

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Uraian proses dimulai dengan cara mendapatkan bahan baku, bahan pembantu, cara penyimpanan bahan baku, alat/tangki penyimpanan bahan baku, pemilihan teknologi proses, penyimpanan produk jadi sehingga terbentuk bagan alir yang membentuk proses produksi yang efisien.

3.1.1. Tahap Persiapan Bahan Baku dan Bahan Pembantu

Bahan baku berupa tetes tebu atau disebut molases harus tersedia secara kontinu dan harus memiliki persediaan yang cukup banyak untuk diproses selama musim giling tebu mulai berkurang, hal ini hanya bisa terlaksana apabila suplai bahan baku dapat berjalan dengan lancar sesuai kualitas yang diinginkan. Berdasarkan data pabrik gula yang ada di Indonesia termasuk pabrik gula yang akan dibangun, yang telah disinggung pada bab sebelumnya, jumlah bahan baku berupa tetes tebu tersedia cukup melimpah baik yang berada di pulau Jawa maupun luar Jawa (Lampung).

Bahan pembantu dalam proses fermentasi yang diperlukan adalah meliputi air, NPK, urea, Ragi/yeast (jenis *saccaromyces cereviseae*). Bahan tersebut relatif mudah ditemukan di pasar/

toko-toko bahan kimia sehingga tidak ada kekawatiran akan bahan tersebut untuk mendapatkannya.

3.1.2. Tahap Penyimpanan Bahan Baku dan Bahan Pembantu

Unit storage atau unit penyimpanan bahan baku berfungsi sebagai penyimpanan berupa tetes tebu mentah yang baru dipasok dari supplier (molase mentah) dengan kekentalan minimal 85 °brix, disaring untuk menghilangkan kotoran kemudian dimasukkan tempat pencampuran/mixer dengan bahan pembantu lainnya. Untuk penyimpanan bahan pembantu berupa urea, asam pospat, ragi disimpan pada tempat yang tidak terlalu lembab. Air dengan suhu 70 °C (telah disediakan oleh unit cooling tower) sebagai bahan pembantu.

3.1.3. Tahap Pencampuran/mixer

Proses awal yang harus dilakukan adalah mengencerkan tetes tebu terlebih dahulu hingga konsentrasinya mencapai 14% atau 40° brix dari tetes yang diterima dari supplier dengan kepekatan 85 °brix.. Tambahkan unsur urea (N) dan NPK/asam fosfat (P) untuk menambah nutrisi pada ragi. Kadar urea yang dibutuhkan adalah 5% dari besarnya kadar gula yang ada didalam larutan fermentasi, sedangkan untuk kadar NPK besarnya 0,1% dari kadar gula yang didalam larutan fermentasi. Haluskan urea dan NPK kemudian campurkan dengan larutan molase dan diaduk hingga rata. Kemudian tambahkan ragi sebanyak 0,2% dari kadar gula yang ada didalam larutan molase. Berikan air hangat (32°C) pada ragi tersebut

secukupnya dan aduk hingga mengeluarkan busa dan kemudian disirkulasikan dengan menggunakan pompa hingga tetes dan air bercampur dengan baik. Pencampuran dianggap selesai bila kepekatan mencapai 40 °brix dan dipanaskan dengan uap air panas (steam) hingga suhunya mencapai 90 °C. Tujuan diberikan air panas untuk mempercepat proses pelarutan, sedangkan pemanasan dengan uap air panas untuk sterilisasi larutan tetes. Setelah tercampur dengan baik ditambahkan asam sulfat (H₂SO₄) untuk mengendapkan kandungan mineral garam dan untuk memecah sukrosa menjadi monosakarida berupa senyawa d-glukosa dan d-fruktosa (senyawa karbohidrat dalam bentuk gula yang paling sederhana).

Perhitungan jumlah sel menggunakan *haemocytometer* :

$$\text{jumlah} \frac{\text{sel}}{\text{mol}} = a \times 5 \times 10^4 \times \text{pengenceran}$$

dimana : a = jumlah sel dalam 5 kotak haemocytometer

$$5 \times 10^4 = \text{volume dalam 5 kotak}$$

3.1.4 Tahap Fermentasi

Tahap ini menggunakan tangki fermentor (*main fermenter*) dengan dilengkapi pipa aliran udara dan pipa aliran air pendingin yang berasal dari air sumur (cooling tower) untuk menjaga suhu fermentasi pada 30-32 °C. Tahap fermentasi ini berlangsung selama 12 jam hingga kadar alkohol menjadi 8,5-9% dan kekentalan 6,5-7°brix. Setelah kadar alkohol 8,5-9% terpenuhi, larutan hasil fermentasi dipompa menuju separator untuk dipisahkan antara hasil

fermentasi (cairan mash) dengan ragi (*yeast cream*). Separator ini menggunakan alat *rotary vacuum filter* yang merupakan alat dengan prinsip vacuum sehingga ragi (*yeast cream*) dan cairan hasil fermentasi (cairan mash) yang memiliki perbedaan massa jenis dapat dipisahkan. Ragi yang didapatkan masih dalam konsentrasi yang tinggi. Dari hasil fermentasi tidak semuanya dipisahkan raginya, hanya sekitar 80-90% saja. Sisanya 10-20% tidak diambil raginya karena mengandung kotoran-kotoran sisa berupa endapan garam mineral. Hasil fermentasi yang telah dipisahkan ini langsung masuk ke tangki mash (*mash tank*). Dan selanjutnya didistilasi hingga menjadi alkohol prima (*fine alcohol*) dengan kadar mencapai 96,5%. Pada tahap fermentasi ini terjadi reaksi hidrolisa, dimana sukrosa diubah menjadi glukosa. Persamaan reaksi hidrolisa yaitu:



Sedangkan reaksi utama adalah reaksi fermentasi, dimana glukosa diubah menjadi etanol dan air. Persamaan reaksinya adalah:



