

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. URAIAN PROSES

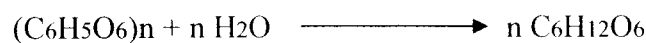
3.1.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku *Bagasse* yang di simpan dalam gudang (G) dipotong 3 mm dengan menggunakan Rotary cutter (RC) kemudian dibawa oleh Srew conveyer (SC) untuk kemudian diangkat oleh Bucket elevator (BE) menuju Hopper (H), setelah itu baru bagasse dimasukkan ke dalam Reaktor (R), sedangkan untuk katalisator *Asam sulfat* 36% (H₂SO₄) dari Tangki (T-01) dan air dari Unit Utilitas dialirkan ke dalam Mixer (M-01) untuk diencerkan menjadi *Asam sulfat* 6% pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm, untuk selanjutnya dipompa (P-03) ke HE-01 untuk menaikkan suhu dari 30 °C menjadi 128 °C Kemudian diumpun ke Reaktor (R) melalui pompa (P-04).

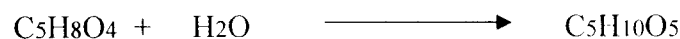
3.1.2 Tahap Reaksi.

Furfural (C₅H₄O₂) sebagai produk utama dan *Glukosa* (C₆H₁₂O₆) sebagai produk samping di peroleh dari hasil reaksi pada tekanan 3 atm dan suhu reaksi 128 °C selama 3 jam, konversi reaksi 70%, reaksi yang terjadi di dalam reaktor sebagai berikut

Hidrolisa selulosa menjadi Glukosa



Hidrolisa pentosan menjadi pentosa



Dehidrasi pentosa menjadi Furfural



Katalis yang digunakan proses pembentukan *Furfural* ($\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2$) dan *Glukosa* ($\text{nC}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) adalah *Asam sulfat 6%* (H_2SO_4 6%), kondisi operasi reaksi secara Isotermal, dengan sifat reaksi endotermis, untuk menjaga suhu reaksi tetap di beri pemanasan dengan menggunakan Coil. Pada saat kondisi operasi tercapai dilakukan penguapan dengan menggunakan steam jenuh yang dihembuskan dalam Reaktor. Maka ada dua arus keluar Reaktor, arus yang ke atas berupa uap dan yang ke bawah berupa campuran sisa ampas dan cairan, masing-masing uap dan cair tersebut dialirkan dengan bantuan pompa (P-04 dan P-05) kedalam tangki penampung sementara (ACC-01 dan ACC-02). Reaktor beroperasi secara batch dan agar operasi keseluruhan tetap kontinyu dilakukan penjadwalan waktu reaksi, pembagian waktu reaksi antara lain:

- 1 jam untuk pengisian
- 3 jam untuk reaksi
- 1 jam untuk pengosongan

3.1.3 Tahap Pemurnian Produk

3.1.3.1 Tahap pemurnian produk utama

Pada tahap ini produk utama yaitu *Furfural* ($\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_2$) yang sebelumnya telah berubah fase menjadi uap setelah keluar Reaktor di kondensasikan (CD-01) terlebih dahulu, untuk kemudian dimasukkan ke Mixer (M-02) bersamaan dengan bahan pembantu yaitu *Toluen* (C_7H_8) yang dialirkan dari tangki penyimpanan (T-02), di Mixer

terjadi pengadukan sehingga larutan tersebut saling bercampur, selanjutnya larutan yang terdiri dari Furfural ($C_5H_4O_2$), Air (H_2O), Toluena 98% (C_7H_8 98%) dan impuritas Toluena berupa Benzena 2% (C_6H_6 2%) dialirkan ke dalam Settler (SL) untuk dilakukan pemisahan dengan cara pemisahan zat-zat yang tidak saling melarut. Dimana H_2O sedikit larut dalam Furfural ($C_5H_4O_2$), sedangkan Furfural ($C_5H_4O_2$) larut dalam Toluena (C_7H_8). Sedikit Furfural ($C_5H_4O_2$) akan terbawa oleh Air (H_2O), sedangkan sebagian besar terbawa oleh Toluena (C_7H_8), yang kemudian dialirkan menuju HE-02 untuk dilakukan pemanasan sebelum masuk MD. Dalam MD yang bersuhu $129\text{ }^\circ\text{C}$ dengan tekanan 1 atm dilakukan pemurnian produk sebesar 98% Furfural, dan 2 % lagi teruapkan bersama dengan Toluena pada hasil atas. Produk utama Furfural 98% yang berada pada hasil bawah MD suhu $177\text{ }^\circ\text{C}$, didinginkan dengan CL -02 untuk kemudian disimpan ke dalam Tangki produk (T-03). Sedangkan hasil atas MD diubah fase menjadi cair dan didinginkan untuk kemudian dialirkan ke dalam tangki (T-04).

3.1.3.2. Tahap pemurnian produk samping

Hasil bawah reaktor berupa "Slurry" yang ditampung sementara di ACC-02, "Slurry" didinginkan di CL-01 kemudian dilakukan pemisahan dengan menggunakan Filter (F) pada tekanan 3 atm suhu $30\text{ }^\circ\text{C}$. Di Filter terjadi pemisahan antara sisa ampas tebu dengan cairan yang berupa Glukosa ($nC_6H_{12}O_6$), Asam sulfat (H_2SO_4), Air (H_2O) dan Pentosa ($C_5H_{10}O_5$). Sisa ampas tebu ditampung ke dalam Silo, sedangkan zat yang berupa cairan diuapkan di Vaporizer (VP). Pemisahan antara uap dan cairan dengan



menggunakan Flashdrum (FD) dengan tekanan 1 atm suhu 400 °C. *Glukosa* tidak teruapkan karena memiliki titik didih yang cukup tinggi sehingga berada pada hasil bawah FD untuk selanjutnya didinginkan pada CL-04 untuk kemudian disimpan ditangki penyimpanan (T-05). Sedangkan hasil atas yang masih berupa uap dikondensasikan CD-03 untuk kemudian di reclyce kedalam mixer (M-01) yang dialirkan oleh pompa (P-16).



