactase	0,00485	0,00010	0,00475
Uap air	819,35305	819,35305	
Udara Panas	2680,56568	2680,56568	
Sub Total	3903,03924	3507,98114	395,05810
Total	3903,03924	3903,03924	

9. Neraca Massa di Rotary Dryer

Tabel 4.10 Neraca Massa Rotary Dryer

Komponen	Input		Output
	Arus 17 (kg/jam)	Arus 19 (kg/jam)	Arus 20 (kg/jam)
Air	131,94505		131,94505
Protein	549,40288	86,70398	636,10686
Lemak	24,03638	3,79330	27,82967
Laktosa	6,02111	0,95022	6,97133
Glukosa	28,52139	4,50110	33,02249
Galaktosa	28,52139	4,50110	33,02249
Karbohidrat	738,26012	116,50847	854,76859
Abu	202,59231	31,97209	234,56440
Kalsium	245,51441	38,74584	284,26025
Fosfor	103,01304	16,25700	119,27004
Besi	2,91870	0,46061	3,37932
Natrium	79,83511	12,59917	92,43428
Kalium	255,81572	40,37154	296,18725
Tembaga	15,48629	2,44397	17,93026
Seng	2,99596	0,47281	3,46877
Beta-Karoten	0,00206	0,00033	0,00239
Thiamin (Vit. B1)	217,49486	34,32394	251,81880
Riboflavin (Vit. B2)	0,33823	0,05338	0,39160
Niasin	0,78118	0,12328	0,90446
Vitamin C	1,71864	0,27123	1,98986
Lactase	0,03011	0,00475	0,03486
Sub Total	2635,24493	395,05810	3030,30303
Total	3030,30303		3030,30303

4.4.2 Neraca Panas

1. Neraca Panas di Centrifuge

Tabel 4.11 Neraca Panas Centrifuge

Komponen energi	masuk (kj/jam)	keluar (k/jam)
ΔH in	2.804.852.86	

ΔH out		2.804.852.86
Total	2.804.852.86	2.804.852.86

2. Neraca Panas di Ultrafiltrasi

Tabel 4.12 Neraca Panas Ultrafiltrasi

Komponen energi	masuk (kj/jam)	keluar (k/jam)
ΔH in	919.679,6016	
ΔH out		919.679,6016
Total	919.679,6016	919.679,6016

3. Neraca Panas di Reaktor

Tabel 4.13 Neraca Panas Reaktor

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
ΔH_1	910.526,6425	
ΔH_2	671.537,2468	
ΔH_3		1.582.499,593
ΔH_R	4.15E+05	
Q pemanas		4.15E+05
Total	1.997.556.868	1.997.556,868

4. Neraca Panas di Mixer

Tabel 4.14 Neraca Panas Mixer

Komponen energi	masuk (kj/jam)	keluar (k/jam)
ΔH in	1.586.506,8361	
ΔH out		1.586.506,8361
Total	1.586.506.8361	1.586.506,8361

5. Neraca Panas di Evaporator-01

Tabel 4.15 Neraca Panas Evaporator-01

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
ΔH_1	1.586.506,836	
ΔH_2		47.926.602,3
ΔH_3		2.063.022,759
ΔH_{vap}		8.696.429,597
$m \times H_v$	73.476.334,7	
$m \times H_L$		16.376.786,88
Total	75.062.841,54	75.062.841,54

6. Neraca Panas di Evaporator-02

Tabel 4.16 Neraca Panas Evaporator-02

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
ΔH_1	2.063.022,759	
ΔH_2		8.387.558,769
ΔH_3		538.538,6505
H_{vap}		1.404.564,955
$m \times H_v$	10.638.890,83	
$m \times H_L$		2.371.251,213
Total	12.701.913,59	12.701.913,59

7. Neraca Panas di Spray Dryer

Tabel 4.17 Neraca Panas Spray Dryer

Komponen Energi	Masuk (kJ/jam)	Keluar (kJ/jam)
ΔH_{in}	496.257,3668	
ΔH_{out}		183.046,4305
H_2O		
Panas Penguapan		129.418,0078
Panas udara masuk		

Panas udara keluar		183792.9285
Total	496.257,3668	496.257,3668

8. Neraca Panas di Rotary Dryer

Tabel 4.18 Neraca Panas Rotary Dryer

Komponen Energi	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Masuk	195.819,217	
Keluar		74.391,2038
Q pendingin	8.085,51	129.513,52
Total	203.904,7224	203.904,7224

9. Cooler-01

Tabel 4.19 Neraca Panas Cooler-01

Komponen Energi	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
ΔH_1	2.792.352,088	
ΔH_2		936.391,1586
Q pendingin		1.855.960,929
Total	2.792.352,088	2.792.352,088

10. Neraca Panas di Kondensor

Tabel 4.20 Neraca Panas Kondensor

Komponen Energi	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
ΔH_1	388.724,7804	
ΔH_2	388.724,7804	
ΔH_3		227.595,6881
Q pendingin		549.853,8727
Total	777.449,5609	777.449,5609

4.5 Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance bertujuan untuk menjaga sarana dan fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diinginkan tercapai.

Perawatan di dalam pabrik terbagi menjadi dua, berdasarkan dengan perbedaan waktu perawatan yaitu yang pertama perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Yang kedua yaitu perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapatkan perawatan khusus secara bergantian. Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat.

Perawatan mesin setiap alat meliputi:

1. *Over head* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta *leveling* alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, dan kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

2. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah dilakukannya pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

a. Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak juga perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

b. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang baik atau berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

c. Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih, dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Utilitas merupakan bagian penting untuk kelancaran proses dalam suatu pabrik, dimana unit utilitas berperan sebagai penyediaan sarana penunjang untuk kelancaran proses produksi. Unit utilitas yang diperlukan dalam pabrik susu diabetes bubuk, diantaranya:

1. Unit penyediaan dan pengolahan air
2. Unit penyediaan steam
3. Unit penyediaan listrik
4. Unit penyediaan bahan bakar
5. Unit penyediaan udara
6. Unit pengolahan limbah

4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

4.6.1.1 Unit Penyediaan Air

Air berperan penting dalam pendirian suatu pabrik. Pada umumnya dalam mendirikan sebuah pabrik sumber air yang digunakan berasal dari air laut, air sungai, air danau, dan air sumur. Dalam perancangan pabrik susu diabetes bubuk ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai welang yang terletak di Kabupaten Pasuruan. Berikut hal-hal yang menjadi pertimbangan air sungai sebagai sumber air:

1. Letak sungai dekat dengan lokasi pabrik.
2. Jumlah air sungai lebih banyak dari pada air sumur.
3. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kemungkinan kekurangan air relatif kecil.

Kebutuhan air pada pabrik susu diabetes bubuk diantaranya:

1. Air Pendingin

Air pendingin merupakan air yang digunakan untuk kebutuhan pendingin, pada pabrik susu diabetes bubuk air pendingin dibutuhkan untuk *cooler-01* (CL-01). Ada beberapa faktor pertimbangan memilih media air sebagai pendingin seperti berikut:

- a. Air merupakan jenis pendingin yang dapat diperoleh dalam jumlah besar dan murah.
- b. Relatif mudah dalam pengaturan serta pengolahannya.

- c. Dapat menyerap panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- d. Tidak terdekomposisi.

2. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler digunakan untuk alat proses yang membutuhkan *steam*, seperti *heater-01*, *evaporator-01*, dan *evaporator-02*. Secara umum, persyaratan air umpan boiler harus bebas dari zat-zat yang dapat menyebabkan timbulnya masalah kerak, korosi pada boiler.

3. Air Sanitasi

Air sanitasi merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium dan kebutuhan lainnya. Air sanitasi harus memenuhi syarat kualitas tertentu, diantaranya:

a. Syarat fisika, meliputi:

- Suhu : dibawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung zat-zat kimia yang beracun.

c. Syarat biologi, meliputi:

- Tidak mengandung bakteri terutama bakteri *panthogen* yang dapat merubah sifat air.

4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Dalam industri kimia, salah satu yang perlu diperhatikan adalah tahapan-tahapan dalam pengolahan air. Tahapan-tahapan air yaitu sebagai berikut:

1. *Clarifier*

Tahap awal proses pengolahan air dalam industri kimia adalah *clarifier*. *Clarifier* berfungsi sebagai tempat untuk menjernihkan air baku yang keruh dengan cara pengendapan. Pengolahan tersebut meliputi pengolahan secara fisika, kimia maupun pennggunaan *ion exchanger*.

Lumpur dan partikel padat lainnya diendapkan di dalam *clarifier*, kemudian air baku dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* untuk diaduk menggunakan agitator. Selanjutnya air bersih akan keluar dari pinggiran *clarifier* sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi.

2. Penyaringan

Air keluaran dari *clarifier* dialirkan menuju *sand filter* untuk memisahkan partikel-partikel padatan yang ikut terbawa. Air yang telah melewati penyaringan tersebut dialirkan menuju tangki penampung yang kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi.

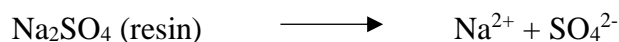
3. Demineralisasi

Ada syarat yang harus dipenuhi untuk air umpan boiler yaitu air murni harus bebas dari garam-garam yang terlarut, maka dari itu proses demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung dalam air. Adapun tahapan pengolahan air umpan boiler sebagai berikut:

a. *Cation exchanger*

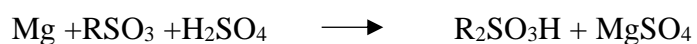
Cation exchanger merupakan tahapan pengolahan air yang berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation - kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari kation *exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat

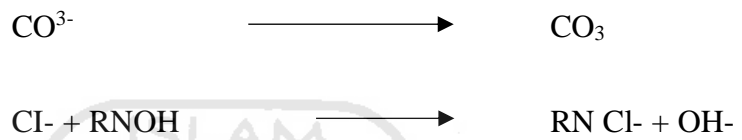
Reaksi:



b. *Anion exchanger*

Anion exchanger merupakan jenis pengolahan air yang berfungsi untuk mengikat ion - ion negatif (anion) yang ikut terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

Reaksi:



c. Deaerasi

Deaerasi merupakan proses pembebasan air umpan boiler dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam deaerator dan diinjeksikan Hidrazin (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube* boiler.

Reaksi:



Air yang keluar dari deaerator ini di dialirkan dengan pompa sebagai air umpan boiler (*boiler feed water*).

4.6.1.3 Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air

Kebutuhan air proses terdapat pada alat Reaktor sebanyak 13.369,03884 kg/jam.

2. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4.21 Kebutuhan Air Pendingin

Alat	Kode	Kebutuhan Steam (kg/jam)
Cooler	CL-01	344,10961
Kondensor-01	CD-01	8.716,42488
Total		9.060,53449

Perancangan dibuat *over design* 20%, maka kebutuhan air pendingin sebesar 10.872,64139 kg/jam.

3. Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Tabel 4.22 Kebutuhan Air *Steam*

Alat	Kode	Kebutuhan Steam (kg/jam)
Heater	HE-01	52.271,99884
Evaporator-01	EV-01	26.814,22331
Evaporator-02	EV-02	3.882,52348
Total		82.968,74563

Direncanakan *steam* yang digunakan adalah *saturated steam*.
Perancangan dibuat *over design* 20%, maka kebutuha *steam* sebesar 99.562,49475 kg/jam.

4. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik digunakan untuk air tempat tinggal area mess dan air kebutuhan perkantoran.

Kebutuhan air area mess

Jumlah mess	= 25 rumah
Penghuni mess	= 5 orang
Perkiraan kebutuhan air setiap orang	= 200 kg/hari
Kebutuhan air untuk mess	= 25.000 kg/hari
	= 1.041,667 kg/jam

Kebutuhan air karyawan

Menurut standar WHO, kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100-120 L/hari.

Diambil kebutuhan setiap orang 100 L/hari

Jumlah karyawan	= 146 orang
Kebutuhan air semua karyawan	= 594,64869 kg/jam
Total kebutuhan air domestik	= 1.636,31569 kg/jam

5. Kebutuhan *Service Water*

Kebutuhan air *service water* diperkirakan sekitar 500 kg/jam.

Kebutuhan air *service water* meliputi layanan umum seperti

laboratorium, masjid, kantin, bengkel, pemadam kebakaran, dan lain-lain.

4.6.2 Unit Pembangkit Steam

Unit ini merupakan unit yang bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi. Kebutuhan *steam* pada pabrik susu diabetes bubuk untuk *heater* dan evaporator sebesar 99.562,495 kg/jam.

Kebutuhan *steam* ini dipenuhi oleh boiler. Air yang masuk boiler adalah air yang memiliki kesadahan rendah. Karena air yang memiliki kesadahan tinggi akan menimbulkan kerak di dalam boiler. Oleh karena itu, sebelum masuk boiler air dilewatkan dalam *ion exchanger* terlebih dahulu untuk mengurangi tingkat kesadahan.

Sebelum air dari *water treatment plant* digunakan sebagai umpan boiler, mula-mula diatur terlebih dahulu kadar silika, oksigen dan bahan terlarut lainnya dengan cara menambahkan bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Air kemudian dialirkan ke dalam *economizer* sebelum dialirkan masuk ke dalam boiler yaitu alat penukar panas dengan tujuan memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran residu boiler. Gas dari sisa pembakaran tersebut dialirkan menuju *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap. Setelah uap air terkumpul kemudian dialirkan menuju *steam header* untuk didistribusikan menuju alat-alat proses.

4.6.3 Unit Penyediaan Listrik

Listrik merupakan kebutuhan pokok dalam suatu industri kimia. Listrik digunakan untuk menggerakkan alat-alat proses, utilitas, bengkel, instrumen, ruang kontrol, penerangan, dan keperluan perkantoran. Tenaga listrik untuk pabrik ini dipenuhi oleh jaringan PLN dan sebagai cadangan digunakan generator untuk mengatasi keadaan apabila sewaktu-waktu terjadi gangguan PLN. Kebutuhan listrik total sebesar 242,0198 kW. Berikut adalah rincian kebutuhan listrik pada pabrik:

Tabel 4.23 Daya Listrik Keseluruhan

No	Keperluan	Kebutuhan (kW)
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	20,4198
	b. Utilitas	46,6000
2	a. Listrik Ac	15
	b. Listrik Penerangan	100
3	Laboratorium dan bengkel	50
4	Instrumentasi	10
Total		242,0198

4.6.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada boiler dan generator. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah solar. Kebutuhan bahan bakar pada generator sebesar 188,0403 L/jam.

4.6.5 Unit Penyediaan Udara

Unit penyediaan udara tekan berfungsi sebagai penggerak instrumen-instrumen pengendali yang bekerja secara *pneumatic*. Jumlah udara tekan yang dibutuhkan diperkirakan 56,074 m³/jam. Alat pengadaan udara tekan menggunakan kompresor yang dilengkapi dengan *dryer* yang berisi *silica gel* untuk menyerap kandungan air.

4.6.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik susu diabetes bubuk berupa limbah padat, cair dan gas. Limbah padat berupa lumpur dari proses pengolahan air, sedangkan limbah cair berasal dari buangan air domestik, *blowdown cooling water*, dan limbah gas berasal dari hasil atas evaporator-02. Limbah dari proses produksi susu diabetes bubuk ini akan diolah lebih lanjut di Unit Pengolahan Limbah (UPL).

4.6.7 Spesifikasi Alat Utilitas

1. Saringan / *Screening* (FU-01)

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, seperti daun, ranting dan sampah-sampah lainnya.

Bahan : Alumunium

Jumlah Air : 145.482,3272 kg/jam

Dimensi bak

Diameter lubang : 1 cm
Lebar : 8 ft
Panjang : 10 ft

2. Reservoir/Sedimentasi (RU-01)

Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi.

Tipe : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Kapasitas : 162,2568 m³/jam

Waktu tinggal : 5 jam

Dimensi bak

Tinggi : 5,8107 m

Panjang : 11,7508 m

Lebar : 11,7508 m

3. Bak koagulasi dan flokulasi (BU-01)

Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi.

Tipe : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Waktu tinggal : 1 jam

Dimensi bak

Lebar : 5,8107 m

Tinggi : 5,8107 m

Pengaduk

Jenis : *marine propeller 3 blade*

Diameter : 1,9369 m

Power : 2 Hp

4. *Sand Filter (FU-02)*

Fungsi : Menyaring partikel halus yang ada di dalam air sungai

Jumlah air : 118.496,2647 kg/jam

Dimensi bak

Panjang : 3,1933 m

Lebar : 3,1933 m

Tinggi : 1,5966 m

5. *Cooling Tower (CT-01)*

Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan.

Jumlah air : 221,8019 kg/jam

Dimensi bak :

- Lebar = 0,1867 m

- Tinggi = 2,0615 m

6. *Mixed Bed (TU-05)*

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl, SO₄, dan NO₃.

Jumlah air : 99.562,4948 kg/jam

Dimensi bak :

Diameter = 3,2211 m

Tinggi = 1,2192m

Tebal = 3/16 in

7. Deaerator (DE)

Fungsi : Menghilangkan gas CO₂ dan O₂ yang terikat dalam *feed water* yang menyebabkan kerak pada reboiler.

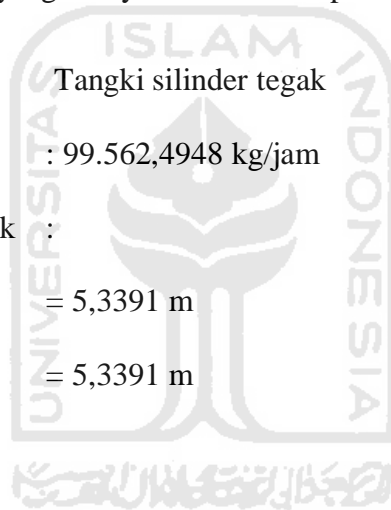
Tipe Tangki silinder tegak

Jumlah air : 99.562,4948 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 5,3391 m

- Tinggi = 5,3391 m



8. Tangki

Tabel 4.24 Spesifikasi Tangki Utilitas

Tangki	Tangki Larutan Alum	Tangki Klorinasi	Tangki Kaporit	Tangki Air Bersih	Tangki <i>Service Water</i>
Kode	TU-01	TU-02	TU-03	TU-04	TU-05
Fungsi	Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 1 minggu operasi	Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga	Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan di masukkan ke dalam tangki klorinasi	Menampung air keperluan kantor dan rumah tangga	Menampung air untuk keperluan layanan umum
Jenis	Tangki Silinder Tegak	Tangki Silinder Tegak	Tangki Silinder Tegak	Tangki Silinder Tegak	Tangki Silinder Tegak
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Diameter	0,9437 m	1,3575 m	0,1766 m	3,9156 m	2,6373 m
Tinggi	1,8875 m	1,3575 m	0,1766 m	3,9156 m	2,6373 m
Volume	1,3196 m ³	1,9636 m ³	0,0043 m ³	47,1259 m ³	14,4000 m ³

Tangki	Tangki Air Bertekanan	Tangki NaCl	Tangki Air Demin	Tangki N ₂ H ₄
Kode	TU-06	TU-08	TU-09	TU-10

Fungsi	Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan umum	Menampung atau menyimpan larutan NaCl yang akan digunakan untuk regenerasi kation <i>exchanger</i>	Menampung air bebas mineral sebagai air proses dan air umpan boiler	Menyimpan larutan N_2H_4
Jenis	Tangki Silinder Tegak	Tangki Silinder Tegak	Tangki Silinder Tegak	Tangki Silinder Tegak
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Diameter	2,6373 m	3,4820 m	15,4007 m	5,3683 m
Tinggi	2,6373 m	3,4820 m	15,4007 m	5,3683 m
Volume	14,4000 m ³	33,1394 m ³	2867,3998 m ³	121,4428 m ³

9. Bak

Tabel 4.25 Spesifikasi Bak Utilitas

Bak	Bak Pengendap I	Bak Pengendap II	Bak Penampung Sementara	Bak Air Pendingin
Kode	BU-02	BU-03	BU-04	BU-05
Fungsi	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi	Menampung sementara <i>raw water</i> setelah di saring di <i>sand filter</i>	Menampung kebutuhan air pendingin

Jenis	Tangki Silinder Tegak	Tangki Silinder Tegak	Tangki Silinder Tegak	Tangki Silinder Tegak
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
Tinggi	5,7758 m	5,6779 m	3,2079 m	1,4830 m
Panjang	11,5516 m	11,358 m	6,4158 m	2,9661 m
Lebar	11,5516 m	11,358 m	6,4158 m	2,9661 m



4.7 Organisasi Perusahaan

4.7.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik susu diabetes bubuk ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana setiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan tersebut, yang berarti pula memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetorkan penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan (PT) ini adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut:

1. Mudah mendapatkan modal, karena saham perusahaan bisa dijual belikan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pemimpin perusahaan.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak dipengaruhi oleh pemegang saham, direksi, dan karyawan perusahaan.

4. Efisiensi manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup berpengalaman.
5. Lapangan usaha lebih luas, suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
6. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
7. Mudah bergerak di pasar global.

Bentuk perseroan terbatas (PT) memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Perusahaan yang dibentuk dalam PT didirikan dengan atas dasar hukum.
2. Pemilik pemegang saham disebut dengan pemilik perusahaan.
3. Direksi adalah pemimpin dari suatu perusahaan. Direksi biasanya dipilih oleh para pemegang saham.