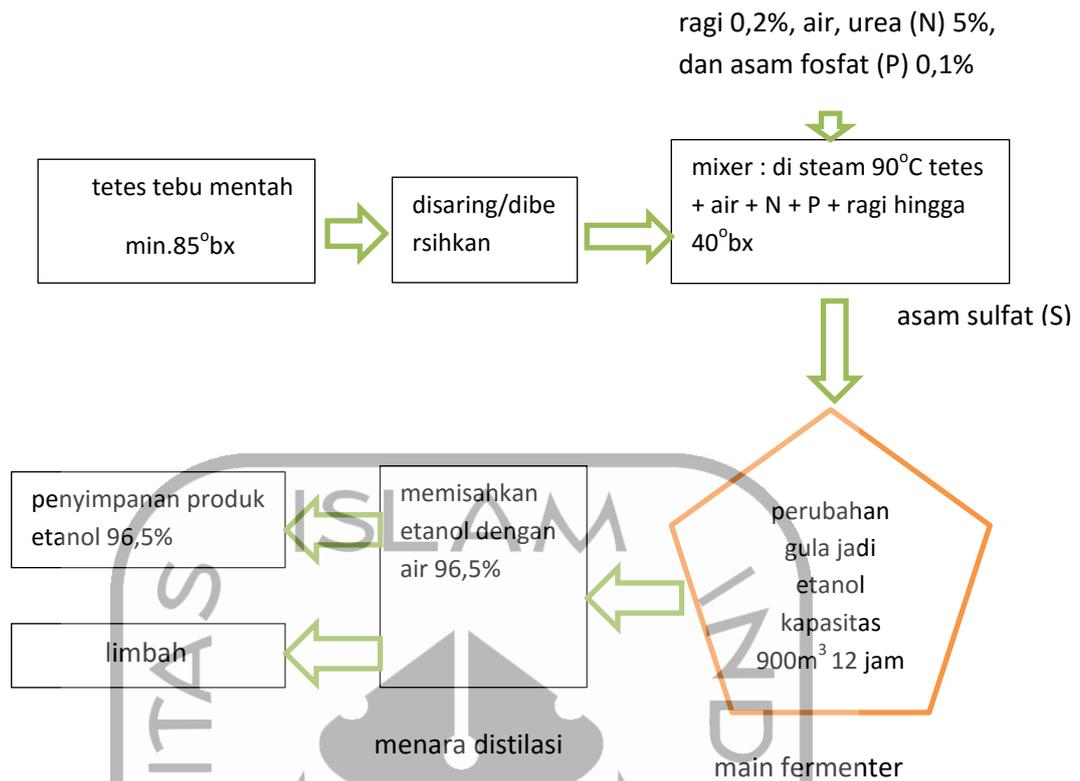
3.1.5 Tahap Distilasi



Sampai dengan proses fermentasi kandungan alkohol/etanol masih sangat rendah yaitu sekitar 8-10% , untuk itu perlu dinaikan konsentrasinya dengan proses distilasi (penyulingan) bertingkat. Distilasi adalah rangkaian proses untuk memisahkan etanol dari campuran etanol dan air. Distilasi merupakan alat yang paling mudah dioperasikan atau cara yang paling mudah untuk memisahkan yang secara thermal efisien, bahkan untuk larutan yang berbeda suhu

didihnya. Pada tekanan atmosfer air mendidih pada suhu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ sedangkan etanol pada suhu $77\text{ }^{\circ}\text{C}$. Perbedaan titik didih ini yang memungkinkan pemisahan campuran etanol dan air.

Prinsip dasar: Jika larutan campuran air dan etanol dipanaskan, akan lebih banyak molekul etanol menguap dibanding air. Jika uap-uap ini didinginkan (dikondensasi) maka konsentrasi etanol dalam cairan yang dikondensasikan akan lebih tinggi dari pada dalam larutan aslinya. Jika kondensat ini dipanaskan lagi dan kemudian dikondensasikan, maka konsentrasi etanol akan lebih tinggi lagi. Proses ini dapat diulang terus sampai sebagian besar dari etanol dikonsentrasikan dalam suatu fasa. Namun demikian hal ini ada batasnya. Pada larutan 96% etanol, didapatkan suatu campuran dengan titik didih yang sama (azeotrop). Pada keadaan ini, jika larutan 95-96% alkohol ini dipanaskan, maka rasio molekul air dan etanol dalam kondensat akan tetap konstan sama. Apabila kadar alkoholnya sudah 95% dilakukan dehidrasi atau penghilangan air dengan menggunakan kapur tohor (gamping bakar) atau zeolit sintetis. Tambahkan kapur tohor pada etanol, biarkan semalam, dan setelah itu distilasi lagi hingga kadar airnya kurang lebih 0,5%.



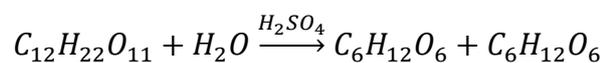
Gambar 3.1 Alur Proses Produksi

3.2. Neraca Massa

3.2.1 Mixer

Komponen	Total masuk				Total keluar	
	F ₁	w ₁ %	F ₂	w ₂ %	P	w ₃ %
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	19.021,09	70,08	-	-	1.012,54	3,60
C ₆ H ₁₂ O ₆ (glukosa)	-	-	-	-	9.476,20	33,72
C ₆ H ₁₂ O ₆ (fruktosa)	-	-	-	-	9.476,20	33,72
H ₂ O	8.120,25	29,92	-	-	7.176,39	25,54
H ₂ SO ₄	-	-	8,86	0,92	8,86	0,03
H ₃ PO ₄	-	-	27,69	2,89	27,7	0,10
CO(NH ₂) ₂	-	-	922,81	96,19	922,81	3,29
Jumlah	27.141,34	100	959,36	100	28.100,7	100

Reaksi kimia:



3.2.2 Seed fermentor dan pre fermentor

Komponen	Total masuk				Total keluar	
	F ₁	w ₁ %	F ₂	w ₂ %	P	w ₃ %
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	1.012,54	3,6	-	-	1.012,54	3,6
C ₆ H ₁₂ O ₆ (glukosa)	9.476,2	33,72	-	-	9.476,2	33,7
C ₆ H ₁₂ O ₆ (fruktosa)	9.476,2	33,72	-	-	9.476,2	33,7
H ₂ O	7.176,39	25,54	-	-	7.176,39	25,52
H ₂ SO ₄	8,86	0,03	-	-	8,86	0,03
H ₃ PO ₄	27,7	0,1	-	-	27,7	0,1
CO(NH ₂) ₂	922,81	3,29	-	-	922,81	3,28
Ragi/yeast	-	-	18,83	100	18,83	0,07
Jumlah	28.100,7	100	18,83	100	28.119,54	100