3.2. SPESIFIKASI ALAT PROSES

1. Mixer (M-01)

Fungsi : Untuk mengencerkan katalis H_2SO_4 dengan air sebelum diumpankan kedalam reaktor.

Tipe : Mixer Alir Silinder Tegak Berpengaduk

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30 °C

Dimensi Mixer :

Tinggi mixer = 2,9442 m

Diameter = 2,1241 m

Volume mixer = 10,4326 m³

Tebal dinding = 3/16 in = 0,1875 in

Tebal head = 1/4 in = 0,25 in

Jenis head = Flanged and dished head (Torispherical)

Dipilih : pengaduk tipe Flat Blade Turbine Impellers dengan 6 blade dan jumlah baffle 4 buah.

Diameter Impeller = 0,7080 m

Tinggi Impeller = 0,1204 m

Lebar Impeller = 0,1416 m

Lebar Baffle = 0,1416 m

Jumlah Impeller = 1 buah



Power	= 10 HP
Bahan	= Stainless Steel (SS-309)
Harga	= \$12,396.8820 US \$

2. Reaktor (R)

Fungsi : Untuk mereaksikan *bagasse* menjadi *Furfural* ($C_5H_4O_2$) sebesar 1893,5568 kg/jam dengan menggunakan katalis asam sulfat 6% (H_2SO_4).

Jenis : *Reaktor Bacth*

Jumlah alat : 5 buah

Kondisi Operasi

- Tekanan = 3 atm
- Suhu = 128 °C

Dimensi Reaktor :

Tinggi Reaktor = 9 m

Diameter = 5 m

Volume Reaktor = 148,2048 m³

Tebal dinding = 3/8 in

Tebal head = 3/8 in

Jenis head = *Flanged and dished head (Torispherical)*

Bahan = *Stainless steel SA-167 grade 11*



Suhu masuk	= 128°C
Suhu keluar	= 128°C
Diameter coil	= 3,18262 m
Panjang coil	= 20,19 m
Jumlah coil	= 2 lilitan
Tinggi tumpukan coil	= 0,42 m
Tebal isolasi	= 0,19 m
Jenis isolasi	= asbestos
Jumlah <i>baffle</i>	= 4
Jumlah blade	= 6
Lebar <i>baffle</i>	= 0,258 m
Jenis pengaduk	= <i>Flat blade turbin</i>
Jumlah pengaduk	= 1 buah
Diameter pengaduk	= 1,5177 m
Lebar pengaduk	= 0,3035 m
Tenaga pengaduk	= 80 Hp
Kecepatan putaran	= 40 rpm
Harga	= \$ 453,230.5217



3. Filter (F)

Fungsi : penyaringa sisa ampas tebu yang masih ada setelah keluar dari Reaktor (R) sebanyak 10121,0623 Kg/jam

Jenis alat : rotary drum filter

a. Cake

- Porositas cake X : 0,4
- Tebal cake L : 2 in

b. Dimensi RDF

- Daerah pembentukan cake : $119,31^\circ$
- Luas medium filter : 1,255 m²
- Ukuran drum :

Panjang = 0,4470 m

- Diameter = 0,8940 m
- Power : 75 hp

Harga : \$ 2,479.476



4. Flash Drum (FD)

Fungsi : Memisahkan *Glukosa* ($C_6H_{12}O_6$) dan *Asam sulfat* (H_2SO_4)
berdasarkan perbedaan fase uap dan cair

Jenis : Tangki silinder vertikal.

Kondisi : 400°C, 1 atm.

Ukuran :

- Diameter : 0,498 m.
- Tinggi : 2,17 m.
- Tebal : 0,1875 inci.

Bahan : Stainless steel SA 167 grade 11.

Jumlah : 1 buah.

Harga : \$ 802,891

5. Mixer (M-02)

Fungsi : Untuk melarutkan *Furfural* dan *Air* dengan *Toluen* sebelum
diumpankan ke dalam Settler (SL)

Tipe : *Mixer Alir Silinder Tegak Berpengaduk*

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 °C

Dimensi *Mixer* :

Tinggi *mixer* = 2,555 m



Diameter	= 2,982 m
Volume mixer	= 15,31 m ³
Tebal dinding	= 3/16 in = 0,1875 in
Tebal head	= 1/4 in = 0,25 in
Jenis head	= <i>Flanged and dished head (Torispherical)</i>

Dipilih : pengaduk tipe Flat Blade Turbine Impellers dengan 6 blade dan jumlah baffle 4 buah.

Diameter Impeller	= 0,852 m
Tinggi Impeller	= 2,982 m
Lebar Impeller	= 2,7952 m
Lebar Baffle	= 0,0852 m
Jumlah Impeller	= 1 buah
Power	= 5 HP
Bahan	= Stainless Steel (SS-285)
Harga	= \$ 6,198.4410

6. *Settler (SL)*

Fungsi : Untuk memisahkan larutan fase ringan dan fase berat campuran yang keluar dari Reaktor (R).