4.7.2 Struktur Organisasi

Untuk menjalankan segala aktifitas di dalam perusahaan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing-masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan

dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan tersebut.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain:

- a. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- b. Pendelegasian wewenang
- c. Pembagian tugas kerja yang jelas
- d. Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- e. Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- f. Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu: sistem line dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staff ini, yaitu:

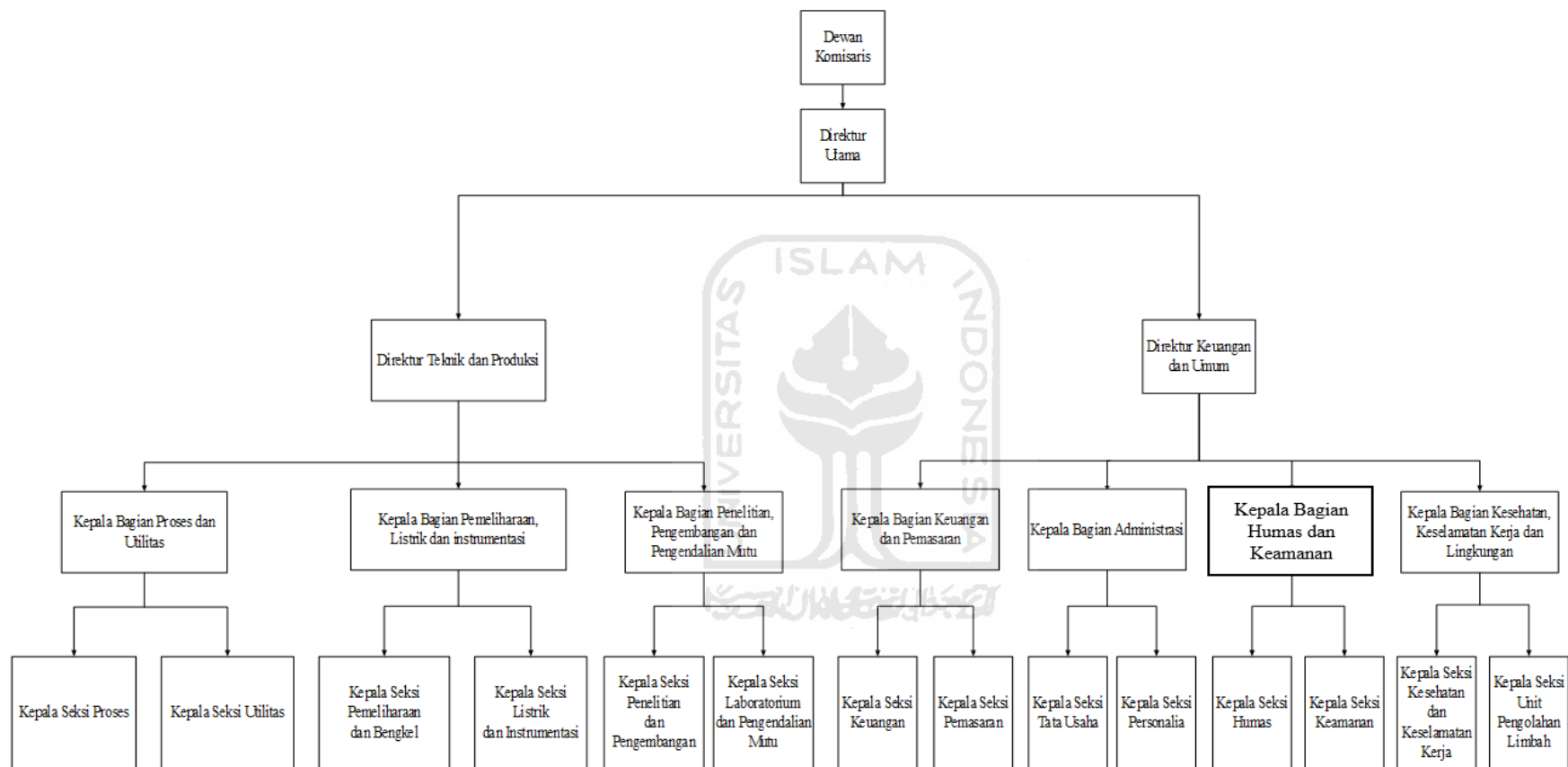
1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Manajer Produksi serta Manajer Keuangan dan Umum. Dimana Manajer Produksi membawahi bidang produksi, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Manajer Keuangan dan Umum membidangi yang lainnya. Manajer membawahi beberapa Kepala Bagian yang akan bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian daripada pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing Kepala Bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dibidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, dan wewenang
2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat
4. Penyusunan program pengembangan manajemen
5. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.



Gambar 4.4 Struktur Organisasi

4.7.3 Tugas dan Wewenang

4.7.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah kumpulan dari beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur.
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

4.7.3.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris yaitu pelaksanaan dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab pada pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris, antara lain sebagai berikut:

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya pemasaran, target laba perusahaan.
2. Membantu direktur utama dalam hal-hal yang penting.
3. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.

4.7.3.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal kemajuan maupun kemunduran dari perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab pada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi direktur teknik dan produksi, serta direktur keuangan dan umum. Tugas Direktur Utama antara lain:

- a. Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham di akhir masa jabatannya.
- b. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
- c. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham
- d. Mengkoordinir kerjasama dengan direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum.

4.7.3.4 Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff

direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses serta penyediaan bahan baku dan utilitas.

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

3. Kepala Bagian Penelitian Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

5. Kepala Bagian Administrasi

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha dan personalia.

6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan

7. Kepala Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan

Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

4.7.3.5 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

1. Kepala Seksi Proses

Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi. Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan.

2. Kepala Seksi Utilitas

Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

3. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

2. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

3. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

4. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu

Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

5. Kepala Seksi Keuangan

Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

6. Kepala Seksi Pemasaran

Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

7. Kepala Seksi Tata Usaha

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

8. Kepala Seksi Personalia

Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

9. Kepala Seksi Humas

Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

10. Kepala Seksi Keamanan

Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

11. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

12. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

4.7.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Penggajian

Pada pabrik susu diabetes bubuk ini memiliki sistem kepegawaian yang terbagi menjadi dua bagian yaitu jadwal kerja kantor (*non-shift*) dan jadwal kerja pabrik (*shift*), sedangkan sistem gaji karyawan berdasarkan pada jabatan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, dan resiko kerja.

4.7.4.1 Pembagian Jam Kerja Karyawan

a. Jam Kerja Karyawan *Non-shift*

Senin – Kamis :

Jam Kerja : 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

Istirahat : 12.00 – 13.00

Jumat :

Jam Kerja : 07.00 – 11.30 dan 13.00 – 16.00

Istirahat : 11.30 – 13.00

Hari Sabtu dan Minggu libur

b. Jam Kerja Karyawan *Shift*

Jadwal kerja karyawan *shift* dibagi menjadi tiga:

Shift Pagi : 07.00 – 15.00

Shift Sore : 15.00 – 23.00

Shift Malam : 23.00 – 07.00

Karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan satu regu istirahat yang dilakukan secara bergantian. Setiap regu mendapatkan giliran 3 hari kerja dan satu hari libur untuk setiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu disajikan dalam Tabel 4.22 sebagai berikut :

Tabel 4.26 Jadwal Kerja

Hari/ Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
2	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
3	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
4	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M

Hari/ Regu	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
2	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
3	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
4	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S

Keterangan :

P = *Shift* Pagi S = *Shift* Siang M = *Shift* Malam L = Libur

4.7.4.2 Sistem Gaji Karyawan

Sistem gaji karyawan yang akan diterapkan di dalam pabrik ini adalah sistem gaji karyawan dimana biasanya dibayarkan setiap bulannya pada tanggal 1. Apabila pada tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji akan di lakukan sehari setelahnya.

Tabel 4.27 Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/bulan	Total Gaji
1	Direktur Utama	1	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000
2	Direktur Produksi & Teknik	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
3	Direktur Keuangan & Umum	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
4	Ka. Bag. Proses dan Utilitas	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
5	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik & Instrumen	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
6	Ka. Bag. Penelitian, Pengembangan & Pengendalian Mutu	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
7	Ka. Bag. Keuangan & Pemasaran	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
8	Ka. Bag. Administrasi	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
9	Ka. Bag. Humas & Keamanan	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000

10	Ka. Bag. K3	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
11	Ka. Sek. Proses	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
12	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
13	Ka. Sek. Pemeliharaan & Bengkel	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
14	Ka. Sek. Listrik & Instrumen	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
15	Ka. Sek. Penelitian & Pengembangan	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
16	Ka. Sek. Laboratorium & Pengendalian Mutu	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
17	Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
18	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
19	Ka. Sek. Tata Usaha	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
20	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
21	Ka. Sek. Humas	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
22	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
23	Ka. Sek. K3	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
24	Ka. Sek. Pengolahan Limbah	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
25	Karyawan Proses	6	Rp 10.000.000	Rp 60.000.000
26	Karyawan Utilitas	3	Rp 10.000.000	Rp 30.000.000
27	Karyawan Pemeliharaan & Bengkel	4	Rp 10.000.000	Rp 40.000.000
28	Karyawan Listrik & Instrumen	3	Rp 10.000.000	Rp 30.000.000
30	Karyawan Penelitian & Pengembangan	5	Rp 10.000.000	Rp 50.000.000
31	Karyawan Laboratorium & Pengendalian Mutu	2	Rp 10.000.000	Rp 20.000.000
32	Karyawan Keuangan	2	Rp 9.000.000	Rp 18.000.000
33	Karyawan Pemasaran	2	Rp 9.000.000	Rp 18.000.000
34	Karyawan Tata Usaha	2	Rp 9.000.000	Rp 18.000.000
35	Karyawan Personalia	2	Rp 9.000.000	Rp 18.000.000
36	Karyawan Humas	2	Rp 9.000.000	Rp 18.000.000
37	Karyawan Keamanan	5	Rp 9.000.000	Rp 45.000.000
38	Karyawan K3	3	Rp 9.000.000	Rp 27.000.000

39	Karyawan Pengolahan Limbah	3	Rp 9.000.000	Rp 27.000.000
40	Operator	62	Rp 7.000.000	Rp 434.000.000
41	Supir	4	Rp 4.500.000	Rp 18.000.000
42	Librarian	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
43	<i>Cleaning service</i>	5	Rp 4.200.000	Rp 21.000.000
44	Dokter	2	Rp 10.000.000	Rp 20.000.000
45	Perawat	4	Rp 6.000.000	Rp 24.000.000
Total		146	Rp 778.200.000	Rp 1.550.500.000

4.7.4.3 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Sebagai sarana kesejahteraan, seluruh karyawan pabrik selain menerima gaji setiap bulan, juga diberikan jaminan sosial berupa fasilitas-fasilitas dan tunjangan yang dapat memberikan kesejahteraan kepada karyawan. Tunjangan tersebut berupa:

- Tunjangan hari raya keagamaan
- Tunjangan jabatan
- Tunjangan istri dan anak
- Tunjangan rumah sakit dan kematian
- Jamsostek
- Uang makan

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.

b. Pakaian kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman dalam bekerja.

c. Makan dan minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan *catering* yang ditunjuk oleh perusahaan.

d. Koprasi

Koperasi karyawan diberikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Jamsostek merupakan asuransi pertanggungan jiwa dan asuransi kecelakaan. Bertujuan untuk memberikan rasa aman kepada para karyawan ketika sedang menjalankan tugasnya.

g. Tempat ibadah

Perusahaan membangun tempat ibadah agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktivitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transportasi tiap hari yang penyerahannya bersama dengan penerimaan gaji tiap bulan.

i. Hak Cuti

- Cuti tahunan

Diberikan pada karyawan selama 12 hari kerja setiap setahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipakai maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

- Cuti massal

Karyawan *non-shift*, saat bertepatan dengan hari raya idul fitri mendapat cuti selama 4 hari. Namun bagi karyawan *shift*, tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur.

