

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 URAIAN PROSES

Proses pembuatan *Vanillin* dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemisahan produk
4. Tahap pengemasan produk

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Isoeugenol dengan suhu 30°C dari Tangki penyimpanan (T-01) dialirkan dan dinaikkan tekanannya hingga 8 atm menuju Reaktor Gelembung (R) menggunakan Pompa (P-03) dan dipanaskan terlebih dahulu menggunakan *Heater* (HE-01) agar suhunya menjadi 130°C . Natrium Hidroksida dari Tangki penyimpanan (T-02) dengan suhu 30°C dialirkan dan dinaikkan tekanannya hingga 8 atm menggunakan Pompa (P-04) ke Reaktor Gelembung (R). Natrium Hidroksida ini merupakan katalis dari reaksi oksidasi ini, jumlah katalis ini setengah dari jumlah bahan baku sehingga tidak memerlukan pemanas karena pada waktu masuk ke dalam Reaktor (R) panas yang ada sudah cukup untuk memanaskan katalis ini. Sementara itu Oksigen yang diambil dari udara sekitar

pabrik masuk ke Reaktor Gelembung (R) melalui Saringan udara (SU-01) terlebih dahulu untuk disaring pengotor – pengotor yang terikut di dalam udara kemudian dinaikkan tekanannya menjadi 8 atm dengan Kompresor (K).

3.1.2 Tahap Reaksi

Pada Reaktor Gelembung (R) secara teori gelembung udara semakin kecil dan banyak, luas permukaan gelembung semakin besar sehingga kemampuan gelembung untuk mengikat atau bereaksi semakin besar. Peran gelembung terhadap unsur-unsur terlarut dalam larutan yang jumlahnya relatif kecil dipengaruhi sifat fisika-kimia antara fase cair dan gas. Reaksi ini terjadi antara *Isoeugenol* (cair) dengan gelembung - gelembung Oksigen (gas) yang dialirkan dari bawah Reaktor Gelembung (R) dibantu katalis NaOH menghasilkan *Vanillin* (cair). Proses oksidasi ini terjadi dalam 1 buah Reaktor Gelembung (R) dengan konversi 95% pada suhu 130°C dan tekanan 8 atm. Reaksi pembentukan *Vanillin* ini berlangsung secara eksotermis namun panas yang dihasilkan sangat kecil sehingga untuk menyerap panas digunakan isolasi pada dinding luar reaktor.

3.1.3 Tahap Pemisahan Produk

Hasil keluaran atas Reaktor Gelembung (R) yang berupa udara sisa dan gas Asetilen (C_2H_2) dibuang ke udara dengan dibakar terlebih dahulu menggunakan *Flare* agar tidak berbahaya bagi lingkungan sekitar. Hasil bawah Reaktor Gelembung (R) kemudian didinginkan dengan menggunakan *Cooler* (CL-01) untuk menurunkan suhu cairan keluaran Reaktor Gelembung dari 130°C

menjadi 100°C dan diturunkan tekanannya menjadi 5 atm dengan *Expander Valve* (EV-01) yang kemudian dialirkan ke Dekanter (DK) menggunakan Pompa (P-05) untuk memisahkan *Vanillin*, air dan *Isoeugenol* dari NaOH. Cairan tersebut akan terpisah sesuai dengan perbedaannya berat jenisnya. Fase ringan yang berupa *Vanillin*, *Isoeugenol* dan air hasil reaksi akan berada di atas cairan dan fase berat berupa NaOH akan berada di bawah cairan. Dekanter beroperasi pada suhu 100°C dan tekanan 5 atm.

Hasil bawah dekanter (DK) dialirkan kembali ke Reaktor Gelembung untuk digunakan kembali dengan Pompa (P-07). Hasil atas didinginkan dengan menggunakan *Cooler* (CL-02) dari 100°C menjadi 90°C dan diturunkan tekanannya menjadi 2 atm dengan *Expander Valve* (EV-02), kemudian dialirkan ke *Crystallizer* (CR) menggunakan Pompa (P-06) untuk mengubah *Vanillin* dari fase cair ke fase padat berupa kristal jarum dengan suhu sebesar 40°C. Kemudian hasil keluaran *Crystallizer* (CR) dialirkan ke *Centrifuge* (CF) untuk di pisahkan dengan cairan yang masih terikut. Proses *Centrifuge* berlangsung pada suhu 40°C dan tekanan 2 atm.