Jenis : *Vertical settler*

Jumlah alat : 1 buah



Kondisi Operasi :

- Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30 °C

Dimensi *Settler* :

Tinggi *settler* = 6,7931 m
Diameter = 3,3965 m
Waktu pemisahan = 4 menit
Volume *settler* = 61,5195 m³
Tebal dinding = 1/4 in
Tebal *head* = 3/16 in
Jenis *head* = *Flanged and dished head (Torispherical)*
Bahar = *Stainless steel SA-167 grade 3*
Harga = \$ 103.774292

7. Menara Distilasi (MD)

Fungsi : Memisahkan *Toluen (C7H8)*, *benzene (C6H6)* dan *furfural (C5H4O2)* dari campuran berdasarkan perbedaan titik didih.

Jenis : *Sieve tray*

Kondisi Operasi :

- ◆ Umpan : P = 1 atm ; T = 129 °C
- ◆ *Distilat* : P = 1,1 atm ; T = 115,728 °C



◆ *Bottom* : P = 1,1 atm ; T = 176,749 °C

Dimensi menara distilasi :

Diameter kolom :

➤ *Enriching section* = 0,7 m

➤ *Stripping section* = 0,7 m

Tinggi kolom = 11,238 m

Tebal *head* dan *bottom* = 3/16 in

Tebal dinding = 3/16 in

Jumlah plate = 29 buah

Bahan = Carbon Steel SA 283 grade C

Harga : \$ 40.2246

8. Silo (S)

Tugas : Menampung sementara produk sisa ampas tebu selama 1 jam.

Jenis : Selinder tegak, dengan bagian bawah berbentuk konis.

Kondisi : suhu 30 oC, tekanan 1 atm

Ukuran : Volume : 467,125951m³

Tinggi : 3 m

Diameter : 2 m

Tebal bagian bawah : 2 in

bahan : carbon steel

Jumlah : 1 buah



Harga : \$ 19,59.6502

9. GUDANG (GD)

Tugas : Menyimpan bahan baku (*Ampas tebu*) *Bagasse* untuk 1 minggu dan tempat di pasang instalasi rotary knife cutter.

Jenis : Bangunan berbentuk rumah

Jumlah = 1 buah

Panjang = 100 m

Lebar = 75 m

Tinggi = 7 m

Harga = \$ 12,6651.8035

10. Rotary Cutter (RC)

Tugas : Memotong bagasse hingga berukuran 3 mm .

Jenis : Rotary knife cutter

Jumlah :5 buah

Screen opening = 1/8 in

Putaran = 1450 rpm

Motor = 90 HP , Motor induksi AC 220 volt, 3 phase, 50 cycle

Harga = \$ 34,039.6825

11. Screw conveyer

Tugas : Mengangkut bagasse dari gudang ke BE-01



Jenis : closed belt conveyer

Kondisi : 30 °C, 1atm

Spesifikasi :

- Panjang screw : 9 in
- Putaran maksimum : 70 rpm
- Motor : 1 HP

Jumlah : 1 buah

Bahan : Stainless steel SA 316

Harga : \$ 5,831.8852

11. BUCKET ELEVATOR (BE)

Tugas : Mengangkut bagasse dari SC ke Hopper (H)

Jenis : Centrifugal discharge elevator

Kondisi : 30 °C, 1atm

Spesifikasi :

- Ukuran : 6 x 4 x 4,25m³
- Spacing : 16 in
- Lebar belt : 11 in
- Diameter pulley : 20 in
- Kec. pulley : 43 rpm
- Motor : 2 HP

Jumlah : 1 buah

Bahan : Stainless steel SA 316

Harga : \$ 19,855.5582

12. HOPPER (H)

Tugas : Mengumpulkan (*Ampas tebu*) Bagasse kedalam Reaktor (R)

Jenis : Bin dengan bagian bawah bentuk konis

Kondisi : 30 °C, 1 atm

Spesifikasi :

- Diameter : 1,9 m
- Tinggi : 3,8 m
 - Tinggi konis : 1,61 m
 - Tebal : 0,25 in

Jumlah : 1 buah

Bahan : Stainless steel SA 316

Harga : \$ 7,666.4720

13. Tangki-01 (T-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku *Asam sulfat 36%* untuk kebutuhan proses selama 7 hari dengan laju kebutuhan 85 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder dengan *flat bottomed* dan *conical roof*.

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 °C

Dimensi Tangki

Volume = 3,4269 m³

Diameter = 7 ft = 2 m

Tinggi = 4 ft = 1 m

Bahan konstruksi : *Stainsteel SA-240C*

Harga : \$ 7,368.6069

14. Tangki-02 (T-02)

Fungsi : Menyimpan bahan pembantu *Toluen* untuk kebutuhan proses selama 7 hari dengan laju kebutuhan 1893 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder dengan *flat bottomed* dan *conical roof*.

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30°C

Dimensi Tangki

Volume = 157,2172 m³

Diameter = 25,6934 ft = 7,8334 m

Tinggi = 12,8467 ft = 3,9167 m

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-167 Grade 3*

Harga : \$ 73,171.9387

15. Tangki-03 (T-03)

Fungsi : Menyimpan produk *Furfural* untuk hasil proses selama 7 hari dengan laju kebutuhan 1893,939 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder dengan *flat bottomed* dan *conical roof*.

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 °C

Dimensi Tangki

Volume = 331,0543 m³

Diameter = 30,9904 ft = 9,4483 m

Tinggi = 15,4952 ft = 4,7242 m

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-283*

Harga : \$ 114,388.9649

16. Tangki-04 (T-04)

Fungsi : Menyimpan produk *Glukosa* untuk hasil proses selama 7 hari dengan laju kebutuhan 2057,1041 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder dengan *flat bottomed* dan *conical roof*.