- Cuti hamil

Untuk wanita yang akan melahirkan berhak cuti selama 3 bulan dan selama cuti gaji tetap dibayar

dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan anak kedua minimal 2 tahun.

4.8 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ada faktor - faktor yang ditinjau, seperti:

1. *Return On Investment (ROI)*
2. *Pay Out Time (POT)*
3. *Discounted Cash Flow of Return (DCFR)*
4. *Break Even Point (BEP)*
5. *Shut Down Point (SDP)*

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan pperkiraan terhadap beberapa hal, seperti:

- 1) Penentuan modal industri (*total capital investment*)

Meliputi:

- a. Modal tetap (*fixed capital investment*)

b. Modal kerja (working capital investment)

2) Penentuan biaya produksi total (*total production cost*)

a. Biaya pembuatan (manufacturing cost)

b. Biaya pengeluaran umum (general expenses)

3) Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

a. Biaya tetap (fixed cost)

b. Biaya variabel (variabel cost)

c. Biaya mengambang (regulated cost)

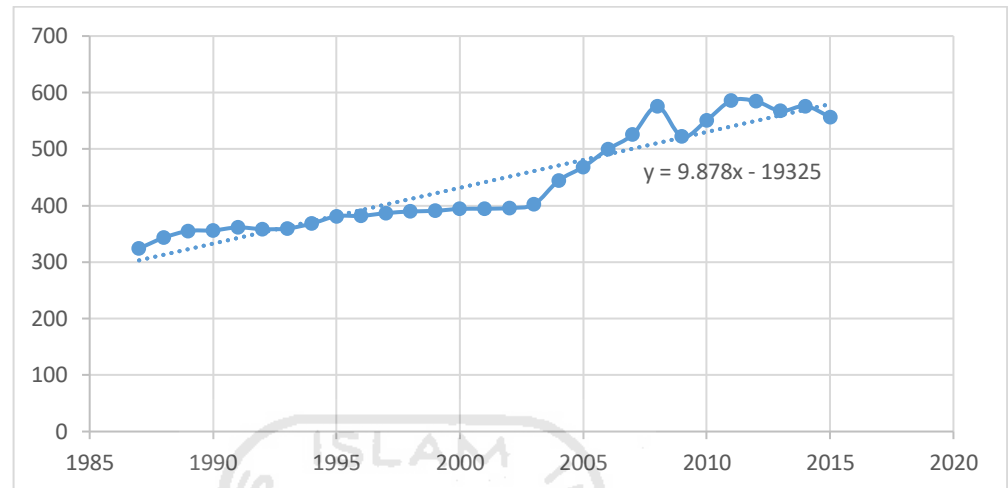
4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik susu diabetes bubuk beroperasi selama satu tahun produksi selama 330 hari. Dan tahun evaluasi pada tahun 2025. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2025 diperkirakan secara garis besar dengan

data indeks dari tahun 1987 sampai 2025, dicari dengan persamaan regresi linier.



Gambar 4.5 Grafik Indeks Harga dan Tahun

Persamaan yang diperoleh $y = 9,878x - 19325$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun 2025 sebesar:

Tabel 4.28 Harga Indeks Tahun Perancangan

Tahun	Indeks
2020	628.56
2021	638.438
2022	648.316
2023	658.194
2024	668.072
2025	677.95

Harga alat dan lainnya diperoleh dari situs (www.matche.com) dan referensi Peters dan Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries dan Newton, pada tahun 1955. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries dan Newton, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

E_x : Harga pembelian pada tahun 2025

E_y : Harga pembelian pada tahun referensi

N_x : Index harga pada tahun 2025

N_y : Index harga pada tahun referensi

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva spesifikasi. Maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan :

$$E_b = E_a \left(\frac{Cb}{Ca} \right)^{0,6}$$

Dimana :

E_a = harga alat a

E_b = harga alat b

C_a = Kapasitas alat a

C_b = Kapasitas alat b

4.8.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi susu diabetes bubuk = 24.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan pada tahun	= 2025
Kurs mata uang	= 1 US\$ = Rp 14.753,-
Harga bahan baku (susu sapi)	= Rp 850.755.915.514,66,-
Harga bahan baku (enzim laktase)	= Rp 18.379.479,50,-
Harga jual	= Rp 2.062.599.083.192,-

4.8.3 Perhitungan Biaya

1. *Capital Investment*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran yang diperlukan pada saat mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk pengoperasian pabrik. *Capital investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment* (FCI)

Fixed capital investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

b. *Working Capital Investment* (WCI)

Working capital investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

2. *Manufacturing Cost*

Manufacturing cost merupakan hasil penjumlahan antara *direct manufacturing cost*, *indirect manufacturing cost*. Atau biaya-biaya yang bersangkutan dalam pembuatan produk. *Manufacturing cost* meliputi:

a. *Direct Cost*

Merupakan pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

Merupakan pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed Cost*

Biaya-biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

3. *General Expenses*

General expenses adalah pengeluaran umum yang meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak masuk *manufacturing cost*.

4.8.4 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan ekonomi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh (besar atau tidaknya). Sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut layak berpotensi atau tidak secara ekonomi. Beberapa perhitungan yang digunakan dalam analisa kelayakan ekonomi dari suatu rancangan pabrik, antara lain:

1. *Return On Investment (ROI)*

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. Jumlah uang

yang diperoleh atau hilang tersebut dapat disebut bunga atau laba/rugi.

$$ROI = \frac{Keuntungan}{Fixed\ Capital} \times 100 \%$$

2. *Pay Out Time (POT)*

Pay out time adalah:

- a. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
- b. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
- c. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$POT = \frac{Fixed\ Capital\ Investment}{(KeuntunganTahunan + Depresiasi)}$$

3. *Break Even Point (BEP)*

Break Even Point merupakan titik impas produksi yaitu suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian. Jadi dapat dikatakan bahwa perusahaan yang mencapai titik *break even point* ialah perusahaan yang telah memiliki

kesetaraan antara modal yang dikeluarkan untuk proses produksi dengan pendapatan produk yang dihasilkan.

Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan total *cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP. Salah satu tujuan utama perusahaan adalah mendapatkan keuntungan atau laba secara maksimal bisa dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut:

- Menekan sebisa mungkin biaya produksi atau biaya operasional sekecil-kecilnya, serendah-rendahnya tetapi tingkat harga, kualitas, maupun kuantitasnya tepat dipertahankan sebisanya.
- Penentuan harga jual sedemikian rupa menyesuaikan tingkat keuntungan yang diinginkan/dikehendaki.
- Volume kegiatan ditingkatkan dengan semaksimal mungkin.

$$BEP = \frac{(Fa + 0,3 Ra)}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100 \%$$

Dimana:

Fa: *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum.

Ra: *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va: *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa: *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4. *Shut Down Point (SDP)*

Shut Down Point merupakan Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain

variable cost yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit). Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

$$SDP = \frac{(0,3 R_a)}{(S_a - V_a - 0,7 R_a)} \times 100 \%$$

5. *Discounted Cash Flow of Return (DCFR)*

Discounted Cash Flow Rate of Return adalah salah satu metode untuk menghitung prospek pertumbuhan suatu instrument investasi dalam beberapa waktu kedepan. Konsep DCFR ini didasarkan pada pemikiran bahwa, jika anda menginvestasikan sejumlah dana, maka dana tersebut akan tumbuh sebesar sekian persen atau mungkin sekian kali lipat setelah beberapa waktu tertentu. Disebut '*discounted cash flow*' atau ' arus kas yang terdiskon', karena cara menghitungnya adalah dengan mengestimasi arus dana dimasa mendatang untuk kemudian di *cut* dan menghasilkan nilai tersebut pada masa kini.

Biasanya seorang investor ingin mengetahui bahwa jika dia menginvestasikan sejumlah dana pada suatu instrumen investasi tertentu, maka setelah kurun waktu tertentu (misalnya setahun), dana tersebut akan tumbuh menjadi berapa. Untuk menghitungnya, maka digunakan Persamaan DCFR:

$$(FC+WC)(1+i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1+i)^N + WC + SV$$

Dimana:

FC : *Fixed Cost*

WC : *Working Cost*

SV : *Salvage Value*

C : *Cash Flow* (profit after taxes + depresiasi + finance)

N : Umur pabrik = 10 tahun

I : Nilai DCFR

4.8.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik susu diabetes bubuk memerlukan rencana PPC, PC, MC serta *General Expenses*. Hasil rancangan masing-masing disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabl 4.29 *Physical Plant Cost*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	92.591.635.673	6.402.662
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	23.129.614.895	1.600.665
3	Instalasi cost	17.496.553.252	1.210.834
4	Pemipaan	22.859.902.776	1.582.000
5	Instrumentasi	23.576.840.805	1.631.615
6	Insulasi	3.919.229.209	271.227
7	Listrik	9.251.845.958	640.266
8	Bangunan	59.875.000.000	4.143.599
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	202.800.000.000	14.034.602
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		455.427.446.473	31.517.470

Tabel 4.30 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	546.512.935.767	37.820.964
Total (DPC + PPC)		1.001.940.382.240	69.338.435

Tabel 4.31 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	1.001.940.382.240	69.338.435
2	Kontraktor	43.721.034.861	3.025.677
3	Biaya tak terduga	54.651.293.577	3.782.096
Fixed Capital Investment (FCI)		1.100.312.710.678	76.146.208

Tabel 4.32 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	934.840.387.519	64.694.837
2	<i>Labor</i>	18.606.000.000	1.287.612
3	<i>Supervision</i>	1.860.600.000	128.761
4	<i>Maintenance</i>	25.795.410.568	1.785.150
5	<i>Plant Supplies</i>	3.869.311.585	267.772
6	<i>Royalty and Patents</i>	20.625.990.832	1.427.404
7	<i>Utilities</i>	205.851.020.626	14.245.745
Direct Manufacturing Cost (DMC)		1.211.448.721.130	83.837.282

Tabel 4.33 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	2.790.900.000	193.142
2	<i>Laboratory</i>	1.860.600.000	128.761
3	<i>Plant Overhead</i>	14.884.800.000	1.030.090
4	<i>Packaging and Shipping</i>	185.633.917.487	12.846.638
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		205.170.217.487	14.198.631

Tabel 4.34 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	51.590.821.136	3.570.299
2	<i>Propertu taxes</i>	12.897.705.284	892.575
3	<i>Insurance</i>	6.448.852.642	446.287