Hasil keluaran berupa cairan *Centrifuge* (CF) di *recycle* ke Reaktor Gelembung untuk digunakan kembali dengan terlebih dahulu dinaikkan tekanannya menjadi 8 atm dengan menggunakan pompa (P-08). Hasil keluaran berupa *cake* kemudian didistribusikan menggunakan *Screw Conveyor* (SC) menuju *Bucket Elevator* (BE). Di dalam *Screw Conveyor* (SC) dialirkan udara panas untuk kebutuhan penghilangan air yang masih terikut (pengeringan). Udara yang digunakan diambil dari lingkungan sekitar dengan menggunakan *Blower*

(BW) melalui saringan udara (SU-02) untuk dibersihkan lalu dipanaskan oleh *Heater* (HE-02). Suhu keluaran dari *Screw Conveyor* (SC) naik dari 40°C menjadi 60°C.

3.1.4 Tahap Pengemasan Produk

Hasil pengeringan berupa kristal jarum pada *Screw Conveyor* (SC) diangkut menggunakan *Bucket Elevator* (BE) menuju *Hopper* (H) untuk dimasukkan dan disimpan dalam *Silo* (SL) dengan kapasitas 7 hari. Lalu dilakukan pengemasan yang kedap terhadap air.

3.2 SPESIFIKASI ALAT PRODUK

1. Tangki Penyimpan *Isoeugenol* (T-01)

Tugas	: Menyimpan <i>Isoeugenol</i> sebanyak 39.611,19 kg untuk 7 hari operasi.
Alat	: Silinder tegak dan beratap kerucut
Dimensi	: Diameter : 5,49 m Tinggi : 2,13 m
Kondisi	: 30 °C, 1 atm
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 52,399.10

2. Tangki Penyimpan NaOH (T-02)

Tugas	: Menyimpan Natrium Hidroksida sebanyak 378.712 kg untuk 7 hari operasi.
Alat	: Silinder tegak dan beratap kerucut
Dimensi	: Diameter : 1,22 m Tinggi : 0,61 m
Kondisi	: 30 °C, 1 atm
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 2,232.00

3. Reaktor Gelembung (R)

Fungsi	: Mereaksikan <i>Isoeugenol</i> sebanyak 234,602 kg/jam dengan NaOH sebanyak 113,6136 kg/jam dan Oksigen sebanyak 45,776 kg/jam
Jenis	: Reaktor Gelembung
Kondisi Operasi	: 130 °C, 8 atm
Volume	: 9,497 m ³
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Dimensi	
Diameter	: 1,76 m
Tinggi	: 5,416 m

Tebal <i>Shell</i>	: 0.0159 m (5/8 in)
Tebal <i>Head</i>	: 0,0159 m (5/8 in)
Jenis <i>Head</i>	: <i>Thorisperical Dished Head</i>
<i>Pengaduk</i>	
Jenis	: <i>Six flat blades</i>
Diameter Pengaduk	: 0,5283 m
Lebar Pengaduk	: 0,066 m
Jumlah	: 2 buah
Jumlah <i>baffle</i>	: 4 buah
Lebar <i>baffle</i>	: 0,1467 m
<i>Power</i> pengaduk	: 6,1 Hp
<i>Power</i> Motor Standar	: 7,5 Hp
<i>Sparger</i>	
Jenis	: <i>Perforated Plate</i>
Diameter <i>sparger</i>	: 0,0937 m
Diameter lubang	: 0,1 cm
Jumlah lubang	: 5.089 lubang
Harga	: US\$ 46,447.00

4. Dekanter (DK)

Fungsi	: Memisahkan antara <i>Vanillin</i> , <i>Isoeugenol</i> , Air dengan NaOH
Jenis	: Silinder vertikal

Tekanan : 2 atm

Dimensi

Diameter : 1,67 ft (0,51 m)

Panjang : 60 ft (17,52 m)

Power : 0,05 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 17,112.00

8. Bucket Elevator (BE)

Tugas : Mengangkut *Vanillin* menuju *Silo*

Jenis : *Spaced bucket centrifugal discharge elevator*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi

