



**TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA - TK 184803**

**PRA DESAIN PABRIK  
VANILLIN SINTETIK DARI KRAFT LIGNIN**

**Nelly Fatria Wahani  
NRP. 02211640000109**

**Agra Yuba Bachtiar  
NRP. 02211640000112**

**Dosen Pembimbing :  
Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng.  
NIP. 19590730 198603 2 001  
Ir. Nuniek Hendriane, M.T.  
NIP. 19571111198601 2 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA  
SISTEM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

### “PRA –DESAIN PABRIK VANILLIN SINTETIK DARI KRAFT LIGNIN”

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Disusun oleh :

**Nelly Fatria Wahani**

**NRP 02211640000109**

**Agra Yuba Bachtiar**

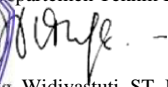
**NRP 02211640000112**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng  (Dosen Pembimbing I)
2. Ir. Nuniek Hendrianie, M.T.  (Dosen Pembimbing II)
3. Prof. Dr. Ir. Arief Widjaja, M. Eng.  (Dosen Penguji I)
4. Orchidea Rachmaniah S.T., MT  (Dosen Penguji II)
5. Rizky Tetrisyanda, S.T., M.T.  (Dosen Penguji III)



Mengetahui,  
Kepala Departemen Teknik Kimia

  
Dr. Eng. Widiyastuti, ST., MT  
197503062002122002

Surabaya, 14 Agustus 2020

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia FTIRS-ITS.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. Kedua orang tua kami yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti- hentinya kepada penulis.
2. Segenap keluarga dan teman yang telah menyemangati dan membantu penyelesaian skripsi ini.

3. Ibu Dr. Widiyastuti, S.T., M.T. selaku Kepala Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS.
4. Ibu Dr. Ir. Sri Rahmania Juliastuti, M.eng. dan Ibu Ir. Nuniek Hendrianie, M.T selaku dosen Pembimbing Skripsi yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan skripsi ini.
5. Seluruh Bapak/Ibu dosen Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.
6. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS yang telah memberikan bantuan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak..

Surabaya, 08 Agustus 2020

Penulis,

## INTISARI

Vanillin senyawa yang digunakan untuk perasa vanilla sintetik, antioksidan guna kosmetik, dan salah satu bahan untuk senyawa farmasi (Araújo et al., 2010). Sebagai salah satu negara agraris, masyarakat Indonesia melakukan bercocok tanaman vanilla guna bahan baku utama dalam produksi vanillin. Hingga kini Indonesia dikenal sebagai salah satu produser terbesar di Indonesia dalam memproduksi vanillin menggunakan bahan baku alami dari tanaman vanilla. Selain itu, Indonesia juga menjadi salah satu konsumen vanilla terbesar di dunia untuk memproduksi vanillin, tercatat Indonesia mengonsumsi 32% produksi vanillin yang ada di dunia (FAO, 2019). Meskipun demikian, berdasarkan data Food Agricultural Organization (FAO), bahwa konsumsi Indonesia semakin meningkat melebihi kapasitas produksi yang ada, menyebabkan Indonesia melakukan impor vanilla bahkan tercatat tahun 2018 impor vanilla meningkat 45% dibanding tahun 2017. Vanillin alami relatif lebih mahal dibandingkan vanillin sintetik, berkisar 2000-4000\$/kg dibandingkan vanillin sintetik 15-1000\$/kg (Khwanjaisakun et al., 2020). Guna memenuhi kebutuhan

vanillin di Indonesia, salah satu langkah yang dapat dilakukan ialah memproduksi vanillin sintetik. Vanillin sintetik memiliki keuntungan yakni vanillin dijual di pasar dari proses kimia sintetik dibandingkan proses ekstraksi alami. Meskipun demikian, vanillin sintetik umumnya dihasilkan dari senyawa guaiacol, senyawa yang harganya fluktuatif mengikuti harga *crude oil* menyebabkan keuntungan yang didapat dari penjualan vanillin sintetik memungkinkan menjadi sedikit (Jeon et al., 2020). Sehingga bahan baku lain dalam sintesis vanillin diperlukan. Salah satu bahan baku yang dapat digunakan untuk memproduksi vanillin ialah limbah pabrik kertas yaitu kraft lignin. Kraft Lignin merupakan salah satu komponen pada limbah pabrik kertas dengan kandungan kraft lignin hingga 30-40% sehingga dapat diolah menjadi vanillin (Baghel & Anandkumar, 2019). Dalam pabrik kertas, jumlah kraft lignin didapat sekitar 12% dari total kapasitas produksi kertas. Tidak hanya itu, tercatat oleh Kementerian Perindustrian bahwa produksi kertas di Indonesia pada tahun 2018 meningkat 24% dibanding tahun 2017.

Oleh karena itu, akan didirikan pabrik vanillin sintetik dari kraft lignin yang berlokasi di Tangerang pada tahun 2022 dengan kapasitas produksi 7000 ton vanillin/tahun. Pemilihan lokasi ini

didasarkan pada jumlah bahan baku, jarak lokasi dengan bahan baku, jarak lokasi dengan pelabuhan, ketersediaan listrik, ketersediaan air, ketersediaan lahan, dan upah minimum rakyat.

Produksi vanillin sintetik dari kraft lignin dilakukan melalui tiga tahap, yaitu Reaksi, purifikasi, dan kristalisasi.

Di bagian reaksi, kraft lignin ditambahkan senyawa campuran NaOH 2 M dan Nitrobenzene. Reaktor R-110 dipanaskan hingga 110 °C dengan tekanan 10 bar, dijaga konstan dengan agitasi didalamnya selama 3 jam. Yield vanillin yang dihasilkan pada proses ini ialah 40% (Wang et al., 2018). Dalam proses reaksi, digunakan reaktor *batch*. Kemudian di bagian purifikasi, mula-mula dilarutkan dalam *solvent* dan dimasukkan ke dalam kolom ekstraksi H-210. Vanillin yang telah dilarutkan bersama *solvent* dimasukkan ke dalam kolom distilasi D-220 untuk mendapatkan vanillin murni, vanillin tersebut kemudian dikristalkan di X-310.

Karyawan yang dipekerjakan selama 24 jam tenaga kerja per hari. Jumlah pegawai total adalah 129 orang termasuk dewan komisaris dan direktur. Modal yang digunakan berasal dari modal sendiri sebesar 40% dan modal pinjaman sebesar

60%. Bentuk badan usaha yang digunakan adalah perseroan terbatas (PT).

Berdasarkan analisa ekonomi yang dilakukan, diperoleh hasil sebagai berikut:

- *Internal Rate of Return* : 21,48% per tahun
- *Pay Out Time* : 4,46 tahun
- *BEP* : 22,21 %

Ditinjau dari uraian di atas, maka secara teknis dan ekonomis, pabrik vanillin sintetik dari kraft lignin layak untuk didirikan.



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>INTISARI</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	I-1
<b>BAB II BASIS DESAIN DATA</b>	
II.1 Kapasitas.....	II-1
II.2 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	II-6
II.3 Karakteristik Bahan Baku dan Produk.....	II-11
II.3.1 Bahan Baku.....	II-11
II.3.1 Produk.....	II-16
<b>BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES</b> .....	III-1
III.1 Proses Produksi Vanillin.....	III-1
III.2 Seleksi Proses Reaksi Oksidasi.....	III-2
III.3 Seleksi Proses Purifikasi.....	III-3
III.4 Uraian Proses.....	III-6
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI</b> .....	IV-1
<b>BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN</b> .....	V-1
<b>BAB VI ANALISIS EKONOMI</b> .....	VI-1
VI.1 Bentuk dan Organisasi Perusahaan.....	VI-1
VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan.....	VI-1
VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan.....	VI-1
VI.1.3 Struktur Organisasi.....	VI-3

VI.1.4 Perincian Jumlah Tenaga Kerja .....	I-5
VI.1.5 Status Karyawan dan Pengupahan.....	VI-8
VI.2 Utilitas.....	VI-8
VI.2.1 Unit Pengolahan Air .....	VI-9
VI.2.2 Unit Penyediaan Steam.....	VI-9
VI.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik.....	VI-10
VI.2.4 Unit Pendingin.....	VI-10
VI.3 Analisis Ekonomi.....	VI-10
VI.3.1 Analisis Keuangan.....	VI-11
VI.3.2 Laju Pengembalian Modal ( <i>IRR</i> ).....	VI-11
VI.3.3 Waktu Pengembalian Modal ( <i>Payout Period / POP</i> ).....	VI-11
VI.3.4 Titik Impas ( <i>Break Even Point / BEP</i> ).....	VI-11
<b>BAB VII KESIMPULAN .....</b>	<b>VII-1</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xvi</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Grafik Neraca Vanillin di Indonesia.....	I-2
Gambar VI.1	Struktur Organisasi Garis dan Staff.....	VI-3
Gambar VI.2	Kebutuhan Pekerja Operator untuk Industri Kimia.....	VI-11