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 °C



- Suhu = 30 °C

Dimensi Tangki

Volume = 269,9095 m³

Diameter = 30,7652 ft = 9,3796 m

Tinggi = 15,3826 ft = 4,6898 m

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA-283

Harga : \$ 101,198.8303

17. Vaporizer (VP-01)

Tugas : Memanaskan dan menguapkan campuran yang keluar dari Filter dari suhu 30 °C menjadi 116,56 °C sehingga sebagian cairan akan menguap sebanyak 10002,24kg/jam.

Pemanas : Steam jenuh pada tekanan 110 psi

Jenis : Shell & Tube HE

Jumlah : 1 buah

Total heat : 1679286,042 kj/jam.

Suhu : in = 30 °C

out = 116,56 °C

Dimensi : Shell : ID = 8 in

Pass = 1

L = 16 ft

Tube : 16 BWG



ID = 0.62 in

OD = 0.75 in

Pass = 1

Nt = 149

Harga : \$ 9,369.7290

18. Condenser-01 (CD-01)

Fungsi : Mendinginkan cairan hasil atas Reaktor dari suhu 128°C sampai 30°C sebelum dialirkan ke Mixer (M-02).

Jenis : Shell and tube

Pendingin : Air sebanyak 2590,96 kg/jam.

Aliran fluida

Fluida panas : hasil atas Reaktor

Fluida dingin : air

Spesifikasi Tube :

OD = 0,75 in

ID = 0,620 in

BWG = 16

Jumlah tube = 29 tube

Pass = 2

Flow area = 0,02 ft²

Pressure drop = 0,0009 psi



Spesifikasi *Shell* :

- ◆ *IDs* = 8 in
- ◆ *Baffle spacing* = 12,8 in
- ◆ *Passes* = 1
- ◆ *Pressure drop* = 1,27 psi

Bahan konstruksi : *Steel Shell and Tube*

Harga : \$ 6,359.5149

19. Condenser-02 (CD-02)

Fungsi : Mengubah fase hasil atas Menara Distilasi (MD) sebanyak 3.029,48 kg/jam dengan air pendingin dari 30 °C sampai 60 °C.

Jenis : *Shell and tube (condenser total)*

Aliran Fluida

- ◆ Fluida panas : hasil atas MD
- ◆ Fluida dingin : air pendingin

Spesifikasi *Tube* :

OD = 0,75 in

ID = 0,584 in

BWG = 16

Jumlah *tube* = 7 tube

Passs = 2



Flow area = 0,1963 ft²
Pressure drop = 3,0869 psi
Spesifikasi Shell :
 ◆ *IDs* = 35 in
 ◆ *Baffle spacing* = 16 in
 ◆ *Passes* = 1
 ◆ *Pressure drop* = 0,668 psi
Bahan konstruksi : *Steel Shell and Tube*
Harga : \$ 13,008.4572

20. *Condenser-03 (CD-03)*

Fungsi : Mengubah fase hasil atas Flasdram (FD) sebanyak 3.029,48 kg/jam dengan air pendingin dari 30 °C sampai 60 °C.

Jenis : *Shell and tube (condenser total)*

Aliran Fluida

- ◆ *Fluida panas* : hasil atas Flasdram
- ◆ *Fluida dingin* : air pendingin

Spesifikasi Tube :
 OD = 0,75 in
 ID = 0,620 in
 BWG = 16



Jumlah tube	= 55 tube
Passs	= 2
Flow area	= 0,1963 ft ²
Pressure drop	= 0,5 psi
Spesifikasi Shell	:
	◆ IDs = 35 in
	◆ Baffle spacing = 56 in
	◆ Passes = 1
	◆ Pressure drop = 0,000278 psi
Bahan konstruksi	: Steel Shell and Tube
Harga	: \$ 1,273.6323

21. Accumulator-01 (ACC-01)

Fungsi	: Menampung sementara hasil atas dari Reaktor sebanyak 92.614,7988 selama 10 menit.
Jenis	: Tangki silinder Vertical (Eliptical dished head).
Jumlah	: 1 buah.
Kondisi Operasi	: - Tekanan = 3 atm - Suhu = 128 °C
Dimensi Accumulator	:
Waktu tinggal	= 10 menit



Volume = 1.890,161 L

Diameter = 1,924 m

Panjang = 3,8480 m

Tebal dinding = 7/16 in

Tebal head = 5/16 in

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-167 Grade 3*

Harga : \$ 25,283.6751

22. *Accumulator-02 (ACC-02)*

Fungsi : Menampung sementara Hasil bawah dari *Reaktor* sebanyak 20.123,3018 selama 10 menit.

Jenis : Tangki silinder *horizontal (Elliptical dished head)*.

Jumlah : 1 buah.

Kondisi Operasi : - Tekanan = 3 atm

- Suhu = 30 °C

Dimensi *Accumulator* :

Waktu tinggal = 10 menit

Volume = 3032,852 L

Diameter = 2,252 m

Panjang = 4,504 m

Tebal dinding = 5/16 in = 0,3125 m



Tebal head = $5/16$ in = 0,3125 m

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-167 Grade 3*

Harga : \$ 50,373.1816

23. Accumulator-03 (ACC-03)

Fungsi : Menampung sementara Hasil pengembunan dari Condenser-02
hasil atas MD-01 sebanyak selama 10 menit.

Jenis : Tangki silinder *horizontal (Elliptical dished head)*.

Jumlah : 1 buah.

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1,1 atm

- Suhu = 115,728 °C

Dimensi Accumulator :

Waktu tinggal = 10 menit

Volume = 469,165 L

Diameter = 1,209 m

Panjang = 2,418 m

Tebal dinding = $3/16$ in = 0,1875 m

Tebal head = $3/16$ in = 0,1875 m

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA-167 Grade 3*

Harga : \$ 18,746.471



24. *Reboiler-01 (RB-01)*

Fungsi : Menguapkan hasil bawah MD-01 sebanyak 1893,92 kg/jam
suhu 177 °C.