Ukuran *bucket* : 6 x 4 x 4 1/4 in³

Jarak antar *bucket* : 12 in (0,3048 m)

Tinggi *elevator* : 25 ft (7,62 m)

Kecepatan *bucket* : 43 Rpm

Power *bucket* : 2 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 14,986.35

Dimensi

Diameter	: 2,1603 m
Tinggi	: 6,071 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,25 in
Jumlah	: 2 buah
Harga	: US\$ 23,808.11

11. Cooler (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan produk hasil Reaktor menuju Dekanter dari suhu 130°C menjadi 100°C

Jenis : *Double pipe Exchanger*

Aliran fluida

Fluida panas : Produk hasil Reaktor

Fluida dingin : Air

Spesifikasi Annulus

- ◆ IPS : 2 in
- ◆ ID : 2,067 in
- ◆ OD : 2,38 in
- ◆ Aa : 0,0083 ft²

Spesifikasi Inner pipe

- ◆ IPS : 1,25 in
- ◆ ID : 1,38 in

- ◆ Ap : 0,0104 ft²
- ◆ Panjang : 15 ft
- Jumlah *Hairpin* : 1
- Bahan konstruksi : *Carbon steel*
- Jumlah : 2 buah
- Harga : US\$ 2,125.75

12. Cooler (CL-02)

- Fungsi : Mendinginkan produk hasil Dekanter menuju Kristalizer dari suhu 100°C menjadi 90°C
- Jenis : *Double pipe Exchanger*
- Aliran fluida*
- Fluida panas : Produk hasil Dekanter
- Fluida dingin : Air

Spesifikasi Annulus

- ◆ IPS : 2 in
- ◆ ID : 2,067 in
- ◆ OD : 2,38 in
- ◆ Aa : 0,0083 ft²

Spesifikasi Inner pipe

- ◆ IPS : 1,25 in
- ◆ ID : 1,38 in

- ◆ Ap : 0,0104 ft²
- ◆ Panjang : 12 ft
- Jumlah *Hairpin* : 1
- Bahan konstruksi : *Carbon steel*
- Jumlah : 2 buah
- Harga : US\$ 1,913.15

13. Heater (HE-01)

- Fungsi : Memanaskan *Isoeugenol* sebelum dimasukkan ke dalam Reaktor sampai suhu 130 °C
- Jenis : *Double pipe Exchanger*
- Aliran fluida*
- Fluida panas : *Steam*
- Fluida dingin : *Isoeugenol*

Spesifikasi Annulus

- ◆ IPS : 2 in
- ◆ D1 : 2,067 in
- ◆ D2 : 2,38 in
- ◆ Aa : 0,0083 ft²

Spesifikasi Inner pipe

- ◆ IPS : 1,25 in
- ◆ ID : 1,38 in

◆ Ap	: 0,0104 ft ²
◆ Panjang	: 20 ft
Jumlah <i>Hairpin</i>	: 6
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i>
Jumlah	: 7 buah
Harga	: US\$ 10,416.05

14. *Heater (HE-02)*

Fungsi	: Memanaskan udara untuk kebutuhan <i>Screw conveyor</i> untuk kebutuhan pengeringan <i>vanillin</i> sampai suhu 160°C
Jenis	: <i>Shell and tube exchanger</i>
<i>Aliran fluida</i>	
Fluida panas	: <i>Steam</i>
Fluida dingin	: Udara
<i>Spesifikasi Tube</i>	
Jumlah <i>tube</i>	: 151 <i>tube</i>
Panjang	: 8 ft
OD	: 1 in
BWG	: 16
<i>Pitch</i>	: 1,25 in, <i>triangular pitch</i>
<i>Pass</i>	: 2
<i>Spesifikasi Shell</i>	

IDs	: 19,25 in
<i>Baffle spacing</i>	: 9,625 in
<i>Pass</i>	: 1
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 23,170,39

15. *Expander Valve (EV-01)*

Fungsi : Menurunkan tekanan cairan dari Reaktor ke Dekanter dari 8 atm menjadi 5 atm

Pipa Standar dengan spesifikasi :