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Data Produksi Kraft Lignin di Indonesia Tahun 2013-2018.....	I-1
Tabel II.2	Data Konsumsi Vanillin di Indonesia Tahun 2013-2018.....	II-1
Tabel II.3	Data Produksi Vanillin di Indonesia Tahun 2013-2018.....	II-2
Tabel II.4	Data Impor Vanillin di Indonesia Tahun 2013-2018.....	II-2
Tabel II.5	Data Ekspor Vanillin di Indonesia Tahun 2013-2018.....	II-2
Tabel II.6	Data Prediksi kebutuhan Vanillin di Indonesia .....	II-3
Tabel II.7	Data Prediksi Produksi Kraft Lignin .....	II-4
Tabel II.8	Data Perbandingan Lokasi .....	II-4
Tabel II.9	Spesifikasi Vanillin .....	II-6
Tabel II.10	Spesifikasi Kraft Lignin.....	II-6
Tabel II.11	Spesifikasi NaOH .....	II-7
Tabel II.12	Spesifikasi Air .....	II-7
Tabel II.13	Spesifikasi Ethyl Acetate .....	II-7
Tabel II.14	Spesifikasi Nitrobenzene .....	II-8
Tabel II.15	Spesifikasi Asam Vanilat .....	II-8
Tabel II.16	Spesifikasi Vanillin.....	II-9
Tabel III.1	Perbandingan <i>Reaksi Oksidasi</i> .....	II-1
Tabel III.2	Perbandingan Proses Purifikasi .....	III-2
Tabel IV.1	Neraca Massa Reaktor Oksidasi (R-110).....	IV-1
Tabel IV.2	Neraca Massa Centrifuge Filter (H-118).....	IV-2
Tabel IV.3	Neraca Massa <i>Reaktor Netralisasi (R-120)</i> .....	IV-3
Tabel IV.4	Neraca Massa Membrane Reverse Osmosis (H-125) .....	IV-4
Tabel IV.5	Neraca Massa <i>Liquid Liquid Extraction (H-210)</i> .....	IV-4
Tabel IV.6	Neraca Massa <i>Distilasi (D-220)</i> .....	IV-5
Tabel IV.7.1	Neraca Massa <i>Crystallizer (X-310)</i> .....	IV-6
Tabel IV.7.2	Neraca Massa <i>Crystallizer Usai Recycle (X-310)</i> .....	IV-7
Tabel IV.8.1	Neraca Massa <i>Centrifuge Filter (X-310)</i> .....	IV-8
Tabel IV.8.2	Neraca Massa <i>Centrifuge Filter Usai Recycle (X-310)</i> .....	IV-8
Tabel IV.9.1	Neraca Massa <i>Centrifuge Filter (X-310)</i> .....	IV-9
Tabel IV.9.2	Neraca Massa <i>Centrifuge Filter Usai Recycle (X-310)</i> .....	IV-10

Tabel IV.10.1 Neraca Massa <i>Screw Conveyor</i> (J-319).....	V-10
Tabel IV.10.2 Neraca Massa <i>Screw Conveyor</i> Usai Recycle(J-319).....	IV-11
Tabel IV.11.1 Neraca Massa <i>Screener</i> (H-323).....	IV-11
Tabel IV.11.2 Neraca Massa <i>Screener</i> Usai Recycle(H-323).....	IV-12
Tabel IV.12 Neraca Massa <i>Spray Water</i> (X-320).....	IV-13
Tabel IV.13 Neraca Massa Dryer (E-330).....	IV-14
Tabel IV.14 Neraca Energi Reaktor Oksidasi (R-110).....	IV-15
Tabel IV.15 Neraca Energi Reaktor Netralisasi (R-120).....	IV-16
Tabel IV.16 Neraca Energi Cooler (E-121).....	IV-17
Tabel IV.17 Neraca Energi Heater (E-215).....	IV-17
Tabel IV.18 Neraca Energi Condensor (E-221).....	IV-18
Tabel IV.19 Neraca Energi Cooler (E-224).....	IV-19
Tabel IV.20 Neraca Energi Reboiler (E-225).....	IV-19
Tabel IV.21 Neraca Energi Cooler (E-226).....	IV-19
Tabel IV.22 Neraca Energi Heater (E-312).....	IV-20
Tabel IV.23 Neraca Energi Cooler (E-315).....	IV-20
Tabel IV.23 Neraca Energi Dryer (E-330).....	IV-21
Tabel IV.23 Neraca Energi Heater (E-331).....	IV-21
Tabel V.1 Daftar dan Harga Peralatan.....	V-1
Tabel V.2 Spesifikasi Alat Reaktor Oksidasi (R-110).....	V-2
Tabel V.3 Spesifikasi Alat NaOH Tank (F-111).....	V-3
Tabel V.4 Spesifikasi Alat NaOH Pump (L-112).....	V-3
Tabel V.5 Spesifikasi Alat Kraft Lignin Tank (F-113).....	V-4
Tabel V.6 Spesifikasi Alat Kraft Lignin Pump (L-114).....	V-4
Tabel V.7 Spesifikasi Alat Nitrobenzene Tank (F-115).....	V-5
Tabel V.8 Spesifikasi Alat Nitrobenzene Pump (L-116).....	V-5
Tabel V.9 Spesifikasi Alat <i>Pressure Valve</i> (K-117).....	V-5
Tabel V.10 Spesifikasi Alat Centrifuge (H-118).....	V-6
Tabel V.11 Spesifikasi Alat <i>Reactor Neutralization</i> (R-120).....	V-6
Tabel V.12 Spesifikasi Alat Heat Exchanger (E-121).....	V-6
Tabel V.13 Spesifikasi Alat HCl Tank (F-122).....	V-7
Tabel V.14 Spesifikasi Alat HCl Pump (L-123).....	V-7
Tabel V.15 Spesifikasi Alat Pompa (L-124).....	V-8
Tabel V.16 Spesifikasi Alat <i>Membrane Reverse Osmosis</i> (H-125).....	V-8

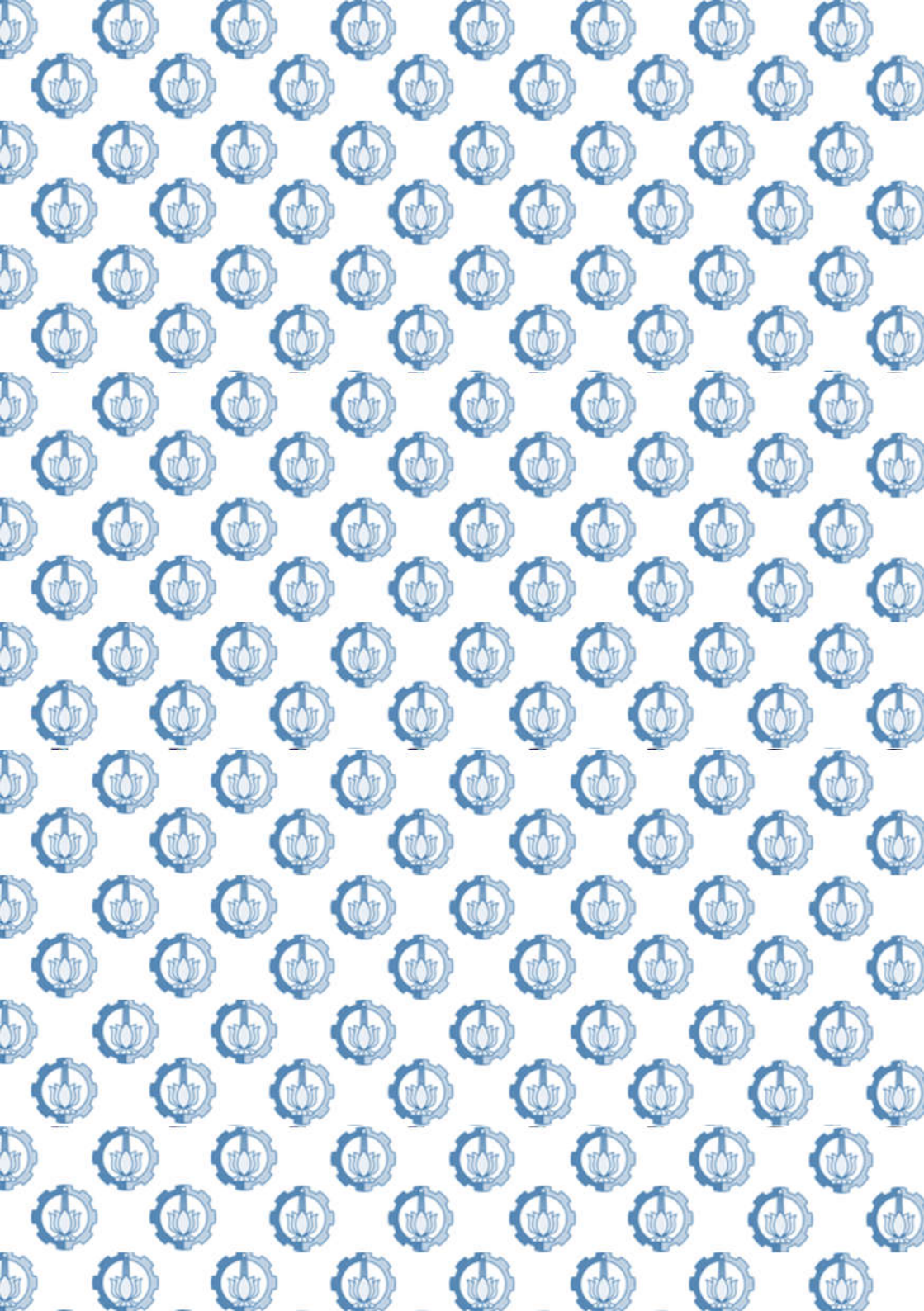
Tabel V.17 Spesifikasi Alat Kolom Ekstraksi (H-210) .....	V-9
Tabel V.18 Spesifikasi Alat Pompa Feed Ekstraksi (L-211) .....	V-10
Tabel V.19 Spesifikasi Alat Pompa Ethyl Acetate (L-212).....	V-10
Tabel V.20 Spesifikasi Alat Tangki Ethyl Acetate (F-213).....	V-11
Tabel V.21 Spesifikasi Alat Pompa Ekstrak (L-214).....	V-11
Tabel V.22 Spesifikasi Alat Heat Exchanger (E-215) .....	V-12
Tabel V.23 Spesifikasi Alat Kolom Distilasi (D-220) .....	V-12
Tabel V.24 Spesifikasi Alat Condensor (F-221).....	V-13
Tabel V.25 Spesifikasi Alat Tangki Penampung (F-222).....	V-13
Tabel V.26 Spesifikasi Alat Pompa Etil Acetate (L-223).....	V-14
Tabel V.27 Spesifikasi Alat Heat Exchanger (E-224) .....	V-14
Tabel V.28 Spesifikasi Alat Reboiler (E-225) .....	V-15
Tabel V.29 Spesifikasi Alat Heat Exchanger (E-226).....	V-15
Tabel V.30 Spesifikasi Alat Pompa (L-227).....	V-16
Tabel V.31 Spesifikasi Crystallizer (X-310).....	V-16
Tabel V.32 Spesifikasi Heat Exchanger (E-312) .....	V-17
Tabel V.33 Spesifikasi Pompa (L-313).....	V-17
Tabel V.34 Spesifikasi Screw Conveyor (J-314).....	V-17
Tabel V.35 Spesifikasi Heat Exchanger (E-315) .....	V-18
Tabel V.36 Spesifikasi Centrifuge (H-316).....	V-18
Tabel V.37 Spesifikasi Pompa (H-317) .....	V-18
Tabel V.38 Spesifikasi Screw Conveyor (J-319).....	V-19
Tabel V.39 Spesifikasi Spray Water (X-320) .....	V-19
Tabel V.40 Spesifikasi Crusher (C-321) .....	V-19
Tabel V.41 Spesifikasi Belt Conveyor (J-322).....	V-19
Tabel V.42 Spesifikasi Alat Screener (H-323).....	V-20
Tabel V.43 Spesifikasi Cyclone (H-324) .....	V-20
Tabel V.44 Spesifikasi Blower (G-325).....	V-20
Tabel V.45 Spesifikasi Belt Conveyor (J-326) .....	V-20
Tabel V.46 Spesifikasi Rotary Dryer (E-330).....	V-21
Tabel V.47 Spesifikasi Heat Exchanger (E-331) .....	V-21
Tabel V.48 Spesifikasi Belt Conveyor (E-332).....	V-21
Tabel V.49 Spesifikasi Vanillin Tank (F-333).....	V-21
Tabel V.50 Spesifikasi Ethyl Acetate Tank (F-334) .....	V-22