<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	70.937.379.063	4.909.161
--	-----------------------	------------------

Tabel 4.35 Total *Manufacturing Cost (MC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	1.211.448.721.130	83.837.282
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	205.170.217.487	14.198.631
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	70.937.379.063	4.909.161
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		1.487.556.317.680	102.945.074

Tabel 4.36 *Working Capital (WC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	254.956.469.323	17.644.046
2	<i>In Process Inventory</i>	202.848.588.775	14.037.965
3	<i>Product Inventory</i>	135.232.392.516	9.358.643
4	<i>Extended Credit</i>	187.509.007.563	12.976.402
5	<i>Available Cash</i>	405.697.177.549	28.075.929
<i>Working Capital (WC)</i>		1.186.243.635.726	82.092.985

Tabel 4.37 *General Expenses*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	74.377.815.884	5.147.254
2	<i>Sales expense</i>	148.755.631.768	10.294.507
3	<i>Research</i>	74.377.815.884	5.147.254
4	<i>Finance</i>	36.622.577.999	2.534.434
<i>General Expense (GE)</i>		334.133.841.535	23.123.449

Tabel 4.38 Total Biaya Produksi

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	1.487.556.317.680	102.45.074
2	<i>General Expense (GE)</i>	334.133.841.535	23.123.449
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		1.821.690.159.215	126.068.523

Tabel 4.39 *Fixed Cost (Fa)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	51.590.821.136	3.570.299

2	<i>Property taxes</i>	12.897.705.284	892.575
3	<i>Insurance</i>	6.448.852.642	446.287
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		70.937.379.063	4.909.161

Tabel 4.40 *Variable Cost (Va)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	934.840.387.519	64.694.837
2	<i>Packaging & shipping</i>	185.633.917.487	12.846.638
3	<i>Utilities</i>	205.851.020.626	14.245.745
4	<i>Royalties and Patents</i>	20.625.990.832	1.427.404
<i>Variable Cost (Va)</i>		1.346.951.316.464	93.214.624

Tabel 4.41 *Regulated Cost (Ra)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor cost</i>	18.606.000.000	1.287.612
2	<i>Payroll overhead</i>	2.790.900.000	193.142
3	<i>Supervision</i>	1.860.600.000	128.761
4	<i>Plant overhead</i>	14.884.800.000	1.030.090
5	<i>Laboratory</i>	1.860.600.000	128.761
6	<i>General Expense</i>	334.133.841.535	23.123.449
7	<i>Maintenance</i>	25.795.410.568	1.785.150
8	<i>Plant supplies</i>	3.869.311.585	267.772
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		403.801.463.688	27.944.738

4.8.6 Analisa Keuntungan

Annual Sales (Sa) = Rp 2.062.599.083.192

Total Cost = Rp 1.821.735.225.449

Keuntungan sebelum pajak = Rp 240.863.857.743

Pajak Pendapatan = 30%

Keuntungan setelah pajak = Rp 168.604.700.420

4.8.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

4.8.7.1 Percent Return On Investment (ROI)

$$ROI = \frac{Keuntungan}{Fixed\ Capital} \times 100 \%$$

$$ROI \text{ sebelum pajak} = 37,34 \%$$

$$ROI \text{ setelah pajak} = 26,14 \%$$

4.8.7.2 Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{Fixed\ Capital\ Investment}{(Keuntungan\ Tahunan + Depresiasi)}$$

$$POT \text{ sebelum pajak} = 2,2 \text{ tahun}$$

$$POT \text{ sesudah pajak} = 2,93 \text{ tahun}$$

4.8.7.3 Break Even Point (BEP)

$$BEP = \frac{(Fa + 0,3 Ra)}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100 \%$$

$$BEP = 44,37 \%$$

4.8.7.4 Shut Down Point (SDP)

$$SDP = \frac{(0,3 Ra)}{(Sa - Va - 0,7 Ra)} \times 100 \%$$

$$SDP = 27,98 \%$$

4.8.7.5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

$$\text{Umur Pabrik} = 10 \text{ tahun}$$

$$Fixed\ Capital\ Investment = \text{Rp } 644.885.264.205$$

$$Working\ Capital\ (WC) = \text{Rp } 1.186.243.635.726$$

$$Salvage\ Value\ (SV) = \text{Rp } 51.590.821.136$$

$$Cash\ Flow\ (CF) = \text{Rp } 208.667.861.124$$

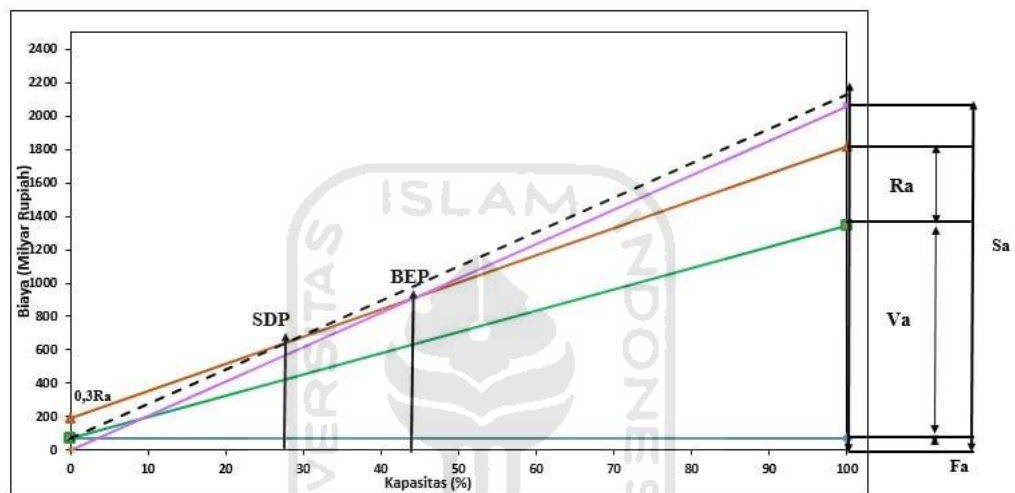
Discounted cash flow rate dihitung secara *trial & error*

$$(FC+WC)(1+i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1+i)^N + WC + SV$$

$$R = 5.147.371.812.208$$

$$S = 5.148.561.392.386$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 13,90 \%$



Gambar 4.6 Grafik Analisis Ekonomi

Ditinjau dari segi proses, sifat-sifat bahan baku, kondisi operasi dan persaingan dengan pabrik yang sama dapat dikatakan aman maka Pabrik Susu Diabetes Bubuk dengan Kapasitas 24.000 ton/tahun ini tergolong pabrik beresiko rendah.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan Pabrik Susu Diabetes Bubuk dengan Kapasitas 24.000 ton/tahun, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pabrik Susu Diabetes Bubuk berbentuk Perseroan Terbatas (PT) didirikan di Kecamatan Kejayan, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. dengan luas tanah keseluruhan 50.700 m² dan luas bangunan 23.950 m². Jumlah karyawan 146 orang dan beroperasi 330 hari/tahun.
2. Ditinjau dari segi proses, sifat-sifat bahan baku, kondisi operasi yang aman dan untuk persaingan dengan pabrik yang sama bisa bersaing karena dilihat dari kebutuhan susu diabetes yang diperkirakan pada tahun 2030 mencapai 421.000 ton/tahun maka Pabrik Susu Diabetes Bubuk dengan Kapasitas 24.000 ton/tahun ini tergolong pabrik beresiko rendah.
3. Berdasarkan hasil perhitungan analisa terhadap aspek ekonomi yang telah dilakukan pada pabrik ini didapatkan sebagai berikut:
 - Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 240.908.923.978 /tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 120.454.461.989 /tahun (Aries & Newton, 1955).

- Presentasi *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak adalah 37,36 % dan setelah pajak adalah 18,68 %. ROI setelah pajak minimum untuk pabrik beresiko rendah sebesar 11%. (Aries & Newton, 1955).
- *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 2,2 tahun dan setelah pajak adalah 3,7 tahun. (Aries & Newton, 1955).
- *Break Event Point* (BEP) yang didapat sebesar 44,36 % dan *Shut Down Point* (SDP) adalah 27,98 %. (Aries & Newton, 1955).
- *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) adalah 10,89 %. Suku bunga simpanan bank rata-rata pada saat ini sebesar 7,88 %.

Berdasarkan analisis kelayakan dapat disimpulkan bahwa Pabrik Susu Diabetes Bubuk dengan kapasitas 24.000 ton/tahun termasuk pabrik beresiko rendah dan layak dikaji lebih dalam untuk didirikan karena memiliki indikator ekonomi yang menguntungkan.

5.2 Saran

Dalam merancang suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut :

1. Pemilihan alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.

2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Melihat semakin meningkatnya penderita diabetes dari tahun ke tahun maka produk susu diabetes bubuk ini dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R. S., and R. D. Newton. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Statistic Indonesia. www.bps.go.id. Diakses pada 5 Maret 2020 pukul 20.00 WIB
- Bustan M, N. 2017. *Epidemiologi Penyakit Tidak Menular*. Jakarta. Rineka.
- Brown, G. G. 1973. *Unit Operations*. Modern Asia ed. Tokyo, Japan: Tuttle Company Inc.
- Brownell, L. E., and E. H. Young. 1979. *Equipment Design*. New Delhi: Wiley Eastern Limited
- Burdick, Edward. 2018 *Process for production of Alkyl Acrylates*. United States. The Interscience Encyclopedia
- Cambiella, A., J.M. Benito, C. Pazos, J. Coca. 2006. *Centrifugal Separation Efficiency in the treatment of Waste Emulsified Oils*. The Institutions of Chemical Engineers.
- Coulson, J. M., and J. F. Richardson. 1983. *Chemical Equipment Design*, Vol.6. New York: John Wiley and Sons. Inc.

- Geankoplis, C. J. 1978. *Transport Processes and Unit Operations*, 3rd ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall International, inc.
- Keenan, C. W., D. C Kleinfelter and J. H. Wood. 1984. *Kimia Untuk Universitas*, Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. 2020. <http://www.panganku.org> diakses pada 3 Mei 2020 pukul 20.00 WIB
- Kementrian Perindustrian. 2020. <http://www.kemenperin.go.id/> diakses pada 3 Mei 2020 pukul 20.00 WIB.
- Kementrian Pertanian. 2013. *Outlook 2013 Komoditas Pertanian Subsektor Peternakan Susu*.
- Kementrian Pertanian. 2014. *Outlook 2014 Komoditas Pertanian Subsektor Peternakan Susu*.
- Kementrian Pertanian. 2015. *Outlook 2015 Komoditas Pertanian Subsektor Peternakan Susu*.
- Kementrian Pertanian. 2016. *Outlook 2016 Komoditas Pertanian Subsektor Peternakan Susu*.
- Kementrian Pertanian. 2017. *Outlook 2017 Komoditas Pertanian Subsektor Peternakan Susu*.
- Kementrian Pertanian. 2018. *Outlook 2018 Komoditas Pertanian Subsektor Peternakan Susu*.
- Kementrian Pertanian. 2019. *Outlook 2019 Komoditas Pertanian Subsektor Peternakan Susu*.
- Kern, D. Q. 1983. *Process Heat Transfer*. New York: Mc Graw Hill Book Co. Ltd.
- Matche equipment cost. <http://www.matche.com/EquioCost> Diakses pada 20 Februari 2020 pukul 20.00 WIB.