Di	: 0,6376 in
NPS	: 0,75 in
<i>Sch N</i>	: 40
OD	: 1,05 in
A't	: 0,0037 ft ²
<i>Gate valve</i>	: $\frac{3}{4}$ closed
Jumlah <i>valve</i>	: 8 buah
Harga	: US\$ 2,151.23

16. *Expander Valve (EV-02)*

Fungsi : Menurunkan tekanan cairan dari Dekanter ke Kristalizer dari 5 atm menjadi 2 atm

Pipa Standar dengan spesifikasi:

Di	: 0,622 in
NPS	: 0,5 in
Sch N	: 40
OD	: 0,84 in
A't	: 0,0021 ft ²
Gate valve	: $\frac{3}{4}$ closed
Jumlah valve	: 9 buah
Harga	: US\$ 2,420.14

17. Kompresor (K)

Fungsi	: Mengalirkan dan menaikkan udara untuk kebutuhan Reaktor dari 1 atm menjadi 8 atm
Jenis	: <i>Centrifugal compressor</i>
Kondisi operasi	: Suhu masuk : 30°C Suhu Keluar : 136°C Tekanan masuk : 1 atm Tekanan keluar : 8 atm
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel</i>
Head	: 38.758,13 ft-lbf/lbm
Digunakan motor standar	: 20 Hp
Jumlah	: 1 buah

Harga : US\$ 20,832.10

18. Saringan Udara (SU-01)

Fungsi : Menyaring udara sebelum digunakan dalam Reaktor

Jenis : *Bag Filter*

Kapasitas : 217,98 kg/jam

Spesifikasi *bag*

Diameter : 10 in

Panjang *bag* : 12 ft

Harga : US\$ 1,001.22

19. Saringan Udara (SU-02)

Fungsi : Menyaring udara sebelum digunakan pada proses pengeringan dalam *Screw conveyor*

Jenis : *Bag Filter*

Kapasitas : 217,98 kg/jam

Spesifikasi *bag*

Diameter : 10 in

Panjang *bag* : 12 ft

Harga : US\$ 1.001.22

20. Blower (BW)

Fungsi	: Mengalirkan udara untuk kebutuhan pengeringan pada <i>Screw conveyor</i>
Jenis	: <i>Centrifugal Blower</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel</i>
Head	: 1517,633 ft-lbf/lbm
Digunakan motor standar	: 30 Hp
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 8,396.61

21. Pompa (P-01)

Fungsi	: Mengalirkan <i>Isoeugenol</i> dari truk tangki ke Tangki-01
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>
Tipe	: <i>Mixed Flow Impeller</i>
Bahan konstruksi	: <i>Comercial steel</i>
Kapasitas	: 13,6596 gpm
Ukuran pipa	
Diameter luar	: 1,9 in
Diameter dalam	: 1,61 in
Luas penampang	: 2,036 in ²
Putaran	: 3500 rpm

Putaran spesifik pompa : 1445,976 rpm
Total head : 18,571 ft
BHP : 0,0039
Digunakan motor standar : 0,05 Hp
Jumlah : 1 buah
Harga : US\$ 3932,59

22. Pompa (P-02)

Fungsi : Mengalirkan NaOH dari truk tangki ke Tangki-02
Jenis : *Centrifugal pumps*
Tipe : *Radial Flow Impeller*
Bahan konstruksi : *Comercial steel*
Kapasitas : 1,2778 gpm
Ukuran pipa
Diameter luar : 0,84 in
Diameter dalam : 0,622 in
Luas penampang : 0,3039 in²
Putaran : 3500 rpm
Putaran spesifik pompa : 612,38 rpm
Total head : 12,0327 ft
BHP : 0,0003
Digunakan motor standar : 0,05 Hp

Jumlah : 1 buah
Harga : US\$ 3932,59

23. Pompa (P-03)

Fungsi : Mengalirkan *Isoeugenol* dari Tangki-01 ke Reaktor

Jenis : *Centrifugal pumps*

Tipe : *Radial Flow Impeller*

Bahan konstruksi : *Comercial steel*

Kapasitas : 0,9724 gpm

Ukuran pipa

Diameter luar : 0,84 in

Diameter dalam : 0,622 in

Luas penampang : 0,3039 in²

Putaran : 3500 rpm

Putaran spesifik pompa : 51,18 rpm

Total *head* : 274,4226 ft

BHP : 0,0049

Digunakan motor standar : 0,05 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 3932,59