Tabel V.51 Spesifikasi Blower (G-335).....	V-22
Tabel VI.1 Data Kebutuhan Karyawan Pabrik .....	VI-6
Tabel VI.2 Jadwal <i>Shift</i> dengan Sistem 2-2-2 .....	VI-9



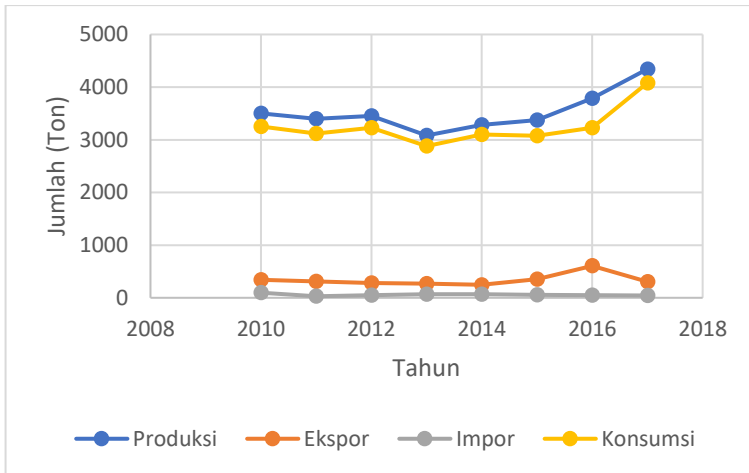
**BAB I**  
**PENDAHULUAN**





## **BAB I PENDAHULUAN**

Sebagai salah satu negara agraris, masyarakat indonesia melakukan bercocok tanaman vanilla guna bahan baku utama dalam produksi vanillin. Vanillin, merupakan senyawa yang digunakan untuk perasa vanilla sintetik, antioksidan guna kosmetik, dan salah satu bahan untuk senyawa farmasi (Araújo et al., 2010). Hingga kini Indonesia dikenal sebagai salah satu produser terbesar di Indonesia dalam memproduksi vanillin menggunakan bahan baku alami dari tanaman vanilla. Selain itu, Indonesia juga menjadi salah satu konsumen vanilla terbesar di dunia untuk memproduksi vanillin, tercatat indonesia mengonsumsi 32% produksi vanillin yang ada di dunia (FAO, 2019). Meskipun demikian, berdasarkan data Food Agricultural Organization (FAO), bahwa konsumsi Indonesia semakin meningkat melebihi kapasitas produksi yang ada, menyebabkan Indonesia melakukan impor vanilla bahkan tercatat tahun 2018 impor vanilla meningkat 45% dibanding tahun 2017. Gambar I menunjukkan neraca vanillin di Indonesia.



Gambar I. Grafik Neraca Vanillin di Indonesia (FAO,2019)

Mencegah kekurangan vanillin, guna memenuhi kebutuhan vanillin dalam Indonesia salah satu langkah yang dapat dilakukan ialah memproduksi vanillin sintetis. Vanillin sintetis memiliki keuntungan yakni vanillin dijual di pasar dari proses kimia sintetis dibandingkan proses ekstraksi alami. Selain itu, vanillin alami relatif lebih mahal dibandingkan vanillin sintetis, berkisar 2000-4000\$/kg dibandingkan vanillin sintetis 15-1000\$/kg (Khwanjaisakun et al., 2020). Meskipun demikian, vanillin sintetis umumnya dihasilkan dari senyawa guaiacol, senyawa yang harganya fluktuatif mengikuti harga *crude oil* menyebabkan keuntungan yang didapat dari penjualan vanillin sintetis memungkinkan

menjadi sedikit (Jeon et al., 2020). Sehingga bahan baku lain dalam sintesis vanillin diperlukan.

Salah satu bahan baku yang dapat digunakan untuk memproduksi vanillin ialah limbah pabrik kertas yaitu lignin. Lignin merupakan salah satu komponen pada limbah pabrik kertas dengan kandungan lignin hingga 30-40% sehingga dapat diolah menjadi vanillin (Baghel & Anandkumar, 2019). Dalam pabrik kertas, jumlah kraft lignin didapat sekitar 12% dari total kapasitas produksi kertas. Tidak hanya itu, tercatat oleh Kementerian Perindustrian bahwa produksi kertas di Indonesia pada tahun 2018 meningkat 24% dibanding tahun 2017. Dari tahun ke tahun produksi kertas di Indonesia semakin meningkat, sehingga menyebabkan jumlah lignin yang dihasilkan juga akan semakin meningkat. Selain itu, lignin hanya diolah oleh pengolahan air limbah hingga sesuai mutu lingkungan, tidak dimanfaatkan kembali sehingga dapat menjadi produk yang bernilai jual tinggi (Harshvardhan et al., 2017).

Oleh karena itu, guna meningkatkan produksi vanillin diperlukan pembuatan pabrik vanillin dari kraft lignin sebagai bahan baku.