McCabe, W. L. and J. C. Smith. 1976. *Unit Operation of Chemical Engineering*, 3rd ed. Singapore: McGraw Hill, Kogakusha, Ltd.

Perry, R.H. and D. W. Green. 1997, *Perry's Chemical Engineering Handbooks*, 7th edition, McGraw Hill Book Co., New York.

Peters, M. S., and K. D. Timmerhaus. 1981. *Plant Design Economic's for Chemical Engineering's*, 4th ed. New York: McGraw Hill Co. Ltd.

Smith, J. M., and H. C. Van Ness. 1987. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 4th ed. Singapore: McGraw Hill Book Company.

Sularso dan Tahara. 1983. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Pradnya Paramita.



- Sulistiani, dkk. 2015. *Purifikasi parsial dan karakterisasi β galaktosidase Lactobacillus plantarum B123 indigenos dan hidrolisis laktosa untuk produksi susu ultra high temperature rendah laktosa*. Departemen Tekonologi Pangan, IPB. Bogor.
- Ulrich, G.D., 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Spns, inc., New York.
- Walas, S. M. 1988. *Chemical Process Equipment*. New York : Butterworth Publishers, Reed Publishing Inc.
- Wang, Wen-qiong, Xue-Han, Huaxi Yi, Lan-wei Zhang. 2018. *The ultrafiltration efficiency and mechanism of transglutaminase enzymatic membrane reactor (EMR) for protein recovery from cheese whey*. Elsvier.
- Winarno, F. G. 1993. *Pangan Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- World Health Organization. www.who.int Diakses pada 30 April 2020 pukul 20.00 WIB
- Yaws, Carl. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York : McGraw-Hill.

LAMPIRAN



LAMPIRAN A

PERHITUNGAN REAKTOR

Fungsi : Menghidrolisis laktosa susu menjadi glukosa dan galaktosa

dengan bantuan enzim laktase.

Jenis : Reaktor *Batch* dengan jaket pemanas

Kondisi Operasi : Endotermis

$$T = 37^{\circ}\text{C}$$

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

a. Neraca Massa



Tabel 1. Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	Input		Output
	Arus 5 (kg/jam)	Arus 6 (kg/jam)	Arus 7 (kg/jam)
Air	17.590,84057	13.369,03884	30.956,56724
Protein	637,87632		637,87632
Lemak	27,90709		27,90709
Laktosa	69,90726		6,99073
Glukosa			33,11435
Galaktosa			33,11435
Karbohidrat	857,14631		857,14631
Abu	139,53545		139,53545
Kalsium	285,05098		285,05098
Fosfor	119,60181		119,60181

Besi	3,38872		3,38872
Natrium	71,76109		71,76109
Kalium	297,01116		297,01116
Tembaga	0,03987		0,03987
Seng	0,59801		0,59801
Beta-Karoten	0,00239		0,00239
Thiamin (Vit. B1)	0,05980		0,05980
Riboflavin (Vit. B2)	0,35881		0,35881
Niasin	0,39867		0,39867
Vitamin C	1,99336		1,99336
Lactase		0,03495	0,03495
Sub Total	20.103,47767	13.369,7379	33.472,55146
Total	33.472,55146		33.472,55146

b. Menghitung Kecepatan Volumetris

1. Menentukan Densitas Campuran

Tabel 2. Densitas

Komponen	Massa (kg/jam)	Fraksi massa (xi)	ρ_i (g/m ³)	$\rho_i \cdot x_i$ (kg/L)
Air	30956.56724	0.92483	1016.55982	0.94015
Protein	637.87632	0.01906	796.21591	0.01517
Lemak	27.90709	0.00083	942.12676	0.00079
Laktosa	6.99073	0.00021	1440.44993	0.00030
Glukosa	33.11435	0.00099	1440.44993	0.00143
Galaktosa	33.11435	0.00099	1440.44993	0.00143
Karbohidrat	857.14631	0.02561	1440.44993	0.03689
Abu	139.53545	0.00417	1509.54141	0.00629
Kalsium	285.05098	0.00852	1509.54141	0.01286
Fosfor	119.60181	0.00357	1752.27613	0.00626
Besi	3.38872	0.00010	7950.61433	0.00080
Natrium	71.76109	0.00214	981.88229	0.00211
Kalium	297.01116	0.00887	796.21591	0.00707
Tembaga	0.03987	0.00000	8602.33666	0.00001
Seng	0.59801	0.00002	7274.17251	0.00013
Beta-Karoten	0.00239	0.00000	1187.35126	0.00000
Thiamin (Vit. B1)	0.05980	0.00000	1187.35126	0.00000
Riboflavin (Vit. B2)	0.35881	0.00001	1187.35126	0.00001
Niasin	0.39867	0.00001	1187.35126	0.00001

Vitamin C	1.99336	0.00006	1187.35126	0.00007
Lactase	0.03495	0.00000	1040.00000	0.00000
Total	33472.55146	1.00000	45870.03914	1.03177

2. Menentukan Laju Alir Volumetris (Fv, L/jam)

$$F_v = \frac{\text{massa total}}{\text{densitas total}}$$

$$= 32.441,85753 \text{ L/jam}$$

$$= 540,69762 \text{ L/menit}$$

Sehingga didapatkan kecepatan volumetris sebesar 540,69762 L/menit.

c. Optimasi Reaktor

Tujuan dari optimasi reaktor adalah untuk mendapatkan jumlah dan volume optimal reaktor ditinjau dari konversi serta harga reaktor.

Menghitung Jumlah Reaktor

$$V = \frac{F_{Ao} \cdot x}{k \cdot C_{Ao} (1 - x)}$$

Diketahui:

$$F_v = 540,69762 \text{ L/menit}$$

$$x = 90 \%$$

$$k = 0,01919 \text{ /menit}$$

Setelah dilakukan perhitungan di excel, maka hasil yang didapatkan yaitu

Tabel 3. Optimasi Reaktor

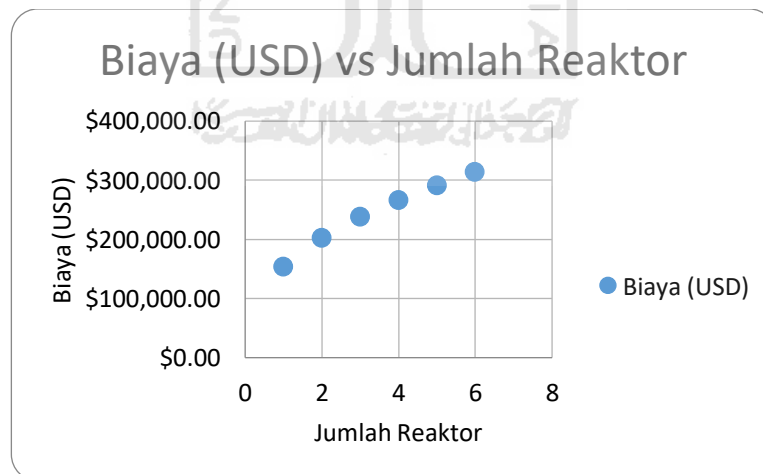
Jumlah Reaktor (n)	Volume (L)
1	253.607,7547
2	126.803,8774
3	84.535,91825
4	63.401,93869

5	50.721,55095
6	42.267,95912

Untuk mengetahui jumlah reaktor dilakukan optimasi. Dengan menggunakan harga reaktor yang didapat dari situs (www.matche.com) untuk mempertimbangkan jumlah reaktor dengan harga minimal. Dipilih *stainless stell* sebagai bahan pembuat reaktor

Tabel 4. Jumlah Reaktor dan Biaya

Jumlah Reaktor	V Reaktor (L)	V Reaktor (gal)	Biaya (USD)
1	304.329,30569	80.395,28134	\$152.943,50
2	152.164,65285	40.197,64067	\$201.810,16
3	101.443,10190	26.798,42711	\$237.344,69
4	76.082,32642	20.098,82034	\$266.290,10
5	60.865,86114	16.079,05627	\$291.151,49
6	50.721,55095	13.399,21356	\$313.178,20



Gambar 1. Jumlah Reaktor dan Biaya

Dari hasil optimasi, didapatkan harga paling ekonomis dengan menggunakan 1 buah reaktor.

d. Dimensi Reaktor

Dari Brownell & Young tabel 3.3 halaman 43, diperoleh perbandingan diameter dan tinggi reaktor 1:2 (D:H = 1:2)

Nilai $H/D < 2$ atau H/D diusahakan mendekati 1, karena jika terlalu besar/kecil maka pengadukan tidak sempurna, ada gradien konsentrasi dalam reaktor, dan distribusi panas tidak merata, maka diambil perbandingan 1:1 (D:H = 1:1).

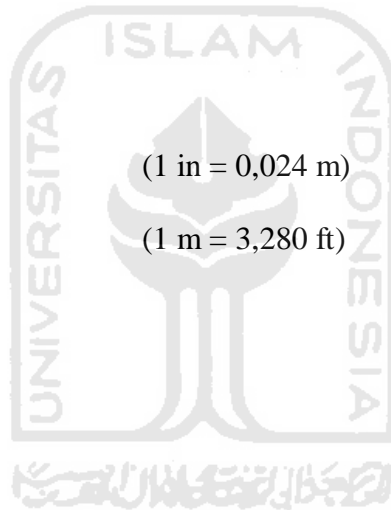
$$V_{shell} = \frac{\pi}{4} D^2 H$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_{shell}}{\pi}}$$

$$\begin{aligned} D &= 4,67869 \text{ m} \\ &= 184,20055 \text{ in} \\ &= 15,35005 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$D = H$$

$$\begin{aligned} H &= 4,67869 \text{ m} \\ &= 184,20055 \text{ in} \\ &= 15,35005 \text{ ft} \end{aligned}$$



Menghitung tinggi cairan :

$$H_{liq} = \frac{V}{\frac{\pi}{4} D^2}$$

$$H_{liq} = 4,30630 \text{ m}$$

e. Tekanan Desain

Tekanan operasi = 1 atm

$$P_{hidrolisis} = \frac{\rho_{mix} \left(\frac{g}{gc} \right) Hl}{144}$$

$$\rho_{mix} = 64,40875 \text{ lb/ft}^3$$

$$P_{hidrotatis} = 6,31934 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned} P_{abs} &= P_{operasi} + P_{hidrostatik} \\ &= 21,01934 \text{ psia} \end{aligned}$$

f. Ketebalan Dinding Reaktor

Cairan dalam reaktor beroperasi dalam tekanan atmosferik dan merupakan produk makanan, sehingga dipilih bahan konstruksi berupa *Stainless steel 316*.