Reaksi kimia:

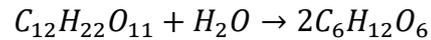


3.2.3 Main fermentor

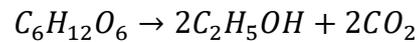
Komponen	Total masuk		Total keluar			
	F	w ₁ %	P	w ₂ %	W	w ₃ %
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	1.012,54	3,6	-	-	-	-
C ₆ H ₁₂ O ₆ (glukosa)	9.476,2	33,7	1.054,63	4,49	-	-
C ₆ H ₁₂ O ₆ (fruktosa)	9.476,2	33,7	9.475,1	40,35	-	-
C ₂ H ₅ OH	-	-	4.848,88	20,65	-	-
H ₂ O	7.176,39	25,52	7.123,22	30,34	-	-
H ₂ SO ₄	8,86	0,03	8,86	0,04	-	-
H ₃ PO ₄	27,7	0,1	27,7	0,12	-	-
CO(NH ₂) ₂	922,81	3,28	922,81	3,93	-	-
Ragi/yeast	18,83	0,07	18,83	0,01	-	-
CO ₂	-	-	-	-	4.639,51	100
Jumlah	28.119,54	100	23.480,03	100	4.639,51	100

Reaksi kimia:

- Reaksi hidrolisa



- Reaksi fermentasi



3.2.4 Menara distilasi

Komponen	Total masuk		Total keluar			
	F	w ₁ %	P	w ₂ %	W	w ₃ %
C ₆ H ₁₂ O ₆ (glukosa)	1.054,63	4,49	-	-	1.054,63	5,72
C ₆ H ₁₂ O ₆ (fruktosa)	9.475,1	40,35	-	-	9.476,2	51,42
C ₂ H ₅ OH	4.848,88	20,65	4.848,88	96,01	-	-
H ₂ O	7.123,22	30,34	201,62	3,99	6.920,49	37,55
H ₂ SO ₄	8,86	0,04	-	-	8,86	0,05
H ₃ PO ₄	27,7	0,12	-	-	27,7	0,15
CO(NH ₂) ₂	922,81	3,93	-	-	922,81	5,01
Ragi/yeast	18,83	0,08	-	-	18,83	0,1
Jumlah	23.480,03	100	5.050,5	100	18.429,52	100

3.3. Spesifikasi Mesin Produk

3.3.1. Tangki Penyimpanan Bahan Baku

Spesifikasi Tangki

Fungsi : Menyimpan stock molase

Tipe : Tangki silinder tegak dasar rata
& atap conical

Jumlah : 3 buah

Volume : 2620 bbl / 110,040 gallon

Suhu Operasi : 30 °C

Tekanan Operasi : 1 atmosfer

Material : Carbon steel SA 283 C

Dimensi tangki

Diameter : 7,6201 m

Tinggi : 9.1441 m

Tebal shell

Course 1 : 0,6875 in (0,0175 m)

Course 2 : 0,625 in (0,0159 m)

Course 3 : 0,5625 in (0,0143 m)

Course 4 : 0,5 in (0,0127 m)

Course 5 : 0,4375 in (0,0111 m)

Tebal head : 0,4375 in (0,111 m)

Tinggi head : 1,3867 m

Sudut Θ : 20°

Tinggi total : 10,531 m

3.3.2. Fermentor

Alat-alat yang terdapat pada unit fermentasi antara lain :

3.3.2.1 Tangki Seed Fermentor

Adalah tempat steril yang berbentuk silinder tertutup yang dilengkapi dengan sparger (penyembur) dan cooling jacket (jaket pendingin), digunakan untuk pembiakan awal yeast

dengan spesifikasi :

Bahan : stainless steel

Tinggi shell : 2 meter

Diameter in : 1,3 m

Tebal shell : 4 mm

Volume efektif : 2 m³

Kondisi operasi :

- a) Sterilisasi tangki hingga suhu 100 °C
- b) Sterilisasi media suhu 90-100 °C
- c) Kekentalan awal 16-18 °brix dan akhir 8 °brix
- d) Waktu fermentasi 12-14 jam
- e) Kondisi aerob
- f) Suhu operasi 32 °C
- g) pH 4,5-5

Umpan : tetes tebu

Bahan pembantu : air proses, larutan formalin 37%, steam, urea, asam fosfat, agen antifoam, yeast awal dari laboratorium.

Produk : mash dengan kandungan yeast +/- 4.10⁸

3.3.2.2. Tangki Pre Fermentor

Fungsi : sebagai tempat pembiakan lanjut yeast

Bentuk : silinder tertutup tegak yang dilengkapi

sistem penyedot air (siphon pot).

Spesifikasi :

- a) Bahan : stainless steel

- b) Tinggi shell : 6 m
- c) Diameter shell : 3,8 m
- d) Tinggi atap kronis : 0,5 m
- e) Tebal shell : 4 mm
- f) Volume efektif : 50 m³

Kondisi operasi :

- a) Sterilisasi tangki hingga suhu 100°C
- b) Pasteurisasi media hingga suhu 66-75°C
- c) Waktu fermentasi 14 jam
- d) Kondisi aerob
- e) Suhu 32°C
- f) pH 4-5,2

Umpan : tetes tebu

Bahan pembantu : air proses, larutan formalin, steam, urea, asam fosfat, agen antifoam, mash dari seed fermentor.

Produk : mash yang mengandung yeast untuk fermentasi di main fermentor.

3.3.2.3 Tangki Main Fermentor

Fungsi : sebagai tempat terjadinya proses fermentasi yang mengubah glukosa (substansi) menjadi alkohol (produk).

Bentuk : silinder tegak tertutup yang dilengkapi dengan

sparger dan heat exchanger diluar tangki.