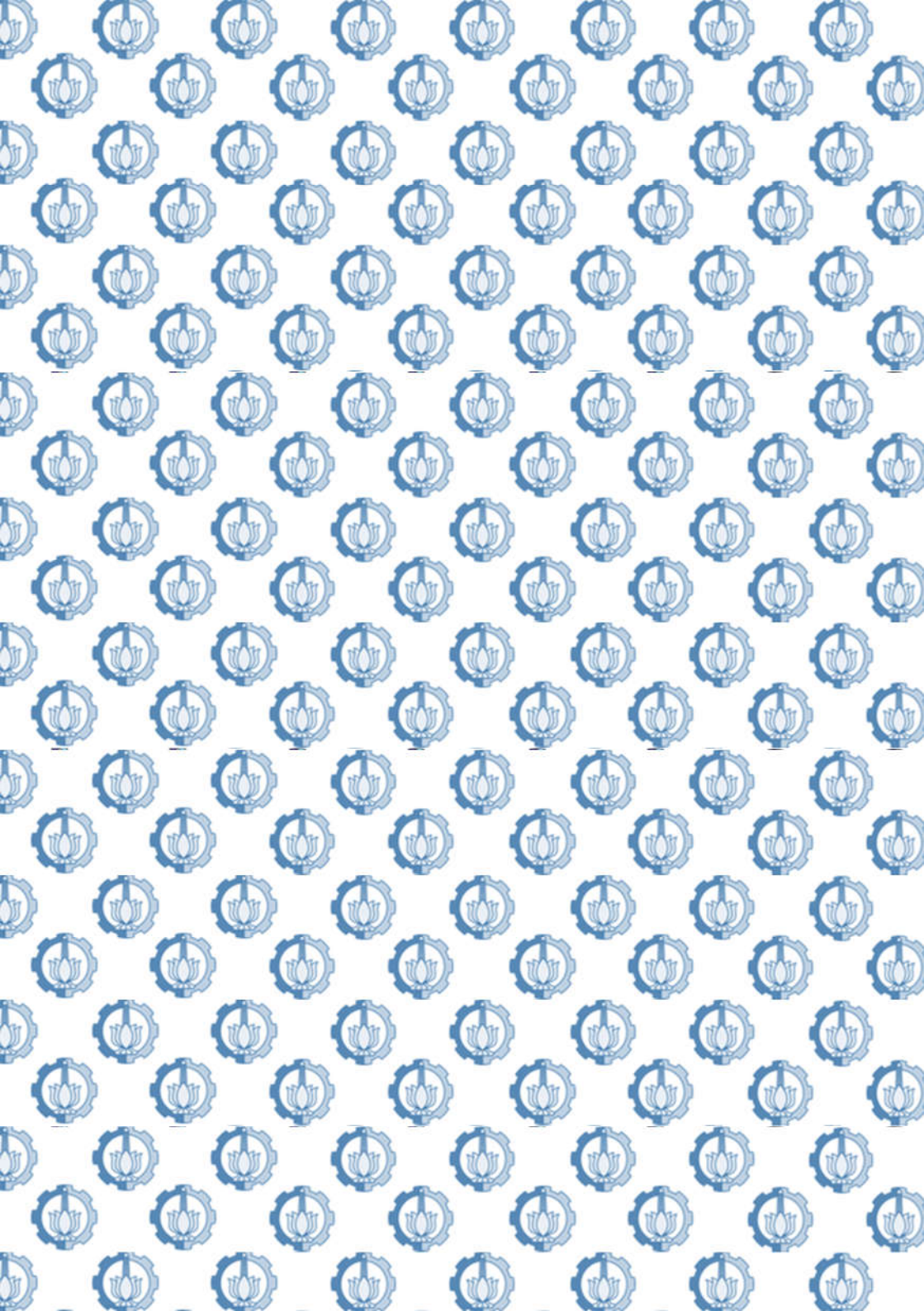
*~Halaman sengaja dikosongkan~*





# **BAB II**

# **BASIS DESAIN DATA**



## **BAB II**

### **BASIS DESAIN DATA**

#### **II.1 Kapasitas**

Data impor vanillin berdasarkan FAO (2018) mengalami peningkatan yang cukup tinggi. Di lain pihak, menurut Kemenperin terdapat sekitar 186 pabrik pulp kertas di Indonesia yang mempunyai hasil samping berupa lignin yang dapat diolah kembali untuk mendapatkan vanilin sintetik. Tabel II.1 menunjukkan data produksi lignin di Indonesia.

Tabel II.1 Data Produksi Lignin di Indonesia tahun 2013  
– 2017 (Kemenperin, 2018)

Tahun	Produksi Lignin (Ton)	Persentase Pertumbuhan
2013	22788.5	
2014	17664	-22%
2015	21557	22%
2016	21914	2%
2017	24419	11%
		3%



Sedangkan untuk kebutuhan vanillin di Indonesia didapat dari data ekspor, impor, produksi dan konsumsi. Tabel II.2, II.3, II.4, dan II.5 berturut-turut memaparkan data ekspor, impor, produksi dan konsumsi

Tabel II.2 Data Konsumsi Vanillin di Indonesia Tahun 2013 – 2017 (FAO,2018)

Tahun	Konsumsi Vanillin (ton)	Persentase Pertumbuhan
2013	28800	
2014	31212	8,38%
2015	30740	-1,51%
2016	32303	5,08%
2017	32355	0,16%
Rata Rata		3,03%

Tabel II.3 Data Produksi Vanillin di Indonesia tahun 2013 – 2017 (FAO,2018)

Tahun	Produksi Vanillin (ton)	Persentase Pertumbuhan
2013	20820	

2014	22810	9,56%
2015	21708	-4,83%
2016	20122	-7,31%
2017	20220	0,49%
Rata Rata		-0,52%

Tabel II.4 Data Ekspor Vanillin di Indonesia tahun 2010  
– 2017 (FAO,2018)

Tahun	Ekspor Vanillin (ton)	Persentase Pertumbuhan
2013	4180	
2014	4080	-2,39%
2015	3060	-25,00%
2016	4210	37,58%
2017	4088	-2,90%
Rata Rata		1,82%

Tabel II.5 Data Impor Vanillin di Indonesia tahun 2010  
– 2017 (FAO,2018)

Tahun	Impor Vanillin (ton)	Persentase Pertumbuhan
2013	12155	

2014	12256	0,83%
2015	12112	-1,17%
2016	16334	34,86%
2017	16221	-0,69%
Rata Rata		8,46%

Masing-masing data ekspor, impor, produksi dan konsumsi digunakan untuk memprediksi data pada beberapa tahun berikutnya menggunakan persamaan (1) dan (2). Sedangkan data kebutuhan didapat menggunakan persamaan (3)

*I*

$$= \text{Rata} \quad (1)$$

– *Rata Persentase Pertumbuhan di setiap Tahun*

$$F = P(1 + i)^n \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan} &= \text{Konsumsi} \\ &+ \text{Ekspor} - \text{Produksi} - \text{Impor} \end{aligned} \quad (3)$$

Hasil perhitungan untuk kebutuhan vanillin pada beberapa tahun setelah 2020 disajikan pada Tabel II.6 dan hasil prediksi produksi lignin disajikan pada Tabel II.7

Tabel II.6 Estimasi Kebutuhan Vanillin Tahun 2021-2030

Tahun	Produksi	Ekspor	Impor	Konsumsi	Kebutuhan
2018	22050,54	4162,52	14490,87	35446,66	-3067,77
2019	24046,81	4747,77	12945,28	38833,75	-6589,43
2020	26223,80	5415,32	11564,54	42544,48	-10171,46
2021	28597,88	6176,72	10331,06	46609,79	-13857,56
2022	31186,89	7045,17	9229,15	51063,56	-17692,69
2023	34010,28	8035,73	8244,77	55942,91	-21723,58
2024	37089,28	9165,56	7365,39	61288,50	-25999,39
2025	40447,02	10454,25	6579,80	67144,88	-30572,31
2026	44108,75	11924,12	5878,00	73560,87	-35498,25
2027	48101,97	13600,67	5251,05	80589,93	-40837,57

Tabel II.7 Prediksi Produksi Lignin

Tahun	Produksi Lignin (Ton)
-------	-----------------------

2018	25190,69
2019	25986,76
2020	26808,00
2021	27655,18
2022	28529,14
2023	29430,71
2024	30360,78
2025	31320,24
2026	32310,02
2027	33331,08
2028	34384,41

Pada Tabel II.6 tampak kebutuhan vanillin semakin meningkat namun terjadi defisit sehingga kebutuhan tidak terpenuhi.

Pada umumnya konversi lignin untuk menjadi vanillin berkisar 10-40%. Berdasarkan konversi tersebut penentuan kapasitas menggunakan produksi lignin sebagai basis penentuan kapasitas dikarenakan kebutuhan vanillin tidak bisa disuplai semua menggunakan lignin sebagai bahan baku. Sehingga dalam pendirian pabrik vanillin didirikan pada tahun 2024 mengabil 15% dari kebutuhan didapat kapasitas

bahan baku lignin sebesar 10000 ton dan menghasilkan vanillin sebesar 4000 ton (pembulatan).

## **II.2 Pemilihan Lokasi Pabrik**

Pada pemilihan lokasi pabrik vanillin terdapat 3 alternatif yakni Kawasan Industri yang terdapat di Tangerang, Probolinggo dan Riau. Menurut Rikalovic dkk (2015), pemilihan lokasi ditinjau dari berbagai aspek, diantaranya sebagai berikut:

1. Jumlah Bahan Baku
2. Jarak Lokasi dengan Bahan Baku
3. Jarak Lokasi dengan Pelabuhan
4. Ketersediaan Listrik
5. Ketersediaan Air
6. Ketersediaan Lahan
7. Upah Minimum Rakyat

Perbandingan seluruh aspek guna pemilihan lokasi terlihat pada Tabel II.8

Tabel II.8 Perbandingan Lokasi pada Setiap Aspek

Lokasi	Tangerang	Probolinggo	Riau
Jumlah Lignin	455.157,15	360.336	374.540,3

(ton)			
Jarak Lokasi dengan Bahan Baku (km)	44	101	50
Jarak Lokasi dengan Pelabuhan (km)	38	20	41
Ketersediaan Listrik (MW)	4.829	2.045	25
Ketersediaan Air	Terdapat teluk Jakarta	Terdapat laut di tepi kecamatan	Terdapat sungai Siak
Ketersediaan Lahan (ha)	480	300	240
Upah Minimum Rakyat (Rp)	4.168.268	2.319.796	2.888.564

Berdasarkan Tabel II.8 didapat bahwa Tangerang menjadi lokasi yang tepat untuk diidrikan pabrik vanillin sintetik disebabkan oleh beberapa aspek yang mendukung, diantaranya :

1. Jumlah Bahan Baku yang Memadai :

Bahan baku di daerah ini sudah sangat memadai untuk di produksinya vanillin sintetis dengan sumber lignin dari produksi pulp. Bahan baku ini juga merupakan jumlah bahan baku terbesar diantara ketiga daerah yang berpotensi untuk didirikannya pabrik vanillin sintetis ini.