Jenis : *Kettle Reboiler*

Aliran fluida

- a. Fluida dingin : hasil bawah MD-01
- b. Fluida panas : *Steam*

Spesifikasi *Tube*

OD= 0,75 in

ID= 0,584 in

BWG= 14

Jumlah *tube* = 86 tube

Passes = 2

Flow area= 0,04 ft²

Pressure drop= 0,2166 psi

Spesifikasi *Shell*

◆ IDs = 12 in

◆ *Passes* = 1

Bahan konstruksi : *Steel reboiler*

Harga : \$ 3,092.5479



25. **HE-01 (Heater-01)**

Fungsi : Memanaskan cairan keluar dari Mixer-01 suhu 30°C sampai 128°C sebelum dialirkan ke Reaktor.

Jenis : *Double pipe Exchanger*.

Pemanas : Steam sebanyak 28598,3000 lb/jam.

Aliran fluida

Fluida panas : steam

Fluida dingin : *hasil keluar mixer (M-01)*

Spesifikasi *Annulus*

IPS = 6 in

D1 = 4,5 in

D2 = 6,065 in

Aa = 0,09 ft²

Pressure drop = 2,65 psi

Spesifikasi *Inner pipe*

IPS = 6 in

ID = 4,026 in

Ap = 0,0884 ft²

Pressure drop = 3,325 psi

Panjang *hairpin* = 72 ft



Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Harga : \$ 4,492.2005

26. HE-03 (Heater-02)

Fungsi : Memanaskan hasil keluaran Settler dari suhu 30°C sampai 128°C sebelum diumpankan ke MD-01.

Jenis : *Shell and Tube*

Pemanas : Steam sebanyak 8308,5820 lb/jam

Aliran fluida

Fluida panas : steam

Fluida dingin : hasil bawah settler

Spesifikasi Tube

Jumlah tube	= 50 buah
Panjang	= 24 ft
OD	= 0,75 in
BWG	= 14
Pitch	= 1 in (<i>triangular pitch</i>)
Pass	= 2
Pressure drop	= 1,243psi

Spesifikasi Shell

- ◆ IDs = 8 in
- ◆ Baffle spacing = 4 in



◆ *Pass* = 1

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Harga : \$ 1,0020.3880

27. *HE-02 (Cooler-01)*

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah Reaktor (R) dari suhu 128°C sampai 30°C sebelum diumpan ke filter (F-01).

Jenis : *Shell and Tube*.

Pendingin : *Air* sebanyak 314617,60lb/jam.

Aliran fluida

Fluida panas : *hasil bawah Reaktor*

Fluida dingin : *air*

Spesifikasi *Tube*

Jumlah *tube* = 25

Panjang = 72 ft

OD = 1 in

BWG = 10

Pitch = 1,25 in (*triangular pitch*)

Pass = 2

Pressure drop = 3,97 psi

Spesifikasi *Shell*

◆ *IDs* = 25 in



- ◆ $Baffle\ spacing = 4\ in$
- ◆ $Pass = 1$

Bahan konstruksi : Stainless steel

Harga : \$ 9,474.3318

28. HE-04 (Cooler-02)

Fungsi : Mendinginkan hasil atas MD dari suhu 115,728°C sampai 30°C sebelum diumpankan ke tangki penyimpan produk (T-03).

Jenis : *Shell and Tube*

Pendingin : air 3034,53 lb/jam

Aliran fluida

Fluida dingin : air

Fluida panas : hasil atas MD

Spesifikasi *Tube*

Jumlah *tube* = 68

Panjang = 26 ft

OD = 0,75 in

BWG = 16

Pitch = 1 in (*triangular pitch*)

Pass = 2

Pressure drop = 0,37 psi

Spesifikasi *Shell*



- ◆ IDs= 13,25 in
- ◆ Baffle spacing = 4 in
- ◆ Pass = 1

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Harga : \$ 6,452.4936

29. HE-07 (Cooler-03)

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah FD dari suhu 401°C sampai 30°C sebelum diumpankan ke tangki penyimpan produk (T-03).

Jenis : *Shell and Tube*

Pendingin : *air* 3034,53 lb/jam

Aliran fluida

Fluida dingin : *air*

Fluida panas : hasil bawah MD

Spesifikasi *Tube*

Jumlah *tube* = 88

Panjang = 12 ft

OD = 0,75 in

BWG = 16

Pitch = 1 in (*triangular pitch*)

Pass = 2



Pressure drop = 8,39 psi

Spesifikasi *Shell*

- ◆ IDs= 32 in
- ◆ Baffle spacing = 4 in
- ◆ Pass = 1

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Harga : \$ 5,804.6537

30. *HE-08 (Cooler-04)*

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah MD dari suhu 176°C sampai 30°C sebelum diumpankan ke tangki penyimpan produk (T-03).