Spesifikasi :

a) Bahan : carbon steel

b) Tinggi shell : 9,36 m

c) Diameter shell : 10,35 m

d) Tinggi atap konis : 1,6 m

e) Tebal shell : 8-8-8-6-6-6

f) Volume efektif : 800 m³

Kondisi operasi :

a) Sterilisasi tangki sampai suhu 94 °C

b) Kekentalan awal 16 °Bx dan akhir 8 °Bx

c) Waktu fermentasi 36 hingga 40 jam

d) Kondisi anaerob

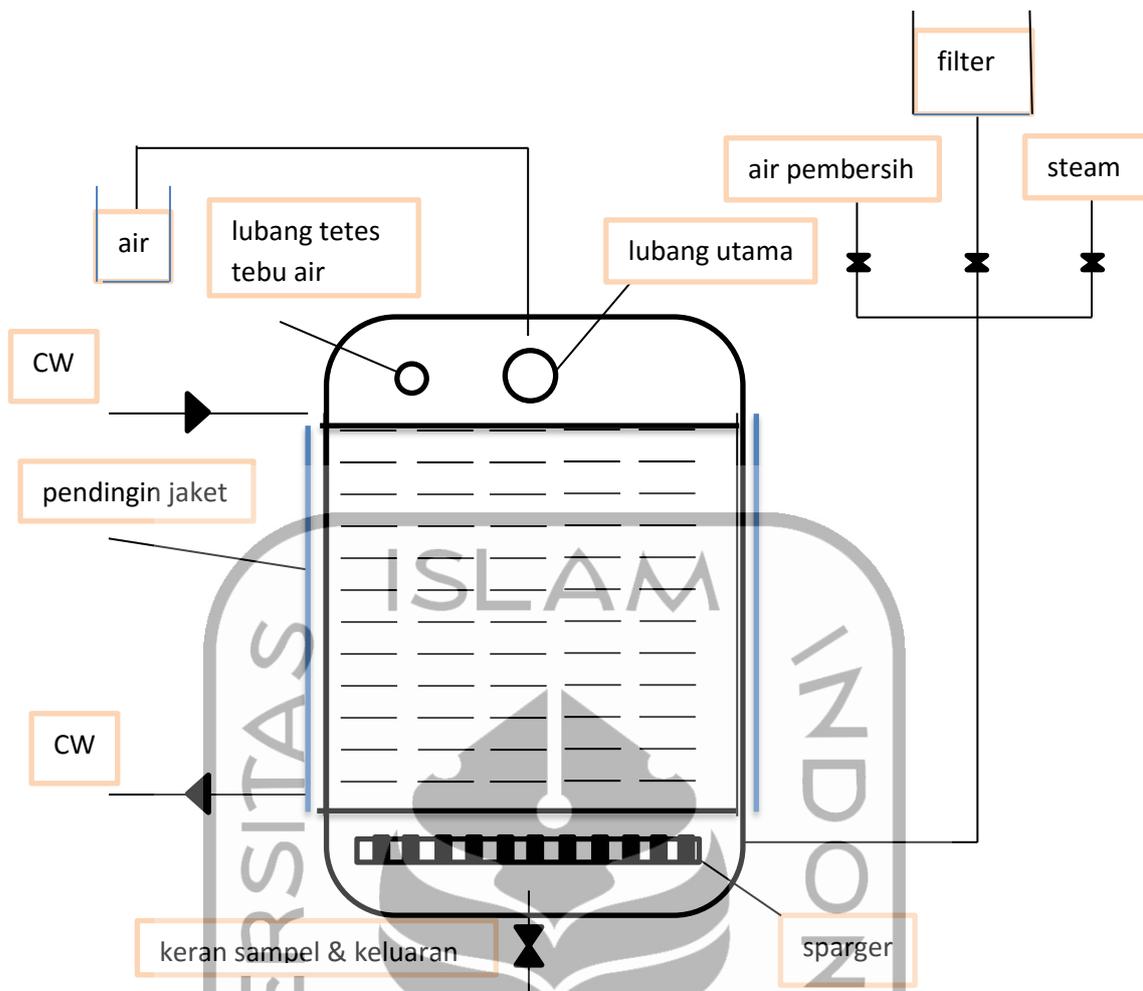
e) Suhu 32 °C

f) pH 4-5

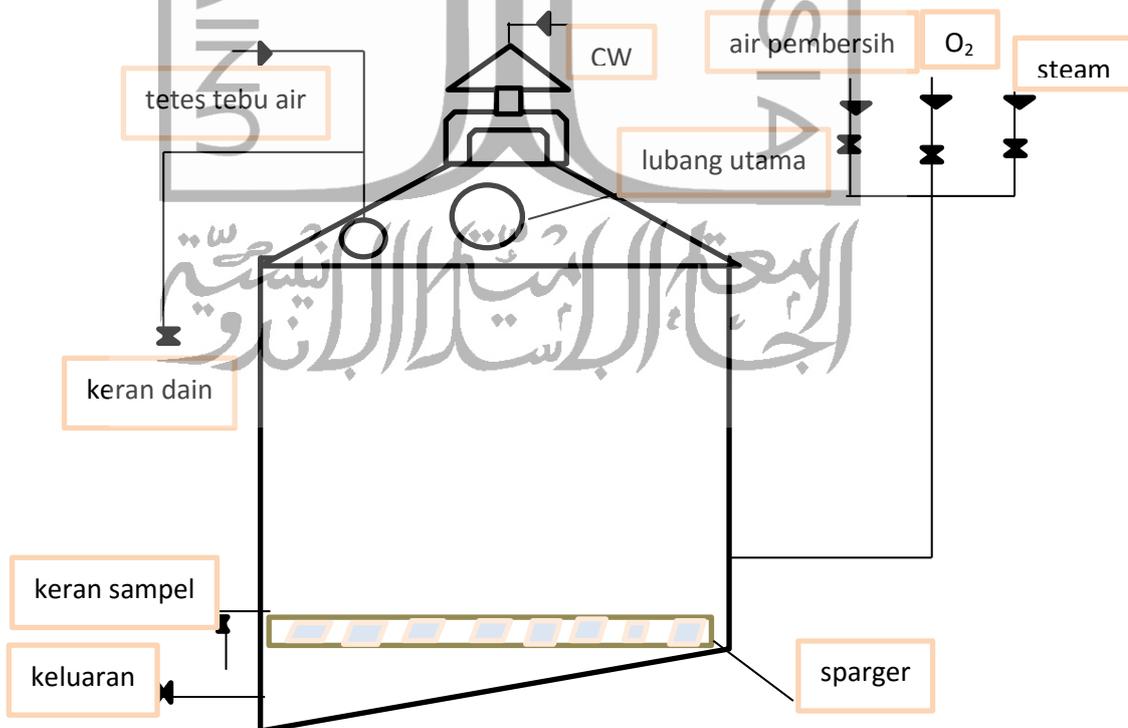
Umpan : tetes tebu

Bahan pembantu : air proses, larutan formalin 37 °C, steam, urea, antifoam, mash dari pre fermenter.