2. Jarak Lokasi dengan Bahan Baku :

Lokasi yang kami pilih terletak di daerah kecamatan Kosambi, Tangerang, Banten. Lokasi ini berjarak dengan PT. Indah Kiat Pulp & Paper sejauh 44 km, yang mana jarak ini merupakan jarak yang paling kecil diantara tiga daerah yang mempunyai potensi untuk dijadikan lokasi pendirian pabrik ini.

3. Ketersediaan Listrik :

Di daerah Banten, ketersediaan Listrik sudah mencapai 4.829 MW. ketersediaan listrik ini merupakan ketersediaan listrik yang terbesar diantara ketiga daerah yang memiliki potensi untuk didirikannya pabrik vanillin sintetis ini.

4. Ketersediaan Lahan :

Di lokasi yang kami pilih, terdapat lahan kosong seluas 480 Ha yang mana merupakan lahan kosong terluas



diantara ketiga daerah yang berpotensi untuk diirikannya pabrik vanillin sintetik ini.

Kemudian, untuk aspek – aspek yang lain, seperti jarak lokasi dengan pelabuhan masih dapat ditempuh dengan jalur darat karena jalan yang digunakan sudah merupakan jalur provinsi. Lalu, pada aspek ketersediaan air, pada masing – masing daerah terdapat sungai dan laut yang dekat dengan lokasi. Hal ini tidak menjadi masalah untuk ketersediaan air dari wilayah tersebut. Terakhir, kekurangan dari daerah ini terletak di Upah Minimum Rakyat yang merupakan UMR tertinggi diantara ketiga daerah yang berpotensi untuk diirikannya pabrik.

### **II.3 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk**

Dalam pabrik vanillin menggunakan hasil limbah lignin sebagai bahan baku dengan spesifikasi tertera pada Tabel II.9. Sedangkan spesifikasi produk vanillin tertera pada Tabel II.10

Tabel II.9 Spesifikasi Bahan Baku (Bajpai, 2017)

Komposisi	% (Massa)
Lignin	40

H <sub>2</sub> O	27
NaOH	25
Methanol	5
Asam Asetat	3

Tabel II.10 Spesifikasi Produk Vanillin

Komposisi	Nilai
Vanillin	99%
Heavy Metal	10 ppm
Arsenic	3 ppm
Lain-Lain	0,5%

Berikut spesifikasi properti masing masing senyawa yang ada dalam pabrik

1. Lignin

Spesifikasi Lignin tampak pada Tabel II.11

Tabel II.11 Spesifikasi Lignin

Nama	Lignin (C <sub>31</sub> H <sub>34</sub> O <sub>11</sub> )
Berat Molekul	582
Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	1541
Heat Capacity (kj/kg °C)	2224

Titik Lebur (°C)	142.8
Titik Didih (°C)	280 – 500
Viskositas	-

## 2. NaOH

Spesifikasi NaOH tampak pada Tabel II.12

Tabel II.12 Spesifikasi NaOH

Nama	NaOH
Berat Molekul	40
Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	1479
Titik Lebur (°C)	163.9
Titik Didih (°C)	318
Heat Capacity (kJ/kg C)	1390
Viskositas (mPa · s)	78

## 3. H<sub>2</sub>O

Spesifikasi H<sub>2</sub>O tampak pada Tabel II.13

Tabel II.13 Spesifikasi H<sub>2</sub>O

Nama	H <sub>2</sub> O
Berat Molekul	18
Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	1000

Heat Capacity (kJ/kg °C)	4,2
Titik Lebur (°C)	0
Titik Didih (°C)	100
Viskositas(mPa · s)	1

#### 4. Oksigen

Spesifikasi Oksigen tampak pada Tabel II.14

Tabel II.14 Spesifikasi O<sub>2</sub>

Nama	O <sub>2</sub>
Berat Molekul	32
Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	1.14
Heat Capacity (kJ/kg °C)	29.21
Titik Lebur (°C)	-
Titik Didih (°C)	-218
Viskositas (mPa · s)	0,02152

#### 5. Etil Asetat

Spesifikasi Etil Asetat tampak pada Tabel II.15

Tabel II.15 Spesifikasi Etil Asetat

Nama	Ethyl Acetate
Berat Molekul	88
Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	890.4
Heat Capacity (kJ/kg °C)	170.4
Titik Lebur (°C)	-83.6
Titik Didih (°C)	77.1
Viskositas (mPa · s)	0,455

## 6. Nitrobenzene

Spesifikasi Nitrobenzene tampak pada Tabel II.15

Tabel II.15 Spesifikasi Nitrobenzene

Nama	Nitrobenzene
Berat Molekul	123
Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	1198
Heat Capacity (kJ/kg °C)	142.8
Titik Lebur (°C)	5.7
Titik Didih (°C)	210.9
Viskositas (mPa · s)	1,863

## 7. *Vanillic acid*

Spesifikasi *Vanillic Acid* tampak pada Tabel II.16

Tabel II.16 Spesifikasi *Vanillic Acid*

Nama	Asam Vanillat
Berat Molekul	168
Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	1400
Heat Capacity (kJ/kg °C)	142.8
Titik Lebur (°C)	213
Titik Didih (°C)	353.4
Viskositas (mPa · s)	0,373

## 8. Vanillin

Spesifikasi vanillin tampak pada Tabel II.17

Tabel II.17. Spesifikasi Vanillin

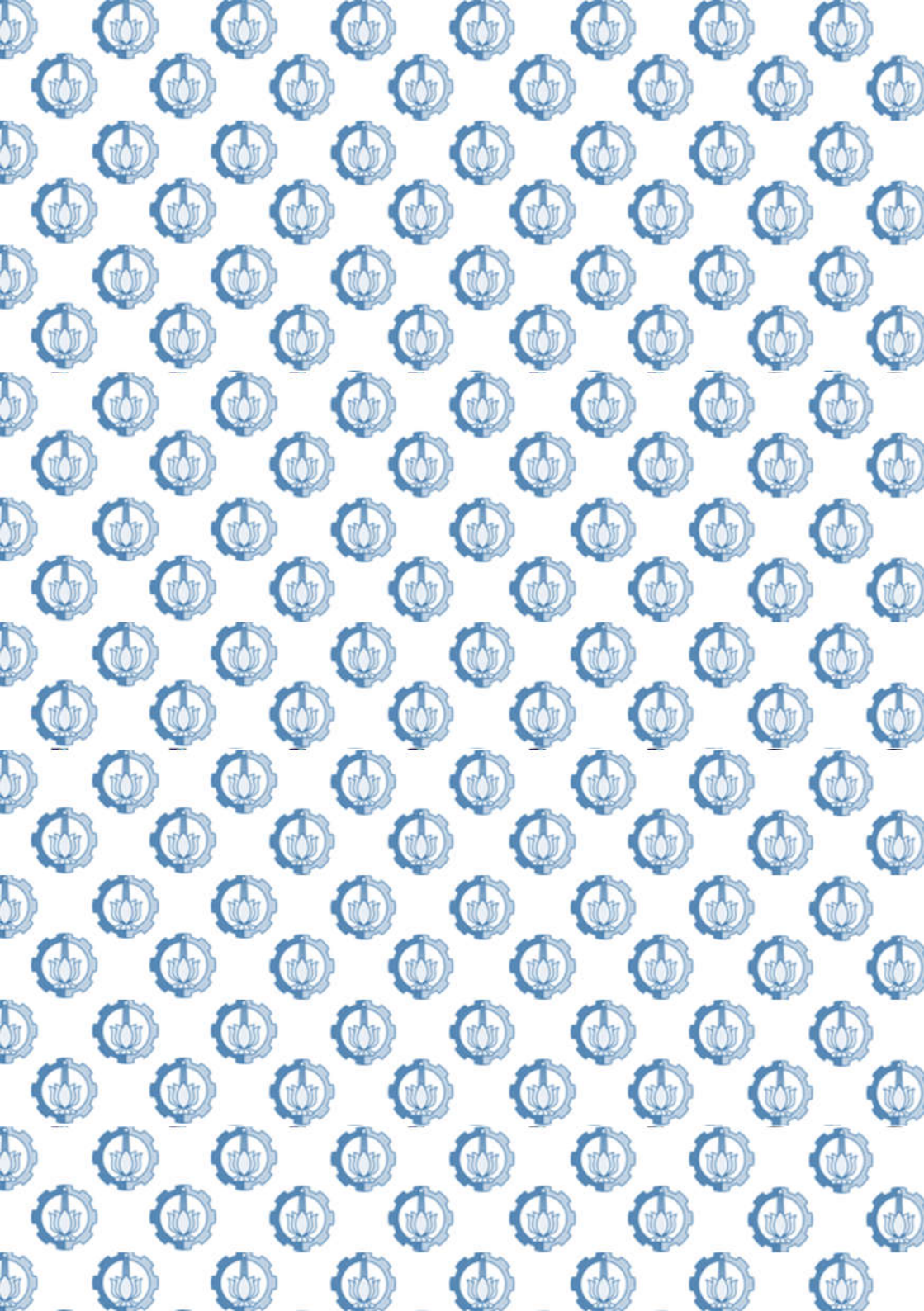
Nama	Vanillin
Berat Molekul	152
Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	1222
Heat Capacity	269.4
Titik Lebur (°C)	83
Titik Didih (°C)	285
Viskositas (mPa · s)	1,673