Jenis : *Shell and Tube*

Pendingin : *air* 4375,95 lb/jam

Aliran fluida

Fluida dingin : *air*

Fluida panas : hasil bawah MD

Spesifikasi *Tube*

Jumlah *tube* = 63 buah

Panjang = 20 ft

OD = 0,75 in

BWG = 16



Pitch = 1 in (*triangular pitch*)

Pass = 2

Pressure drop = 2,54 psi

Spesifikasi *Shell*

IDs = 10 in

Baffle spacing = 4 in

Pass = 1

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Harga : \$ 5,948.5896

31. Pompa-01 (P-01)

Fungsi : Mengalirkan umpan *Asam sulfat 36%* dari tank truck ke tangki penyimpan (T-01) sebanyak 85 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : gpm

Head : 26,576 ft

Tenaga pompa : 0,00226 Hp

Tenaga motor : 0,05 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 68,856.6335



32. Pompa-02 (P-02)

Fungsi	: Mengalirkan umpan <i>Asam sulfat 36%</i> dari tangki penyimpanan (T-01) ke Mixer (M-01) sebanyak 85 kg/jam.
Jenis	: <i>Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixedl flow)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 0,205 gpm
<i>Head</i>	: 26,576 ft
Tenaga pompa	: 0,00226 Hp
Tenaga motor	: 0,05 Hp Standar NEMA
Harga	: \$ 1,057.8713

33. Pompa-03 (P-03)

Fungsi	: Mengalirkan umpan <i>Asam sulfat 36%</i> dari tangki penyimpanan (T-01) ke mixer (M-01) sebanyak 85 kg/jam.
Jeni	: <i>Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixedl flow)</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 0,205 gpm
<i>Head</i>	: 26,576 ft
Tenaga pompa	: 0,00226 Hp
Tenaga motor	: 0,05 Hp Standar NEMA



Harga : \$ 1,057.871

34. Pompa-04 (P-02)

Fungsi : Mengalirkan larutan hasil mixer (M-01) menuju reaktor (R-01)
sebanyak 52.027 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 123,8047gpm

Head : 61,18541 ft

Tenaga pompa : 3,281Hp

Tenaga motor : 5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 49,319.9686

35. Pompa-05 (P-05)

Fungsi : Mengalirkan fase uap keluar reaktor (R) ke Accumulator (ACC-01) sebanyak 90.739,9901kg/jam.

Jenis : *Cenirifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 92,19396 gpm

Head : 14,28216 ft

Tenaga pompa : 0,5Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 41,323.965

36. Pompa-06 (P-06)

Fungsi : Mengalirkan larutan Slury dari reaktor menuju ke Accumulator (ACC-02) sebanyak kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 8,775211 gpm

Head : 10,31155 ft

Tenaga pompa : 0,361 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 10,077.0880

37. Pompa-07 (P-07)

Fungsi : Mengalirkan Larutan keluar Acumulator (ACC-01) ke Condenser sebanyak 90.739,9901kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 1,8308 gpm

Head : 47,0884 ft

Tenaga pompa : 0,0581 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 3,935.1841



38. Pompa-08 (P-08)

Fungsi : Mengalirkan bahan pembantu dari tangki (T-02) menuju ke Mixer sebanyak 1893,5568 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 9,486694 gpm

Head : 18,24072 ft

Tenaga pompa : 0,06 Hp

Tenaga motor : 0,0833 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 10,559.6482

39. Pompa-09 (P--09)

Fungsi : Mengalirkan larutan keluat mixer (M-02) ke Settler (ST) sebanyak 47009,5770 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 14,00959 gpm

Head : 52,086 ft

Tenaga pompa : 0,3411 Hp

Tenaga motor : 1/2 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 13,342.4556



40. Pompa-10 (P-10)

Fungsi : Mengalirkan air hasil atas pemisahan dengan settler sebanyak 90739,9901 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 399,5079 gpm

Head : 8,674828 ft

Tenaga pompa : 1,369Hp

Tenaga motor : 2 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 99,608.3476

41. Pompa-11 (P-11)

Fungsi : Mengalirkan larutan keluat Settler (ST) Menuju Menara distilasi (MD) sebanyak 3749,81 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 14,00959 gpm

Head : 50,68931 ft

Tenaga pompa : 0,334 Hp

Tenaga motor : 1/2 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 13,342.4556



42. Pompa-12 (P-12)

Fungsi : Mengalirkan hasil atas Toluen (C_7H_8) dan Benzen (C_6H_6) MD-01 tangki penyimpanan sebanyak 1983,7481 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 8,338591 gpm

Head : 75,55588 ft

Tenaga pompa : 0,249 Hp

Tenaga motor : 1/4 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 9,773.1849

43. Pompa-13 (P-13)

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah MD-01 ke tangki penyimpan (T-04) sebanyak 1893,939 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 8,338591 gpm

Head : 81,03512 ft

Tenaga pompa : 0,267 Hp

Tenaga motor : 1/3 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 9,773.1849



44. Pompa-14 (P-14)

Fungsi : Mengalirkan larutan Slury dari Accumulator (ACC-02) menuju ke Filter (F) sebanyak 19643,7035 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 8,775211 gpm

Head : 10,31155 ft

Tenaga pompa : 0,361 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 10,077.0880

45. Pompa-15 (P-15)

Fungsi : Mengalirkan larutan hasil penyaringan di Filter (F) sebanyak 9527,4373 kg/jam ke Flasdrum (FD).

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 4,361698 gpm

Head : 10,84546ft

Tenaga pompa : 0,188 Hp

Tenaga motor : 1/4 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 6,624.8167



46. Pompa-16 (P-16)

Fungsi : Mengalirkan hasil atas Flasdram berupa *Asam sulfat (H₂SO₄)* dari Flasdram untuk direcycl ke Mixer (M-01) sebanyak 3937 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 9,492732 gpm

Head : 22,06442ft

Tenaga pompa : 0,151 Hp

Tenaga motor : 1/6 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 10,563.6802

47. Pompa-17 (P-17)

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah Flasdram berupa Glukosa sebagai produk samping menuju ke Tangki penyimpanan (T-05) sebanyak 6083,384 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 26,78378 gpm

Head : 43,87233 ft

Tenaga pompa : 0,464 Hp

Tenaga motor : 1/2 Hp Standar NEMA



Harga : \$ 19,683.55935

Expansion Valve (EV-01)

Tugas : Menurunkan tekanan campuran keluar SL sebanyak 3806,0531 kg/jam dari 3 atm menjadi 1,1 atm.