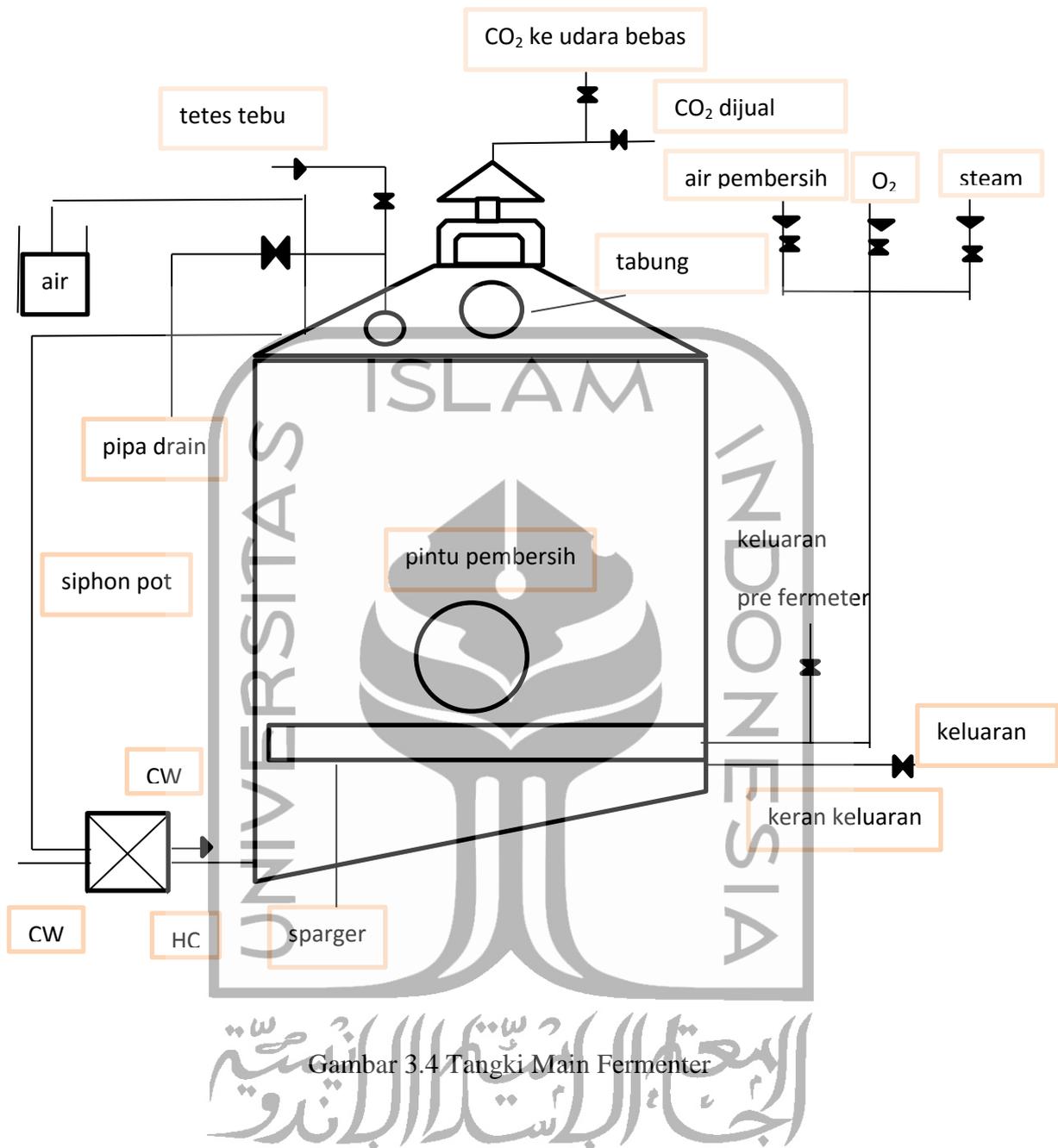
Produk : mash yang mengandung alkohol dengan kadar alkohol sekitar 11-12%



Gambar 3.2 Tangki Seed Fermenter



Gambar 3.3 Tangki Pre Fermenter



Gambar 3.4 Tangki Main Fermenter

3.3.3 Unit Distilasi (Penyulingan)

Proses distilasi (menyuling) mash dari unit fermentasi untuk mendapatkan alkohol/etanol berkadar 96,50% bv bebas metanol, acetaldehyde dan logam berat.

Alat-alat utama pada unit distilasi antara lain:

1. Mash Distilling column/Menara penyulingan mash

Menara ini merupakan distilasi vakum dengan 39 tray (baki) dengan sumber energi utama berupa steam dengan sistem open steam.

Spesifikasi menara penyulingan mash

Fungsi : Memisahkan produk larutan etanol

dari air dengan top product larutan

etanol 45 % volum

Jenis	: Tray column
Jumlah	: 1 buah
Material	: Carbon steel SA 285 C
Tekanan operasi	: 1 atmosfer
Suhu top	: 96,92 °C
Suhu bottom	: 99,99 °C
Diameter	: 1,143 m
Total Shell atas	: Torispherical head
Tinggi head atas	: 0,0058 m
Tinggi head bawah	: 0,0058 m
Tabel head atas	: 0,00476 m (0,1875 inc)
Tabel head bawah	: 0,0635 m (0,25 inc)
Jenis plate	: Sieve tray
Jumlah plate	: 39
Plate spacing	: 0,5 m
Feed plate	: Plate ke 6 dari atas
Tinggi total	: 30,22 m

2. Rectifying column/Menara pemurnian

Menara pemurnian etanol/alkohol mentah dengan tray untuk memisahkan luter water dari etanol dan pengambilan heads, feints, dan fusel oil. Produk yang dihasilkan adalah etanol sebagai produk utama yang kemudian dimasukkan dalam filling film heat exchanger untuk diembunkan.