*Halaman sengaja dikosongkan*



**BAB III**  
**SELEKSI DAN**  
**URAIAN PROSES**





## **BAB III**

### **SELEKSI PROSES**

#### **III.1 Proses Produksi Vanillin**

Pada sintesis vanillin menggunakan lignin sebagai bahan baku, hanya didapat melalui proses oksidasi sebagai proses utama (Khoyratty et al., 2018; Khwanjaisakun et al., 2020; Ninomiya et al., 2018)

Dalam produksi vanillin dari lignin menggunakan reaksi oksidasi, terdapat 3 proses yang terjadi:

1. Reaksi: Proses terjadinya reaksi lignin terkonversi menjadi vanillin serta produk samping yakni asam vanillat
2. Purifikasi: Proses pemurnian vanillin agar didapat vanillin murni
3. Kristalisasi: Vanillin yang telah murni dikristalkan agar siap jual

Berikut dilakukan seleksi proses pada setiap proses produksi vanillin untuk mendapatkan hasil yang optimal

## III.2 Seleksi Proses Reaksi Oksidasi

Pada oksidasi mula mula lignin akan diberi *reagent* dalam rangka membantu reaksi oksidasi. Terdapat dua *reagent* yang dapat digunakan yaitu NaOH dan Nitrobenzene

### 1) Reaksi NaOH-Oksidasi

Dalam reaksi oksidasi menggunakan NaOH, mula mula setiap 100 mg lignin ditambahkan senyawa 7 ml NaOH 2 M, udara dan air. Campuran tersebut dinaikkan tekanannya hingga 10 bar dalam reaktor dan dipanaskan hingga suhu 154 °C (Ninomiya et al., 2018)

### 2) Reaksi Alkaline-Nitrobenzene

Dalam reaksi oksidasi menggunakan Alkaline-Nitrobenzene lignin ditambahkan senyawa campuran NaOH 2 M Nitrobenzene. Reaktor dipanaskan hingga 170 °C dengan tekanan 9 bar, dijaga konstant dengan agitasi didalamnya selama 3 jam. Yield vanillin yang dihasilkan pada proses ini ialah 40% (Wang et al., 2018)

Tabel III.1 menyajikan perbandingan reaksi oksidasi antara reaksi NaOH dengan Alkaline-Nitrobenzene.

Tabel III.1 Perbandingan Reaksi Oksidasi

Kriteria	NaOH	Alkaline-Nitrobenzene
Yield (%)	10	40
Pressure (bar)	10	9
Temperature (°C)	154	170

Berdasarkan perbandingan yang diberikan, reaksi menggunakan Alkaline-Nitrobenzene lebih tepat digunakan karena *yield* yang lebih tinggi dan tekanan yang lebih rendah dibandingkan dengan reaksi oksidasi menggunakan NaOH. Sehingga reaksi oksidasi Alkaline-Nitrobenzene lebih tepat digunakan dalam memproduksi vanillin

### III.3 Seleksi Proses Purifikasi

Usai terjadi reaksi oksidasi dalam pembentukan vanillin dari lignin, dilakukan proses purifikasi guna mendapatkan vanillin murni. Terdapat 3 proses yang dapat digunakan untuk proses purifikasi

### 1) Liquid-Liquid Extraction & Distillation (LLED)

Dalam proses LLED mula mula dilarutkan dalam *solvent* dan dimasukkan ke dalam kolom ekstraksi. Vanillin yang telah dilarutkan bersama *solvent* dimasukkan ke dalam kolom distilasi pertama untuk mendapatkan vanillin murni, vanillin tersebut kemudian dikristalkan

### 2) Liquid-Liquid Extraction (LLE)

Pada proses LLE, menggunakan dua kolom ekstraksi dalam pemurnian vanillin. Mula-mula senyawa produk dari reaktor dilarutkan bersama *solvent* ke dalam kolom ekstraksi pertama. Produk dari kolom ekstraksi pertama dialirkan menuju kolom ekstraksi kedua menggunakan air untuk menghilangkan produk samping lain. Produk dari kolom ekstraksi kedua kemudian dikristalkan ke dalam *crystallier*.

### 3) Vacuum-Distillation (VD)

Dalam proses VD menggunakan distilasi dalam keadaan vakum. Produk yang didapat dari reaktor dialirkan ke dalam kolom distilasi. Distilat yang didapat

dialirkan menuju *flash drum* untuk memisahkan air dengan vanillin. Vanillin yang didapat dikristalkan ke dalam *crystallier*.

Tabel III.2 menyajikan perbandingan proses purifikasi antara LLED, LLE, serta VD

Tabel III.2 Perbandingan Proses Purifikasi

<b>Kriteria</b>	<b>Liquid-Liquid Extraction &amp; Distillation (LLED)</b>	<b>Liquid-Liquid Extraction (LLE)</b>	<b>Vacuum Distillation (VD)</b>
<b>Konsumsi Energi (MJ/jam)</b>	97,96 4	97,35 5	280,57 9
<b>CO<sub>2</sub> emission (Kg/jam)</b>	134	155	143

<b>% Vanillin terbuang</b>	4,2%	8%	5%
----------------------------	------	----	----

Berdasarkan perbandingan yang diberikan, purifikasi menggunakan proses LLED lebih tepat digunakan karena konsumsi energi yang cukup rendah, emisi gas CO<sub>2</sub> ke lingkungan yang rendah, dan persen vanillin yang terbuang paling sedikit dibandingkan dengan proses yang lain. Sehingga proses LLED lebih tepat digunakan untuk mendapatkan vanillin murni.

### **III.4 Uraian Proses**

Proses diawali dengan pencampuran lignin dengan oksigen, NaOH, nitrobenzene serta Campuran tersebut dialirkan menggunakan pompa L-112, L-114, dan L-116 hingga bertekanan 10 bar menuju reaktor R-110. Oksidasi terjadi didalam batch reaktor selama 3 jam pada tekanan 10 bar dan suhu 110 °C sehingga menghasilkan vanillin, azobenzene, dan pengotor lainnya.

Pada proses oksidasi akan terjadi reaksi (1) pembentukan vanillin

Lignin → Vanillin (1)

Produk reaktor oksidasi dikirim lalu dialirkan menuju pressure valve (K-117) untuk menurunkan tekanan menjadi 1 bar dan dialirkan menuju Centrifuge (H-118). Kemudian aliran melalui *heat exchanger* (E-121) untuk didinginkan suhunya menjadi 40°C. Larutan yang dihasilkan kemudian dialirkan menuju reaktor netralisasi (R-120) untuk menetralkan pH menggunakan larutan HCl yang dipompa oleh L-123. Usai dinetralkan aliran dilewatkan menuju membrane reverse osmosis (H-125) untuk menghilangkan garam terbentuk.

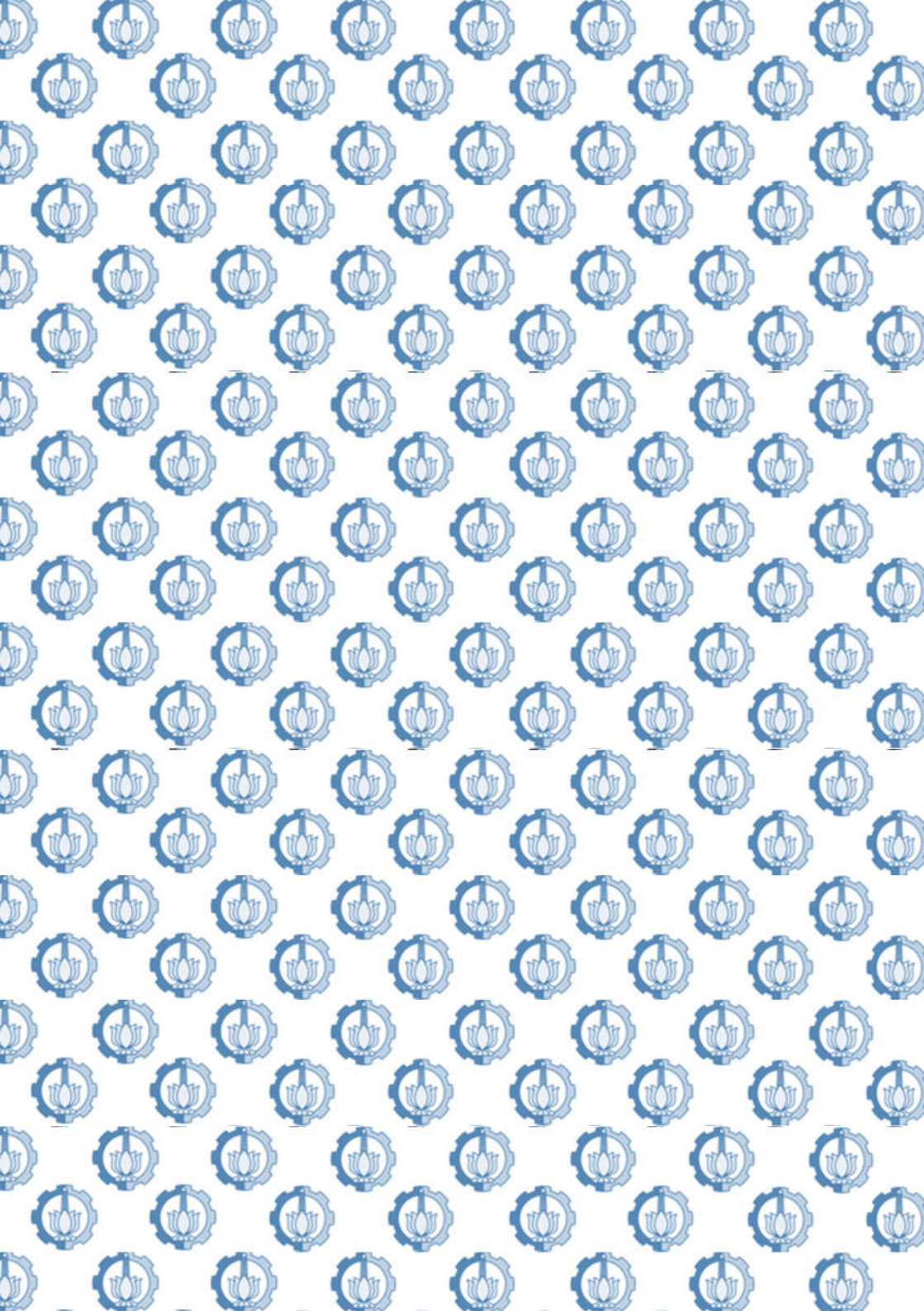
Usai separasi, larutan produk dikirim menuju kolom ekstraksi (H-210) untuk diekstraksi menggunakan etil asetat sebagai *solvent*. Ekstrak yang didapat (Aliran 22) mengandung vanillin, asam vanillat serta etil asetat dan dikirim menuju kolom distilasi pertama (D-220). Sedangkan raffinate (Aliran 22) dari kolom ekstraksi yang dominan mengandung etil asetat dikirim menuju tanki penyimpanan. Pada kolom distilasi (D-220), didapat vanillin pada *bottom* (Aliran 29) dan etil asetat pada distillat (Aliran 25). Vanillin murni (Aliran 29) yang didapat pada kolom distilasi dialirkan menuju *heat exchanger* (E-226) untuk diturunkan suhunya