Jenis : Gate valve ¼ open.

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 3806,0531 kg/jam

Bahan : Stain Steel

Suhu : 30 °C

Tekanan : in = 3 atm
out = 1,1 atm

Dimensi pipa : NPS 1 in, Sch 40 N, OD = 1,66 in, A't = 0,0115 ft²

Harga : \$ 2,443.3266

Expansion Valve (EV-02)

Tugas : Menurunkan tekanan campuran keluar VP sebanyak 9527,4373 kg/jam dari 3 atm menjadi 1 atm.

Jenis : Gate valve ¼ open.

Jumlah : 2 buah

Kapasitas : 10002,24 kg/jam

Bahan : Stain Steel



Suhu : 117 °C

Tekanan : in = 3 atm

out = 1 atm

Dimensi pipa : NPS 10 in, Sch 40 N, OD = 10,75 in, A't = 0,55 ft²

Harga : \$ 838.6641

3.3. PERENCANAAN PRODUKSI

3.3.1. Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan *Furfural* (C₅H₄O₂) di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan *Furfural* dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan *Furfural* akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri-industri yang menggunakan *Furfural* sebagai bahan baku. *Furfural* belum diproduksi di Indonesia, maka untuk memenuhi semua kebutuhan *Furfural* tersebut Indonesia harus mengimpor dari luar negeri. Untuk mengurangi jumlah impor tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 15.000 ton/tahun.

Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam "Statistik



Perdagangan Indonesia” tentang kebutuhan *Furfural* di Indonesia dari tahun ketahun cenderung meningkat. Diperkirakan kebutuhan *Furfural* pada tahun 2010 sebesar 15.000 ton/tahun. Semua kebutuhan *Furfural* tersebut harus diimpor dari luar, untuk mengurangi angka ketergantungan impor tersebut maka didirikan pabrik *Furfural* di Indonesia yang mampu menyediakan $\pm 100\%$ kebutuhan *Furfural* di Indonesia.

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang digunakan adalah ampas tebu yang diasumsikan berukuran 5 mm dan diperoleh dari PTPN X dan XI di Surabaya, asam sulfat 36% sebagai katalis yang diperoleh dari PT Liku Telaga Gresik, dan toluena 98,5% sebagai pelarut yang diperoleh dari PERTAMINA UP IV Cilacap.

3. Kapasitas pabrik yang sudah beroperasi

Belum ada pabrik yang beroperasi di Indonesia. Untuk memenuhi kebutuhan akan *Furfural*, maka perlu didirikan pabrik tersebut.

3.3.2. Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

a) Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :



- ◆ Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
 - ◆ Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
 - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi
 - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
 - Mencari daerah pemasaran.
- b) Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- ◆ Material (bahan baku)

Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.
- ◆ Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.
- ◆ Mesin (peralatan)

40. Pompa-10 (P-10)

Fungsi : Mengalirkan air hasil atas pemisahan dengan settler sebanyak
90739,9901 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 399,5079 gpm

Head : 8,674828 ft

Tenaga pompa : 1,369Hp

Tenaga motor : 2 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 99,608.3476

41. Pompa-11 (P-11)

Fungsi : Mengalirkan larutan keluat Settler (S_T) Menuju Menara distilasi
(MD) sebanyak 3749,81 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 14,00959 gpm