Spesifikasi :

$$\text{Tekanan (P)} = 23,12127 \text{ psi}$$

$$\text{Jari-jari reaktor} = 92,10027 \text{ in}$$

$$\text{Sambungan yang diilih} = \text{Double Welded Butt Joint}$$

$$\text{Effisiensi sambungan (E)} = 0,8$$

$$\text{Allowable stress (f)} = 18750 \text{ psi}$$

$$\text{Corrosion allowance (C)} = 0,125 \text{ in/10 tahun}$$

$$ts = \frac{P \cdot ri}{(f \cdot E) - (0,6 \cdot P)} + C$$

$$\text{Tebal shell (ts)} = 0,26710 \text{ in}$$

$$ts_{standar} = 0,3125 \text{ in}$$

standarisasi OD shell

$$\text{OD shell} = \text{ID} + 2ts$$

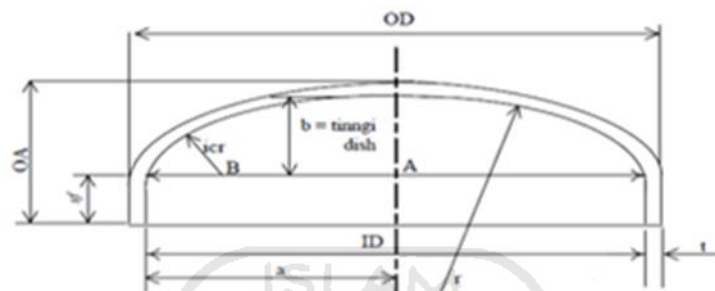
$$= 184,82555 \text{ in}$$

ODstandar = 192 in

g. Head Reaktor

Bentuk : *Torispherical dished head*

Dasar pemilihan : reaktor beroperasi pad tekanan atmosferik



Ketebalan head :

$$th = \frac{P \cdot rc \cdot W}{(2f \cdot E) - (0,2 \cdot P)} + C$$

$$th = 0.34924 \text{ in}$$

$$th \text{ standar} = 0,375 \text{ in}$$

Tebal head = Tebal bottom

sf (jarak leher) = 2,25 in (diambil dari 1,5-3)

Tinggi head :

$$OA = th + b + sf$$

$$OA = 38,50227 \text{ in}$$

$$= 3,20852 \text{ ft}$$

$$= 0,08150 \text{ m}$$

Tinggi Total Reaktor :

$$H = H_s + 2t_h$$

$$= 6,63461 \text{ m}$$

h. Perancangan Pengadukan

Viskositas cairan = 90,00226 cP

Dilihat dari nilai viskositas cairan, maka pengaduk reaktor dapat dipilih jenis *blade turbine*. dengan spesifikasi pengaduk "*flat six blade turbine with disk*" karena turbin ini dapat digunakan pada kecepatan tinggi pada cairan yang mempunyai viskositas sedang dan tidak terlalu kental.

Dimensi pengaduk :

$$\text{Diameter pengaduk (D}_i\text{)} = D_t/3 = 64 \text{ in}$$

$$\text{Jarak pengaduk dari dasar reaktor (Z}_i\text{)} = D_i = 64 \text{ in}$$

$$\text{Lebar baffle (J)} = 0,17D_i = 10,88 \text{ in}$$

$$\text{Panjang Blade (L)} = D_i/4 = 16 \text{ in}$$

$$\text{Offset 1} = \frac{1}{2}D_i = 32 \text{ in}$$

$$\text{Offset 2} = J/6 = 1,81333 \text{ in}$$

$$\text{Diameter penyangga pengaduk (D}_d\text{)} = \frac{2}{3}D_i = 42,66667 \text{ in}$$

$$\text{Tebal baffle (W)} = 0,2D_i = 12,8 \text{ in}$$

$$\text{Jumlah baffle} = 1$$

$$\text{Panjang baffle} = H_{ls} - (\text{offset}1 + 2) = 136,14407 \text{ in}$$

Tinggi cairan (Z_l) :

$$Z_l = 2,9D_i$$

$$= 185,6 \text{ in}$$

$$= 4,71424 \text{ m}$$

Kecepatan pengadukan :

$$N = \frac{600}{\pi \cdot Da} \sqrt{\left(\frac{WELH}{2 \cdot Da} \right)}$$

$$WELH = ZL \frac{\rho_{cairan}}{\rho_{air}}$$

$$WELH = 16,97395 \text{ ft}$$

$$N = 45,19510 \text{ rpm}$$

$$= 2711,75980 \text{ rph}$$

Power pengaduk :

$$P = \frac{Np \cdot N^3 D i^5 \rho}{gc}$$

$$P = 26,890902 \text{ Hp}$$

$$= 20,05254 \text{ kWh}$$

$$\text{Effisiensi} = 80\%$$

$$P \text{ standar} = 25 \text{ Hp}$$

$$= 22,34138 \text{ kWh}$$



i. Jaket Pemanas

Neraca Panas :

Komponen	Energi Masuk	Energi Keluar
----------	--------------	---------------

	(kJ/jam)	(kJ/jam)
ΔH_1	910526,645	-
ΔH_2	671537,2468	-
ΔH_3	-	1582499,5931
ΔH_R	415492,9788	-
Q pemanas	-	415057,2750
Total	1997556,868	1997556,868

Q pemanas = 415057 kJ/jam

Massa steam = 2371,63 kg/jam

ΔT_{LMTD} :

Hot Fluid (°F)		Cold Fluid (°F)
292,71	<i>Higher temp</i>	98,6
104	<i>lower temp</i>	98,6

$\Delta T_{LMTD} = 52,68247$ °F

Luas Selimut :

A = Luas selimut reaktor + Luas penampang bawah reaktor

$= (\pi \cdot D_o \cdot H_s) + (\pi/4 \cdot D^2)$

$= 971,36872$ ft²

Luas perpindahan yang dibutuhkan :

Ud = 30 Btu/ ft².F.jam

(Ud untuk Heavy organics (cold) dan steam sebesar 6-60 Btu/ft².F jam)

Q = 93961,62021 Btu/jam

$$A = \frac{Q}{Ud \cdot \Delta T_{LMTD}}$$

Luas transfer panas (A) = 59,45 ft²

Perhitungan Jaket pemanas :

$$\rho_{\text{steam}} = 1016,55982 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{massa steam} = 2371,63 \text{ kg/jam}$$

$$F_v = 2,33210 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume air dalam jaket (a)} &= F_v \cdot \text{Waktu tinggal (asumsi)} \\ &= 0,388833 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Diameter jaket (D_j) :

$$a = \frac{\pi \cdot D_j^2 \cdot (0,9H_s)}{4} - \frac{\pi \cdot D_t^2 \cdot (0,9H_s)}{4}$$

$$\text{OD shell} = 4,8768 \text{ m}$$

$$H_s = 4,67870 \text{ m}$$

$$D_j = 4,8869 \text{ m}$$

$$\text{Selisih } D_j \text{ dan OD tangki} = 0,0101 \text{ m}$$

Tebal Jaket :

$$t_j = \frac{P \cdot D}{f \cdot E - 0,6P} + C$$

$$t_j = 0,71322 \text{ in}$$

$$t_j \text{ standar} = 0,875 \text{ in}$$

$$\text{Diameter luar jaket (D2)} = D1 + 2t_j$$

$$D \text{ luar} = 194,14781 \text{ in}$$

Perhitungan Jaket Vessel :

Inner Pipe (Milk)

$$Re_i = \frac{L^2 \cdot N \cdot P}{\mu}$$

$$Re_i = 65412,8448$$

$$j_h = 100 \text{ (fig.24 Kern)}$$

$$h_i = j_h \cdot \frac{k}{D_i} \cdot \left(\frac{c \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu_{camp}}{\mu_{water}} \right)^{0,14}$$

$$h_i = 70,74543 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot \text{F}$$

Annulus Shell (Steam)

$$a_a = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2)$$

$$a_a = 0,8497 \text{ ft}^2$$

$$D_e = \frac{(D_2^2 - D_1^2)}{D_1}$$

$$D_e = 0,06765 \text{ ft}$$

$$G_a = W/a = 6154,52343 \text{ lb/jam.ft}^2$$

$$Re_a = \frac{D_e \cdot G_a}{\mu}$$

$$Re_a = 908,84918$$

$$j_H = 23 \text{ (Fig.28 Kern)}$$

$$h_o = j_H \cdot \frac{k}{D_e} \cdot \left(\frac{c \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu_{camp}}{\mu_{water}} \right)^{0,14}$$

$$h_o = 402,69518 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot \text{F}$$

$$h_{oi} = \frac{ODt}{IDt} h_o$$

$$h_{oi} = 402,67907 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

$$U_c = \frac{h_i \cdot h_{oi}}{h_i + h_{oi}}$$

$$U_c = 201,34356 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

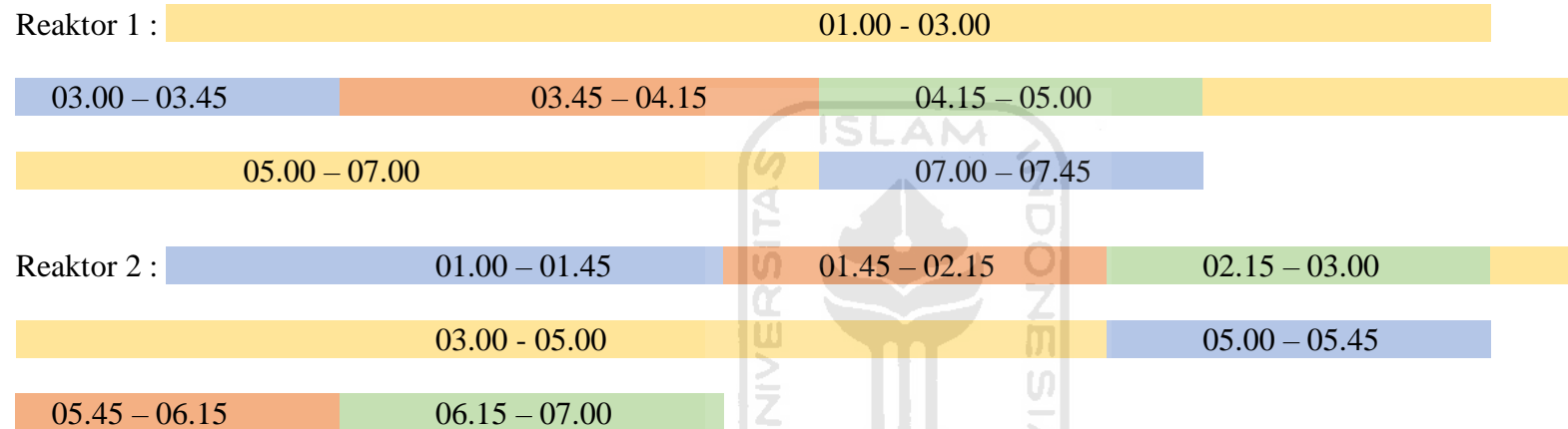
$$R_d = \frac{U_c - U_d}{U_c \cdot U_d}$$

$$R_d = 0,028367 \text{ (min. 0,001)}$$




j. Penjadwalan Reaktor


Jadwal Kerja Reaktor




Keterangan :