hingga suhu 40 °C pada tekanan 1 bar. Kemudian, vanillin dimasukkan ke dalam *crystallizer* (X-310) untuk mendapatkan vanillin kristal 99.5%. Kemudian vanillin yang didapat dicuci menggunakan *spray water* (X-320) dan dikeringkan menuju *air dryer* (E-330).



**BAB IV**  
**NERACA MASSA**  
**DAN ENERGI**



## BAB IV NERACA MASSA ENERGI

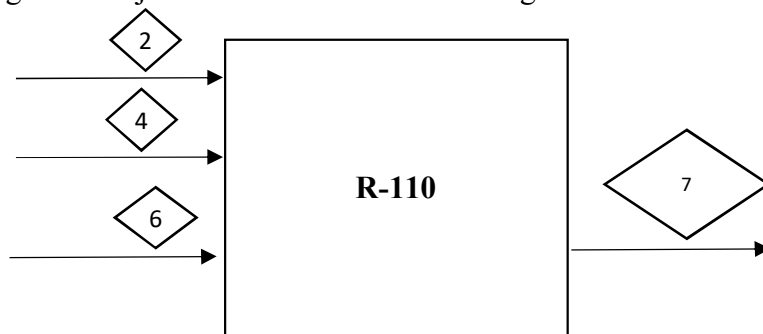
Basis perhitungan

Waktu operasi = 330,00 hari/tahun

Kebutuhan Produksi Vanillin	= 4.000 ton
Konversi Vanillin per Lignin (%w)	= 0,40 (kg/kg)
Keperluan lignin dalam 1 hari adalah sebanyak	= $4.000 / 0,40$
	= 10.000 ton/tahun
Kapasitas lignin dalam satuan rate massa	= 10.000 ton/tahun
	= $10.000 / 330$
	= 30 ton/hari
	= 1.263 kg/jam

### IV.1 Reaktor Oksidasi R-110

Fungsi : Terjadi reaksi oksidasi untuk menghasilkan vanillin



Fungsi

- NaOH sebagai pengatur pH'
- Nitrobenzene sebagai senyawa pengoksidasi (mengalami reduksi)
- Lignin sebagai bahan baku untuk dikonversi menjadi lignin

Tabel IV.1.1 Neraca Massa R-110

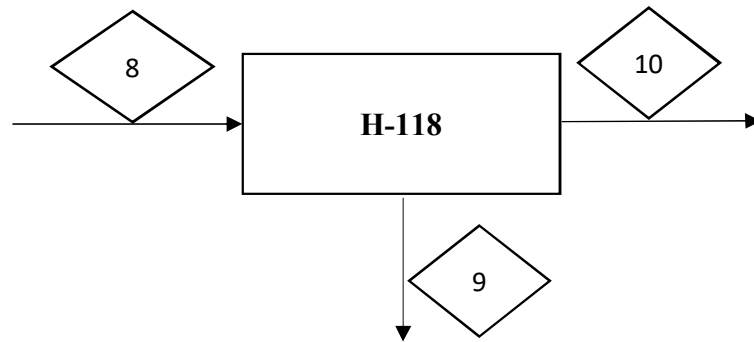
Input		Output	
<2>		<7>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Air	21,92	Air	874,19
NaOH	197,29	NaOH	986,43
Total	219,21	Lignin	852,27
<4>		Azobenzene	268,00
Komposisi	Massa (kg/jam)	Vanillin	505,05
Lignin	1262,63	Acetic Acid	157,83
Air	852,27	Methanol	94,70
NaOH	789,14		
Acetic Acid	157,83		

Methanol	94,70		
Total	3156,57		
<6>			
Komposisi	Massa (kg/jam)		
Nitrobenzene	268,00		
Total	268,00		
Total	3643,77	Total	3643,77

Tabel IV.1.2 Neraca Massa R-110

Input		Output	
Usai Recycle		<7>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Air	895,98	Air	895,98
NaOH	838,46	NaOH	838,46
Lignin	2106,38	Lignin	1263,83
Nitrobenzene	442,34	Azobenzene	442,34
Acetic Acid	165,72	Vanillin	842,55
Methanol	162,56	Acetic Acid	165,72
		Methanol	162,56
Total	4611,44		4611,44

## IV.2 Centrifuge H-118



Tipe Alat: Centrifugal filter

Tabel IV.2.1 Neraca Massa H-118

Input		Output	
<8>		<9>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
H <sub>2</sub> O	874,19	H <sub>2</sub> O	43,71
NaOH	986,43	NaOH	49,32
Lignin	852,27	Lignin	843,75
Azobenzene	268,00	Azobenzene	13,40
Vanillin	505,05	Vanillin	25,25
Asam Asetat	157,83	Asam Asetat	7,89
Methanol	94,70	Methanol	4,73
		Total	988,06
		<10>	
		Komposisi	Massa (kg/jam)
		H <sub>2</sub> O	830,48
		NaOH	937,11
		Lignin	8,52
		Azobenzene	254,60
		Vanillin	479,80
		Asam Asetat	149,94
		Methanol	89,96
		Total	2750,41
Total	3738,47	Total Output	3738,47

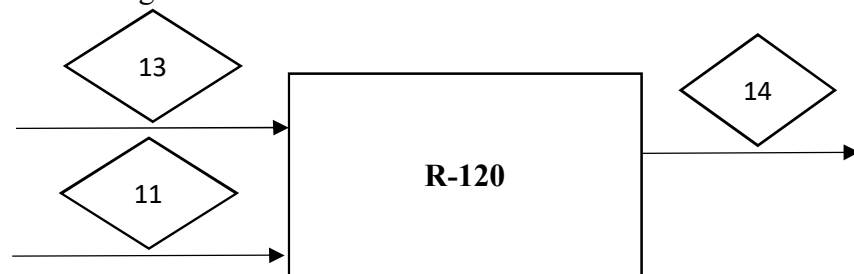


Tabel IV.2.2 Neraca Massa H-118 Usai Recycle

Input		Output	
<8>		<9>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
H <sub>2</sub> O	895,98	H <sub>2</sub> O	44,80
NaOH	838,46	NaOH	41,92
Lignin	1263,83	Lignin	1.263,83
Azobenzene	442,34	Azobenzene	63,19
Vanillin	842,55	Vanillin	22,12
Asam Asetat	165,72	Asam Asetat	42,13
Methanol	162,56	Methanol	8,29
		Total	1486,27
		<10>	
		Komposisi	Massa (kg/jam)
		H <sub>2</sub> O	851,18
		NaOH	796,54
		Lignin	-
		Azobenzene	379,15
		Vanillin	820,43
		Asam Asetat	123,59
		Methanol	154,28
		Total input	3125,17
Total input	4611,44	Total Output	4611,44

### IV.3 Reaktor Netralisasi R-120

Fungsi : Terjadi reaksi netralisasi untuk menghilangkan NaOH  
 Massa aliran <10> sama dengan aliran <11>