Spesifikasi menara penyulingan mash

Fungsi : Memisahkan produk larutan etanol dari air dengan top product larutan

etanol 96 % volum

Jenis : Tray column

Jumlah : 1 buah

Material : Carbon steel SA 285 C

Tekanan operasi : 1 atmosfer

Suhu top : 82,969 °C

Suhu bottom : 99,99 °C

Diameter : 1,346 m

Total Shell atas : Torispherical head

Tinggi head atas : 0,00676 m

Tinggi head bawah : 0,00676 m

Tabel head atas : 0,0635 m (0,25 inc)

Tabel head bawah : 0,0635 m (0,25 inc)

Jenis plate : Sieve tray

Jumlah plate : 52

Plate spacing : 0,5 m

Feed plate : Plate ke 7 dari atas

Tinggi total : 33,47 m

3.3.4 Condensor (C01)

Spesifikasi

Fungsi : Mendinginkan uap hasil menara 2

Tipe : Shell and tube

Jumlah : 1 buah

Beban Panas : 2.285.018,52 kJ/jam

Luas Transfer panas : 343,26 ft²

Panjang pipa : 2,4384 m

Shell side

Fluida : Vapor top product MD-02

Laju alir : 2588,93 kg/jam

Material : Stainless steel SA 283 grade C

Suhu masuk : 82,969 °C

Suhu keluar : 80,717 °C

ID shell : 23,25 in

Baffle : 17,44 in

Pass : 1

Pressure drop : 1,95 psi

Tube side

Fluida : Air pendingin

Laju alir : 44.587.855 kg/jam

Material : Cast steel

Suhu masuk : 30 °C

Suhu keluar : 40 °C
 OD tube : 0,75 in
 ID tube : 0,652 in
 Susunan : Triangular
 BG : 18
 Jumlah tube : 219