 : Waktu Pengosongan

 : Waktu Pencucian

 : Waktu Pengisian

 : Waktu Reaksi

LAMPIRAN B



FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext. 4110, 4100
F. (0274) 895007
E. fti@uii.ac.id
W. fti.uii.ac.id

Nomor : 055/Ka-Prodi/20/TK/IV/2020
Lamp : -
Hal : **Surat Tugas Pembimbing TA Prancangan Pabrik**

Yth. Bapak/Ibu Dosen
Kamariah, Dra., M.S.
Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri UII
Yogyakarta

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Berdasarkan peraturan akademis di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, mahasiswa tersebut di bawah ini:

1. Nama : Sarah Ayu
Nomor Mhs : 16521242
2. Nama : Desy Annisa Hidayaty
Nomor Mhs : 16521243

dinyatakan telah memenuhi persyaratan untuk melaksanakan TA Prancangan Pabrik. Sehubungan dengan itu kami memberi tugas Bapak/Ibu Dosen sebagai **Dosen Pembimbing 1 TA Prancangan Pabrik** mahasiswa tersebut di atas. Masa bimbingan terhitung mulai tanggal **27 April 2020** sampai dengan **24 Oktober 2020**

Demikian permohonan kami sampaikan, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dosen kami mengucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Yogyakarta, 24 April 2020
Ketua Program Studi,



Dr. Suharno Rusdi
NIK. 845210102



FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext. 4110, 4100
F. (0274) 895007
E. fti@uii.ac.id
W. fti.uii.ac.id

Nomor : 055/Ka-Prodi/20/TK/IV/2020
Lamp : -
Hal : **Surat Tugas Pembimbing TA Prarancangan Pabrik**

Yth. Bapak/Ibu Dosen
Venitality Alethea S. A., S.T., M.Eng.
Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri UII
Yogyakarta

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Berdasarkan peraturan akademis di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, mahasiswa tersebut di bawah ini:

1. Nama : Sarah Ayu
Nomor Mhs : 16521242
2. Nama : Desy Annisa Hidayaty
Nomor Mhs : 16521243

dinyatakan telah memenuhi persyaratan untuk melaksanakan TA Prarancangan Pabrik. Sehubungan dengan itu kami memberi tugas Bapak/Ibu Dosen sebagai **Dosen Pembimbing 2 TA Prarancangan Pabrik** mahasiswa tersebut di atas. Masa bimbingan terhitung mulai tanggal **27 April 2020** sampai dengan **24 Oktober 2020**

Demikian permohonan kami sampaikan, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dosen kami mengucapkan terima kasih.

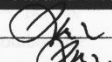
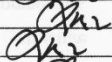
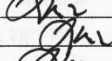
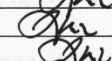
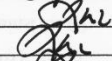
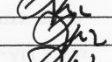
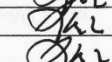
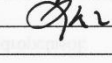
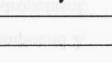
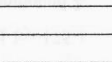
Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh

Yogyakarta, 24 April 2020
Ketua Program Studi,

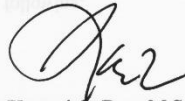

Dr. Suharno Rusdi
NIK: 845210102

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK

NamaMahasiswa1 : Sarah Ayu
 No.Mahasiswa1 : 16521242
 NamaMahasiswa2 : Desy Annisa Hidayaty
 No.Mahasiswa2 : 16521243
 Judul Prarancangan Pabrik : Pra Rancangan Pabrik Susu Diabetes Bubuk Dengan Kapasitas 24000 ton/tahun
 MulaiMasaBimbingan : 27 April 2020
 SelesaiMasaBimbingan : 28 September 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	28 April 2020	Konsultasi judul	
2	11 Mei 2020	Konsultasi kapasitas pabrik	
3	19 Juni 2020	Konsultasi neraca massa	
4	28 Juli 2020	Konsultasi alat besar	
5	11 Agustus 2020	Konsultasi utilitas	
6	25 Agustus 2020	Konsultasi ekonomi	
7	3 September 2020	Perancangan PEFD	
8	7 September 2020	Revisi PEFD	
9	9 September 2020	Konsultasi naskah	
10	11 September 2020	Revisi naskah	

Disetujui Draft Penulisan :
 Yogyakarta, 11 September 2020
 Pembimbing,


 (Kamariah, Dra., M.S.)

Catatan:

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Pra RancanganPabrik
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapatdifotocopy

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa 1 : Sarah Ayu
 No. Mahasiswa 1 : 16521242
 Nama Mahasiswa 2 : Desy Annisa Hidayaty
 No. Mahasiswa 2 : 16521243
 Judul Pra rancangan Pabrik : Pra Rancangan Pabrik Susu Diabetes Bubuk Dengan Kapasitas 24000 ton/tahun
 Mulai Masa Bimbingan : 27 April 2020
 Selesai Masa Bimbingan : 28 September 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	28 April 2020	Konsultasi judul	
2	11 Mei 2020	Konsultasi kapasitas pabrik	
3	19 Juni 2020	Konsultasi neraca massa	
4	28 Juli 2020	Konsultasi alat besar	
5	11 Agustus 2020	Konsultasi utilitas	
6	25 Agustus 2020	Konsultasi ekonomi	
7	3 September 2020	Perancangan PEFD	
8	7 September 2020	Revisi PEFD	
9	9 September 2020	Konsultasi naskah	
10	11 September 2020	Revisi naskah	

Disetujui Draft Penulisan :
 Yogyakarta, 11 September 2020
 Pembimbing,

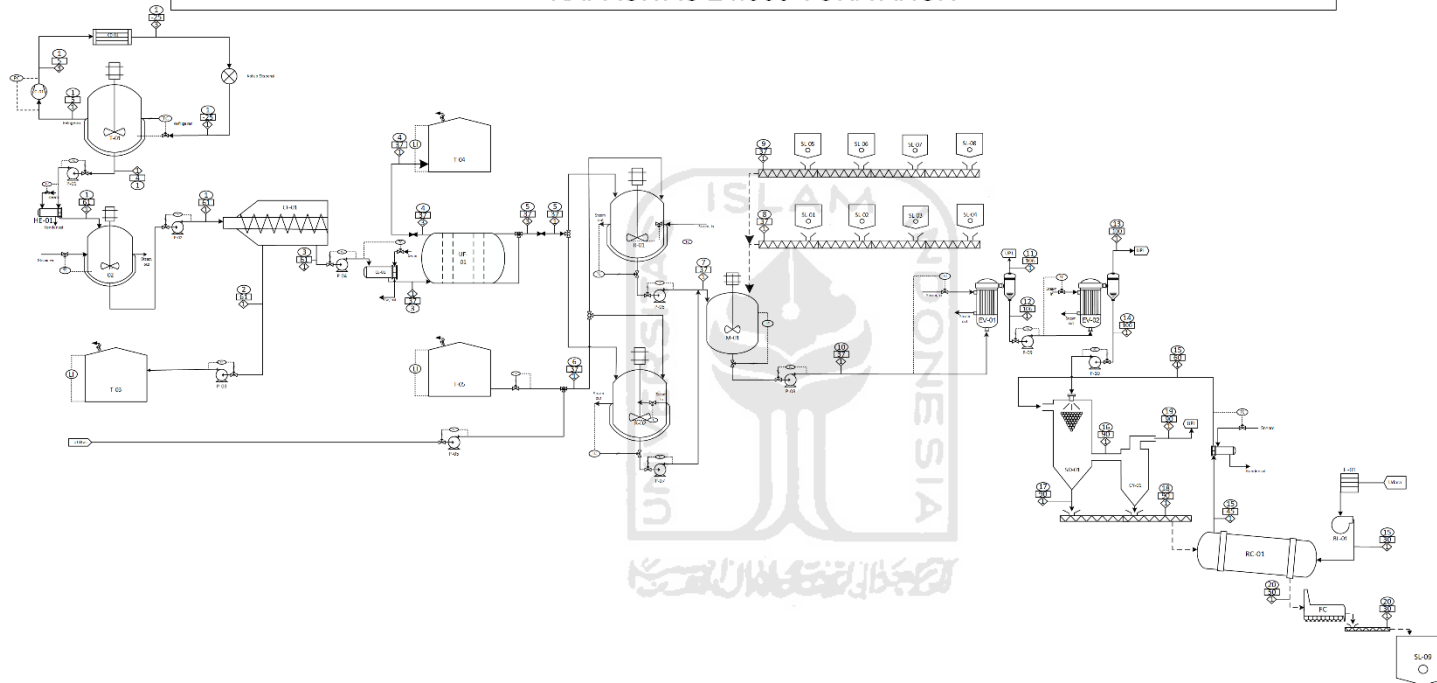


(Venitalitya Alethea S A, S.T.,
 M.Eng.)

Catatan:

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Pra Rancangan Pabrik
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK SUSU DIABETES BUBUK
KAPASITAS 24.000 TON/TAHUN



Kategori	Area (cm²)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Air	1.280.440	-0.285	1.249.314	3.479	1.249.341	1.249.630	1098.927	-	-	1098.927	1.249.341	1.249.630	4847.338	951.295	-	919.324	131.945	-	-	131.945
Slurri	657.476	-	657.476	-	657.476	-	657.476	-	-	657.476	-	657.476	-	657.476	-	657.476	-	-	-	657.476
Slurri	657.476	657.476	37.587	-	37.587	-	37.587	-	-	37.587	-	37.587	-	37.587	-	37.587	-	-	-	37.587
Slurri	958.675	-	958.675	958.703	-	958.703	-	-	-	958.703	-	958.703	-	958.703	-	958.703	-	-	-	958.703
Slurri	-	-	31.114	-	31.114	-	31.114	-	-	31.114	-	31.114	-	31.114	-	31.114	-	-	-	31.114
Slurri	857.145	-	857.145	-	857.145	-	857.145	-	-	857.145	-	857.145	-	857.145	-	857.145	-	-	-	857.145
Slurri	389.252	-	389.252	-	389.252	-	389.252	-	-	389.252	-	389.252	-	389.252	-	389.252	-	-	-	389.252
Slurri	283.511	-	283.511	-	283.511	-	283.511	-	-	283.511	-	283.511	-	283.511	-	283.511	-	-	-	283.511
Slurri	119.002	-	119.002	-	119.002	-	119.002	-	-	119.002	-	119.002	-	119.002	-	119.002	-	-	-	119.002
Slurri	1.180	-	1.180	-	1.180	-	1.180	-	-	1.180	-	1.180	-	1.180	-	1.180	-	-	-	1.180
Slurri	7.180	-	7.180	-	7.180	-	7.180	-	-	7.180	-	7.180	-	7.180	-	7.180	-	-	-	7.180
Slurri	397.011	-	397.011	-	397.011	-	397.011	-	-	397.011	-	397.011	-	397.011	-	397.011	-	-	-	397.011
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-	-	0.000
Slurri	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	-</											