24. Pompa (P-04)

Fungsi	: Mengalirkan NaOH dari Tanki-02 ke Reaktor
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>
Tipe	: <i>Radial Flow Impeller</i>
Bahan konstruksi	: <i>Comercial steel</i>
Kapasitas	: 1,2779 gpm
<i>Ukuran pipa</i>	
Diameter luar	: 0,84 in
Diameter dalam	: 0,622 in
Luas penampang	: 0,3039 in ²
Putaran	: 3500 rpm
Putaran spesifik pompa	: 73,5347 rpm
Total head	: 203,1225 ft
BHP	: 0,0073
Digunakan motor standar	: 0,05 Hp
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 3932,59

25. Pompa (P-05)

Fungsi	: Mengalirkan cairan dari Reaktor ke Dekanter
--------	---

Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>
Tipe	: <i>Radial Flow Impeller</i>
Bahan konstruksi	: <i>Comercial steel</i>
Kapasitas	: 2,3121 gpm
<i>Ukuran pipa</i>	
Diameter luar	: 1,05 in
Diameter dalam	: 0,8240 in
Luas penampang	: 0,5333 in ²
Putaran	: 3500 rpm
Putaran spesifik pompa	: 1304,1703 rpm
Total <i>head</i>	: 6,5175 ft
BHP	: 0,0003
Digunakan motor standar	: 0,05 Hp
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 3932,59

26. Pompa (P-06)

Fungsi	: Mengalirkan cairan fase ringan dari Dekanter ke Kristalizer
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>
Tipe	: <i>Radial Flow Impeller</i>
Bahan konstruksi	: <i>Comercial steel</i>
Kapasitas	: 0,9652 gpm

Ukuran pipa

Diameter luar	: 0,84 in
Diameter dalam	: 0,6220 in
Luas penampang	: 0,3039 in ²
Putaran	: 3500 rpm
Putaran spesifik pompa	: 684,6680 rpm
Total <i>head</i>	: 8,6008 ft
BHP	: 0,0002
Digunakan motor standar	: 0,05 Hp
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 3932,59

27. Pompa (P-07)

Fungsi : Mengalirkan cairan fase berat dari Dekanter kembali ke Reaktor

Jenis : *Centrifugal pumps*

Tipe : *Radial Flow Impeller*

Bahan konstruksi : *Comercial steel*

Kapasitas : 1,3463 gpm

Ukuran pipa

Diameter luar : 0,84 in

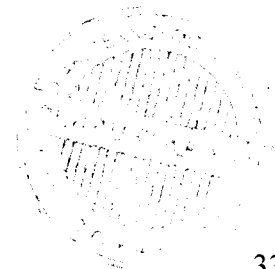
Diameter dalam : 0,6220 in

Luas penampang : 0,3039 in²

Putaran : 3500 rpm
Putaran spesifik pompa : 128,0860 rpm
Total *head* : 100,3505 ft
BHP : 0,0029
Digunakan motor standar : 0,05 Hp
Jumlah : 1 buah
Harga : US\$ 3932,59

28. Pompa (P-08)

Fungsi : Mengalirkan cairan hasil pemisahan dari
Centrifuge kembali ke Reaktor
Jenis : *Centrifugal pumps*
Tipe : *Radial Flow Impeller*
Bahan konstruksi : *Comercial steel*
Kapasitas : 0,0453 gpm
Ukuran pipa
Diameter luar : 0,405 in
Diameter dalam : 0,2690 in
Luas penampang : 0,0569 in²
Putaran : 3500 rpm
Putaran spesifik pompa : 12,7003 rpm
Total *head* : 227,8359 ft
BHP : 0,00018



Digunakan motor standar	: 0,05 Hp
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US\$ 3932,59

3.3 PERANCANGAN PRODUKSI

Dalam menyusun produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kebutuhan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik dalam menghasilkan jumlah produk.

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

- a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu :

- a. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- b. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.
- c. Mencari daerah pemasaran lain.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

a. Material (bahan baku)

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

b. Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau *training* pada karyawan agar keterampilan meningkat.

c. Mesin (peralatan)

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