Pitch : 1 in

Pass : 2

Presssure drop : 1,93 psi

RD required : 0,003 hr.ft²F/BTU

RD calculated : 0,0035 hr.ft²F/BTU

3.3.5 Tangki Produk

Spesifikasi Tangki

Fungsi : Menyimpan produk etanol 96,5%

Tipe : Tangki silinder tegak dasar rata
 beratap conical

Jumlah : 1 buah

Volume : 3670 bbl / 154.140 gallon

Suhu Operasi : 35 °C

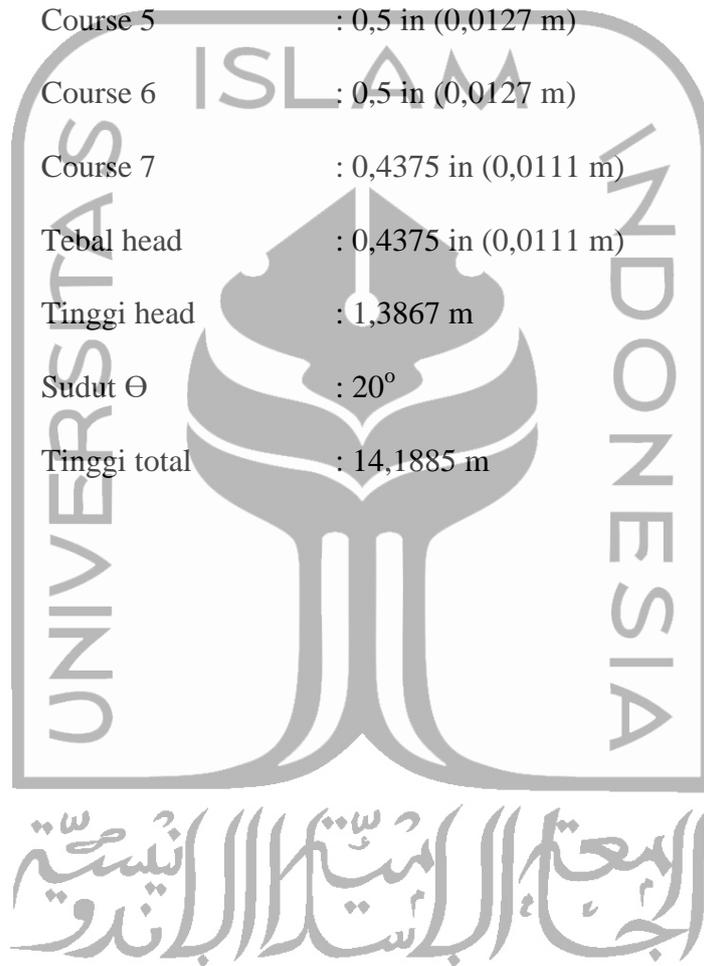
Tekanan Operasi : 1 atmosfer

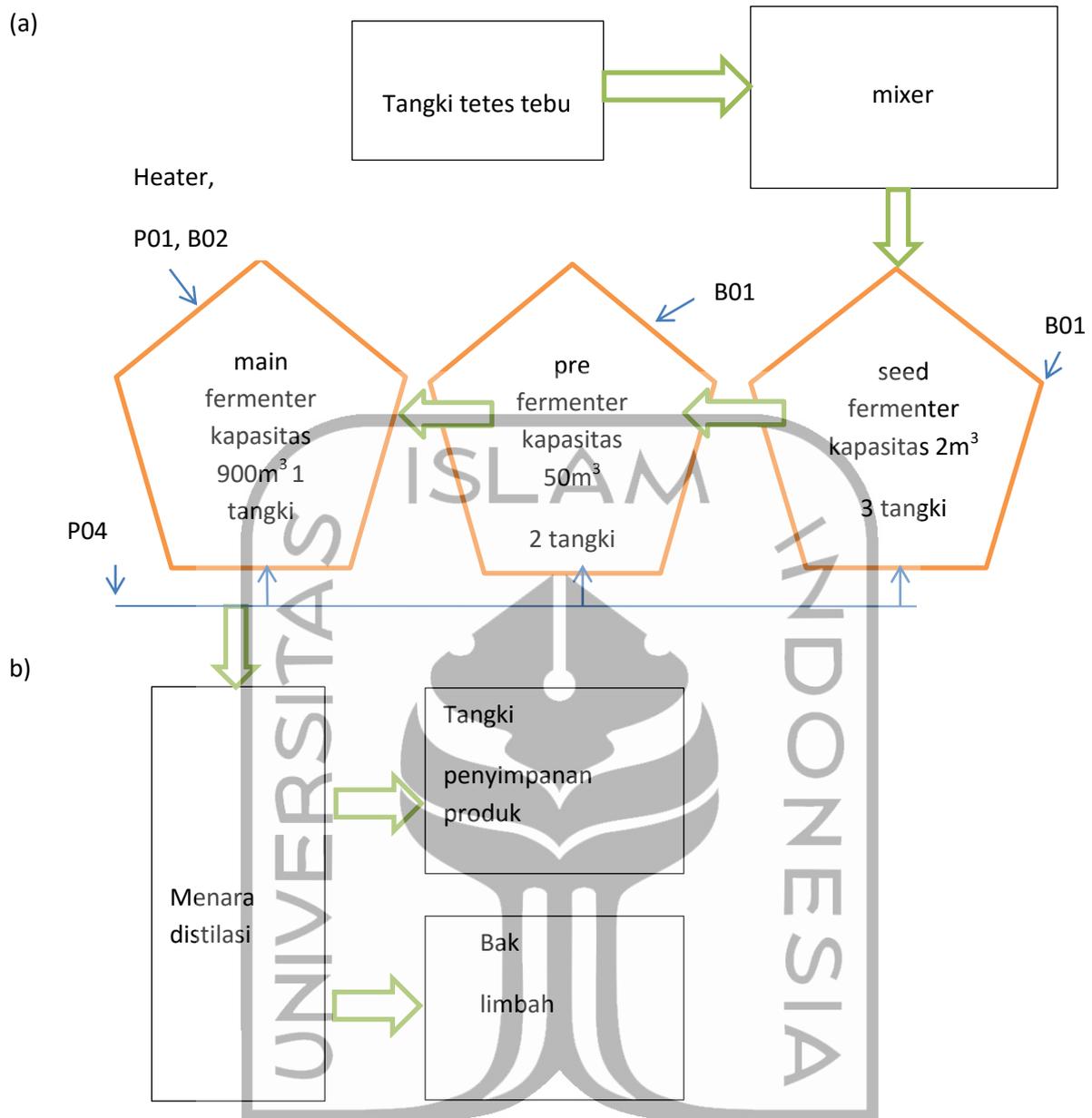
Material : Carbon steel SA 283 C

Dimensi tangki

Diameter : 7,6201 m

Tinggi	: 12,802 m
Tebal shell	
Course 1	: 0,625 in (0,0159 m)
Course 2	: 0,625 in (0,0159 m)
Course 3	: 0,5625 in (0,0143 m)
Course 4	: 0,5625 in (0,0143 m)
Course 5	: 0,5 in (0,0127 m)
Course 6	: 0,5 in (0,0127 m)
Course 7	: 0,4375 in (0,0111 m)
Tebal head	: 0,4375 in (0,0111 m)
Tinggi head	: 1,3867 m
Sudut Θ	: 20°
Tinggi total	: 14,1885 m





Gambar 3.5 Skema Alat Produksi Pabrik Etanol (a) dan (b)

3.3.6 Alat-Alat Pendukung Utama

3.3.6.1 Screw Conveyor 1 (SC 01)

Fungsi : mengalirkan padatan berupa urea dari silo urea

Jenis : Horizontal screw conveyor

Diameter : 4,572 m

3.3.6.2 Screw Conveyor 2 (SC 02)

Fungsi : mengalirkan padatan berupa ragi dari silo ragi

Jenis : Horizontal screw conveyor

Diameter : 4,572 m

3.3.6.3 Bucket Elevator 1 (BE 01)

Fungsi : memasukkan urea dari screw conveyor 1 ke mixer

Jenis : Bucket 6x4

Diameter : 49,21 ft

3.3.6.4 Bucket Elevator 2 (BE 02)

Fungsi : memasukkan ragi (yeast) dari screw conveyor 2 ke mixer (seed fermenter)

Jenis : Bucket 6x4

Diameter : 49,21 ft

3.3.6.5 Blower (B01)

Fungsi : menyuplai udara ke tangki pembibitan/seed fermentor dan pre fermentor

Jenis : rotary 2 lobe blower

Tipe : SC II Bloc 2

Kondisi operasi :

- a) Kecepatan : 1100 m³/jam
- b) Tekanan masuk : 1 bar
- c) Tekanan keluar : 1,6 bar
- d) Motor : Tipe 200 LT-2, 30 Kw, 57 Amp,
3000 rpm, 3 phs, cos ϕ 0,89, 50 Hz

3.3.6.6 Blower (B02)

Fungsi : menyuplai udara ke main fermentor

Jenis : rotary 2 lobe blower

Kondisi operasi :

- a) Kecepatan : 635 m³/jam
- b) Tekanan masuk : 1 bar
- c) Tekanan keluar : 1,9 bar
- Motor : type LS 200 LT-2, 30 Kw, 57 amp, 3000 rpm,
3 phs, cos ϕ 0,89, 50 Hz

3.3.6.7 Heater

Fungsi : memanaskan mash dari main fermentor

Jenis : plate HE α level

Kondisi operasi (lebih lanjut disajikan di tabel 3.1) :

Tekanan maksimal : 13 bar

Suhu minimal : 55° C

Luas transfer panas : 53,5 m³

Jumlah plate : 109 buah

Panjang : 1050 m

Tebal : 0,4 mm

Tabel 3.1 Kondisi operasi heater

	Mash (panas)	Air (dingin)	Satuan
Kecepatan rata-2	255	248	Ton/jam
Suhu masuk	55	55	°C
Suhu keluar	77	100	°C
ΔP total	6,5	5,8	MWE
Volume cairan	118,8	118,8	Liter

3.3.6.8 Pompa (P-01)

Fungsi : mengalirkan molases pada tangki molases dan memompanya dari tangki molases ke mixer.