Head : 50,68931 ft

Tenaga pompa : 0,334 Hp

Tenaga motor : 1/2 Hp Standar NEMA

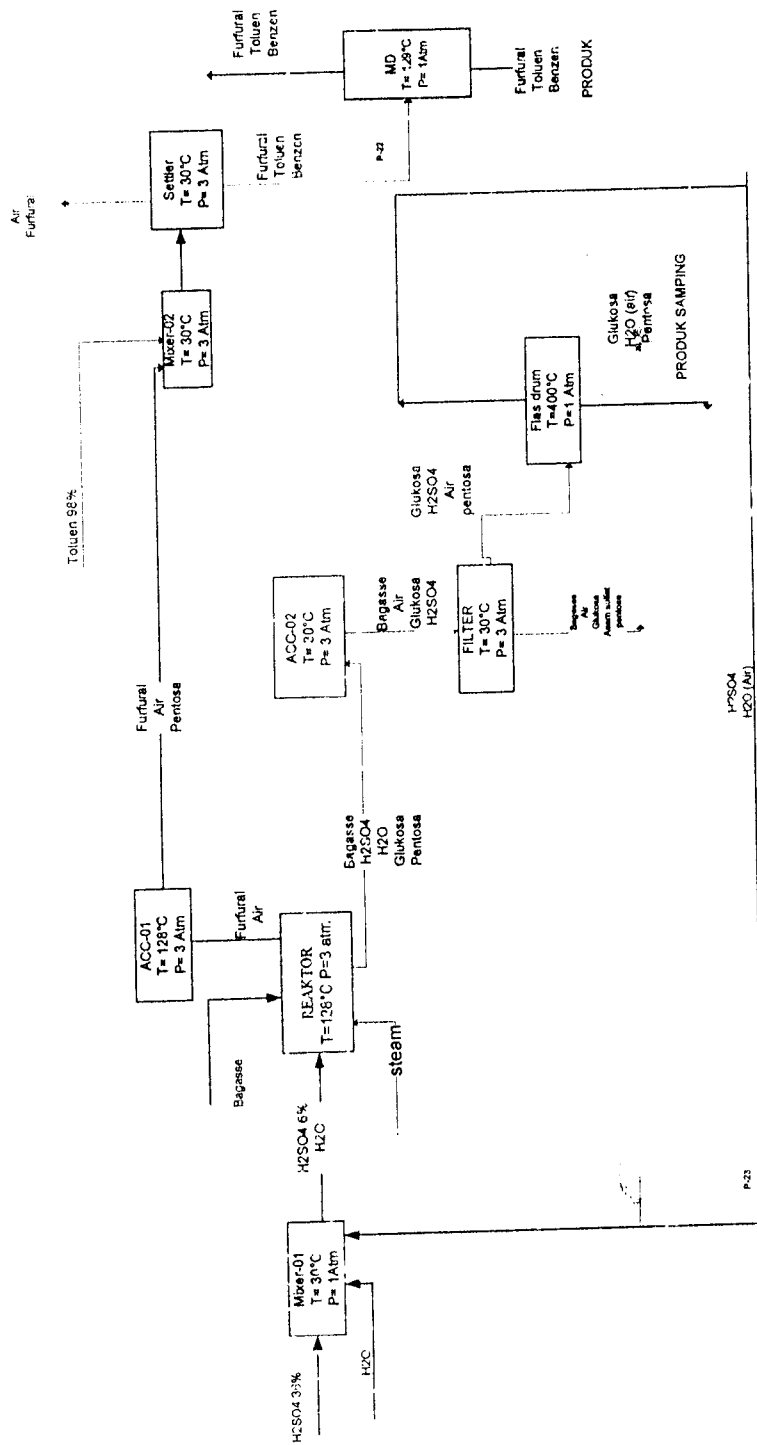
Harga : \$ 13,342.4556



Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

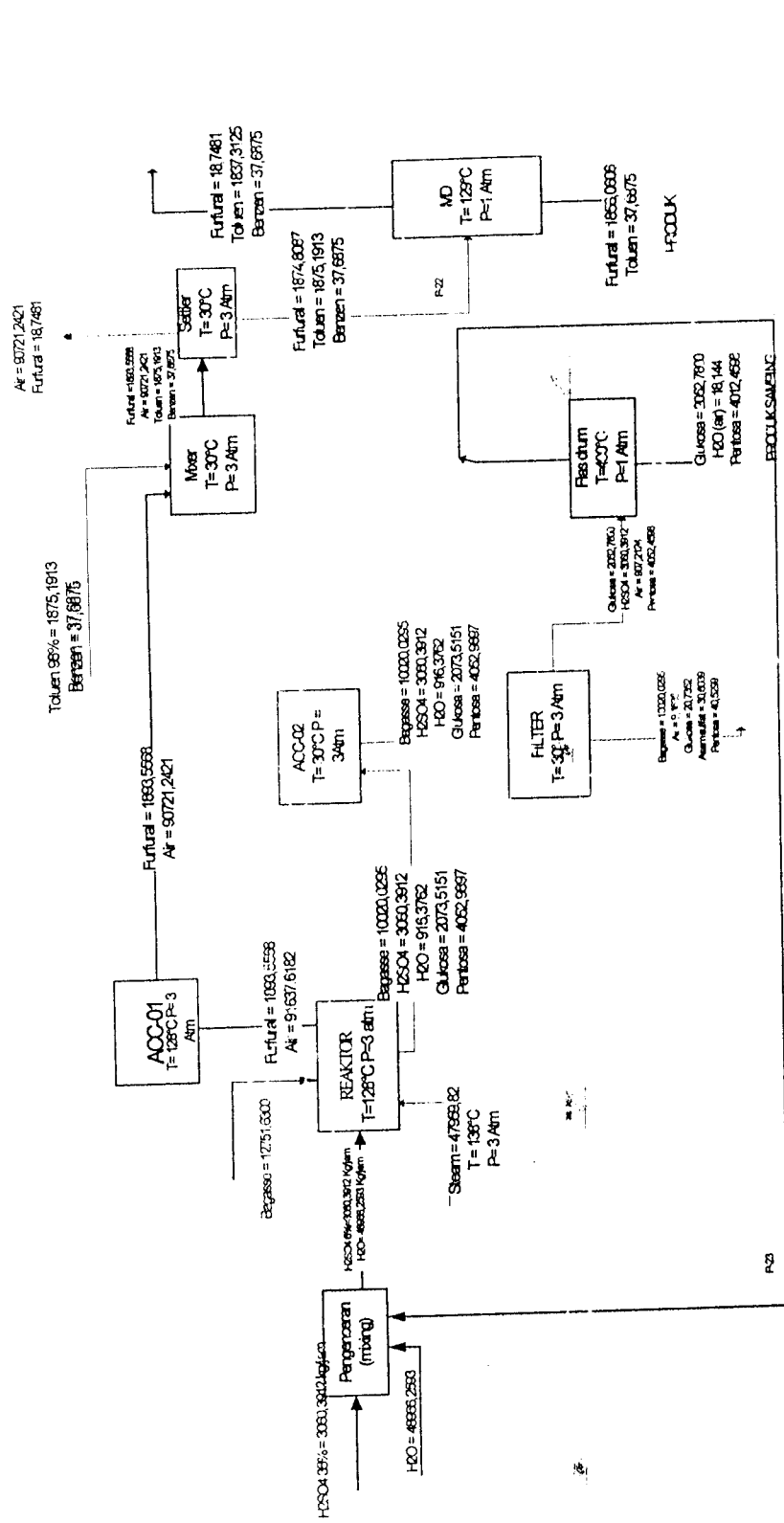


PT Pabrik Furfural dari Ampas Tebu (Bagasse)
Kapasitas 15.000 ton per tahun



Gambar 3.1
DIAGRAM ALIR KUALITATIF

Peta Rancangan Pabrik Purfural dari Ampas Tebu (Bagasse)
Kapasitas 15.000 ton per tahun



Gambar 3.2
DIAGRAM ALIR KUANTITATIF