Spesifikasi :

- a) Jenis : pompa sentrifugal
- b) Tipe : NR 125-250

c) Tekanan : 1,6-1,3 bar

Motor : Tipe MSUC 160 L4, 15 KW, 1445 rpm, 3 phas, 50 Hz

3.3.6.9 Pompa (P-02)

Fungsi : mengalirkan H_2SO_4 pada tangkinya dan memompanya dari tangki ke mixer.

Spesifikasi :

d) Jenis : pompa sentrifugal

e) Tipe : NR 125-250

f) Tekanan : 1,6-1,3 bar

Motor : Tipe MSUC 160 L4, 15 KW, 1445 rpm, 3 phas, 50 Hz

3.3.6.10 Pompa (P-03)

Fungsi : mengalirkan H_3PO_4 pada tangkinya dan memompanya dari tangki ke mixer.

Spesifikasi :

g) Jenis : pompa sentrifugal

h) Tipe : NR 125-250

i) Tekanan : 1,6-1,3 bar

Motor : Tipe MSUC 160 L4, 15 KW, 1445 rpm, 3 phas, 50 Hz

3.3.6.11 Pompa (P-04)

Fungsi : mengalirkan molases dan bahan pembantu pada mixer dan memompanya ke tangki fermenter.

Spesifikasi :

- j) Jenis : pompa sentrifugal
- k) Tipe : NR 125-250
- l) Tekanan : 1,6-1,3 bar

Motor : Tipe MSUC 160 L4, 15 KW, 1445 rpm, 3 phas, 50 Hz

3.3.6.12 Pompa (P-05)

Fungsi : mengalirkan hasil reaksi pada main fermenter dan memompanya dari fermenter ke menara distilasi.

Spesifikasi :

- m) Jenis : pompa sentrifugal
- n) Tipe : NR 125-250
- o) Tekanan : 1,6-1,3 bar

Motor : Tipe MSUC 160 L4, 15 KW, 1445 rpm, 3 phas, 50 Hz

3.3.6.13 Pompa (P-06)

Fungsi : mengalirkan produk utama pada menara distilasi dan memompanya dari menara distilasi ke tangki produk.

Spesifikasi :

- p) Jenis : pompa sentrifugal
- q) Tipe : NR 125-250
- r) Tekanan : 1,6-1,3 bar

Motor : Tipe MSUC 160 L4, 15 KW, 1445 rpm, 3 phas, 50 Hz

3.3.6.14 Pompa (P-07)

Fungsi : mengalirkan sisa reaksi dari menara distilasi ke unit pengolahan limbah

Spesifikasi :

a) Jenis : pompa sentrifugal

b) Tipe : NE 5-20

c) Kapasitas : 60-80 m³/jam

Kondisi operasi :

a) Kecepatan : 2900 rpm

b) Tekanan keluar : 4,8-5 bar

c) Tekanan maksimal : 10 bar

Motor : tipe MEUC 160L2, 18, 15 Kw, 35 A, 2920 rpm, 3 phase,
50 Hz

3.4 Perencanaan Produksi

3.4.1 Kebutuhan Bahan Baku

Kebutuhan bahan baku dihitung dengan realisasi produksi dari kapasitas terpasang 40.000 ton. Diasumsikan realisasi produksi awal adalah 80% dari kapasitas mesin dan hari kerja 360 hari per tahun, maka jumlah produksi setahun adalah $40.000 \times 80\% = 32.000$ ton per tahun atau 88.889 kilo liter per hari.

Hasil studi/penelitian sebelumnya :

1. Kandungan glukosa pada molase = 48-55% (Wikipedia)

2. Kandungan glukosa pada molase = 52% (Baikow, 1982)
3. Kandungan etanol pada molase = 12,9386% fermentasi selama 36 jam (Firman S, 2009)

Berdasar studi tersebut, maka jika di ambil rata-rata kandungan etanol pada molase adalah 10,78%, dengan demikian apabila target produksi awal adalah 32.000 ton/tahun, maka kebutuhan molase per tahun adalah $100/12,9386 \times 32.000 = 247.322$ ton/per tahun atau 20.610,16 ton per bulan.

3.4.2. Kebutuhan Bahan Pembantu

3.4.2.1 Air, air dipasok oleh unit cooling tower sesuai kebutuhan, cooling tower didukung dengan sumur dalam dengan kualitas air yang baik.

3.4.2.2 Ragi jenis *saccaromyces cereviseae* dapat dibeli di pasar dengan mudah, kebutuhan ragi adalah 0,2% dari kandungan gula dari molases yang dibutuhkan.

3.4.2.3 Pupuk Urea (N), pupuk urea tersedia melimpah di Indonesia, kebutuhan pupuk urea adalah 5% dari kandungan gula dari molases yang dibutuhkan

3.4.2.4 Asam pospat (P), juga banyak tersedia di pasar, kebutuhan bahan pembantu ini adalah 0,1% dari kandungan gula pada molases dibutuhkan,

3.4.3 Kebutuhan Mesin dan Peralatan Produksi

Kebutuhan mesin dan peralatan produksi mengacu pada kapasitas terpasang sebesar 40.000 ton/tahun. Kapasitas alat-alat utama adalah sebagai berikut :

3.4.3.1 Bak penampungan tetes tebu 8000 m³ dapat menampung tetes tebu 12.800 ton atau dapat menampung bahan baku untuk operasional 2 minggu (rumus 1,6 ton = 1 m³).

3.4.3.2 Tangki fermentasi masing-masing seed fermentor berjumlah 3 tangki, setiap tangki menampung 2 m³. Tangki pre fermenter 2 tangki, setiap tangki dapat menampung 50 m³ dan main fermenter 1 tangki dapat menampung 900 m³.

3.4.3.3 Menara distilasi dirancang dapat berproduksi 111,12 ton per hari atau 40.000 ton per tahun.

3.4.3.4 Tangki hasil produksi etanol dirancang dapat menampung 1.666,8 ton