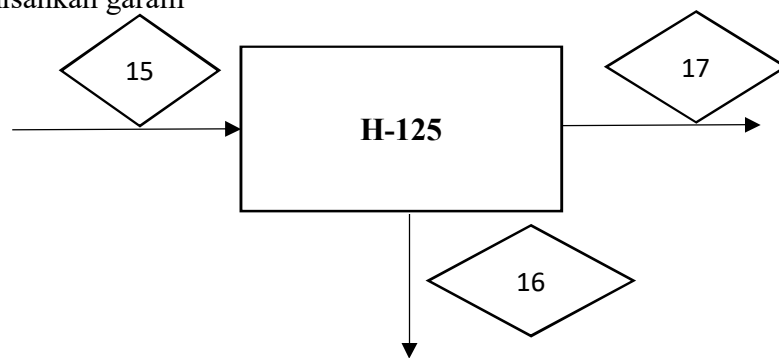
Tabel IV.3 Neraca Massa R-120

Input		Output	
<11>		<14>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Air	851,18	Air	1976,30
NaOH	796,54	Azobenzene	379,15
Azobenzene	379,15	Vanillin	820,43
Vanillin	820,43	NaCl	1204,77
Asam Asetat	123,59	Asam Asetat	123,59
Methanol	154,28	Methanol	154,28
Total	3125,17		
<13>			
HCl	766,67		
Air	766,67		
Total	1533,34		
Total Input	4658,51	Total	4658,51



#### IV.4 Membrane Reverse Osmosis

Fungsi : Memisahkan garam



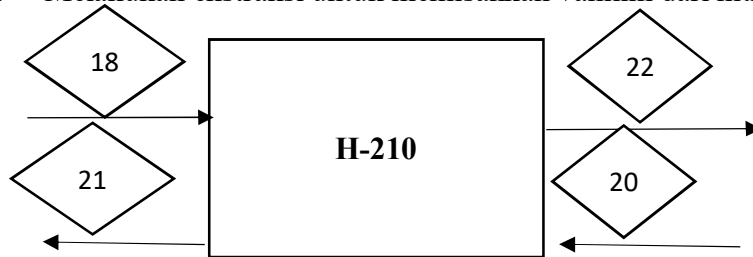
Tabel IV.4 Neraca Massa H-125

Input		Output	
<15>		<16>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Air	1976,30	Air	395,26
Azobenzene	379,15	Azobenzene	75,83
Vanillin	820,43	Vanillin	164,09
NaCl	1204,77	NaCl	1164,70
Asam Asetat	123,59	Asam Asetat	24,72
Methanol	154,28	Methanol	30,86
		Total	1855,45
		<17>	
		Air	1581,04
		Azobenzene	303,32
		Vanillin	656,35
		NaCl	40,06
		Asam Asetat	98,87
		Methanol	123,42

		Total	2803,06
Total	4658,51	Total Output	4658,51

#### IV.5 Liquid Liquid Extraction H-210

Fungsi: Melakukan ekstraksi untuk memisahkan vanillin dari nitrobenzene



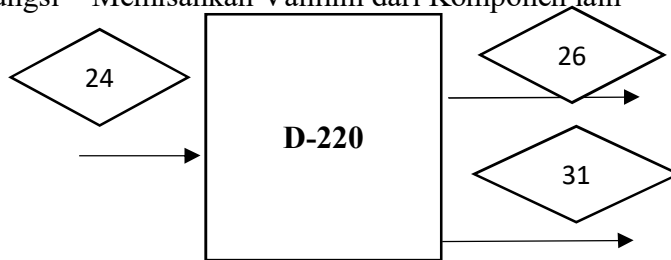
Tabel IV.5 Neraca Massa H-120

Input		Output	
<19>		<21>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Air	1581,04	Air	1535,092
Azobenzene	303,32	Azobenzene	303,318
Vanillin	656,35	Vanillin	196,904
NaCl	40,06	NaCl	40,064
Asam Asetat	98,87	Asam Asetat	83,559
Methanol	123,42	Methanol	108,107
Total	2803,060	Total	2267,044
<20>		<22>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Ethyl Acetate	1531,48	Air	45,944
Total	1531,476	Vanillin	459,443
		Asam Asetat	15,315
		Methanol	15,315
		Ethyl Acetate	1531,476
		Total	2067,49

Total Input	4334,536	Total Output	4334,536

#### IV.6 Distillation D-220

Fungsi Memisahkan Vanillin dari Komponen lain

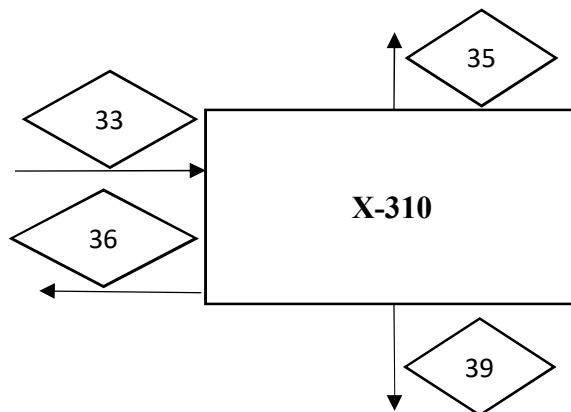


Tabel IV.6 Neraca Massa D-220

<24>		<26>	
Senyawa	Massa	Senyawa	Massa
Air	45,9	Air	45,48
Vanillin	459,4	Vanillin	4,59
Asam Asetat	15,3	Asam Asetat	15,03
Methanol	15,3	Methanol	15,28
Ethyl Acetat	1531,5	Ethyl Acetat	1525,09
Total	2067,5	Total	1605,48
		<31>	
0,949929		Senyawa	Massa
		Air	0,46
		Vanillin	454,85
		Asam Asetat	0,28
		Methanol	0,04
		Ethyl Acetat	6,39
		Total	462,01
Total	2067,49	Total	2067,49

#### IV.7 Crystallizer X-310

Fungsi Mengubah Vanillin menjadi crystal

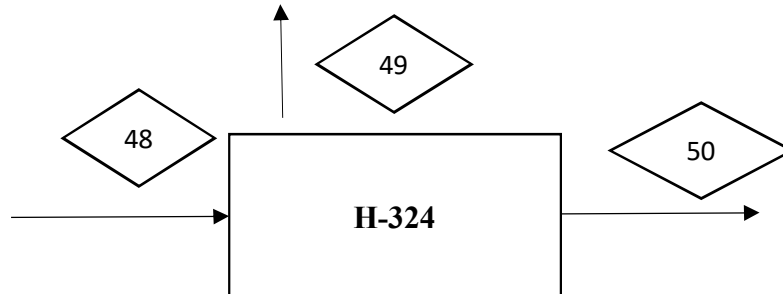


<33>		<35>	
Komponen	Massa	Komponen	Massa
Air	0,46	Vanillin	3,79
Vanillin	454,85	Total	3,79
Asam Asetat	0,28	<36>	
Methanol	0,04	Komponen	Massa
Ethyl Acetate	6,39	Air	23,53
Total	455,63	Vanillin	26,40
<34>		Asam Asetat	21,75
Air	516,69	Methanol	0,00

Total	516,69	Ethyl Acetate	0,64
		Total	72,32
		<39>	
		Komponen	Massa
		Kristal Vanill	920,22
		Air	0,64
		Vanillin	3,35
		Asam Asetat	2,42
		Methanol	0,00
		Ethyl Acetate	0,64
		Total	927,27
Total	#####	Total Output	1003,37

#### IV.8 Cyclone H-324

Fungsi : Memisahkan udara dengan solid



Asumsi solid yang tersingkir = 95%

Tabel IV.8.1 Neraca Massa H-324

<48>		<49>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Kristal Vanillin	92,02	Kristal Vanillin	4,60
Air	0,06	Air	0,00
Vanillin	0,34	Vanillin	0,02
Asam Asetat	0,24	Asam Asetat	0,01
Methanol	0,00	Methanol	0,00
Ethyl Acetate	0,06	Ethyl Acetate	0,00
Udara	231,82	Udara	231,82

		Total	236,45
		<50>	
		Komposisi	Massa (kg/jam)
		Kristal Vanillin	87,42
		Air	0,06
		Vanillin	0,32
		Asam Asetat	0,23
		Methanol	0,00
		Ethyl Acetate	0,06
		Total Output	88,09
Total Input	324,54	Total Output	324,54

Usai Recycle  
Asumsi yang tersingkir = 10%

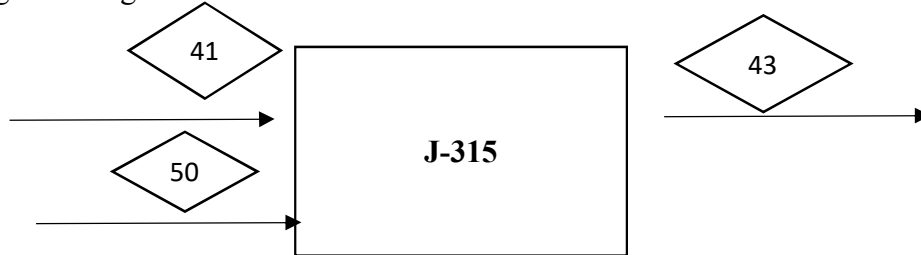
Tabel IV.8.2 Neraca Massa H-324

<48>		<49>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Kristal Vanillin	100,76	Kristal Vanillin	5,04
Air	0,07	Air	0,00
Vanillin	0,37	Vanillin	0,02
Asam Asetat	0,26	Asam Asetat	0,01
Udara	253,66	Udara	253,66
Methanol	0,00	Methanol	0,00
Ethyl Acetate	0,07	Ethyl Acetate	0,00
Total	355,20	Total	258,74
		<50>	
		Komposisi	Massa (kg/jam)
		Kristal Vanillin	95,73
		Air	0,07
		Vanillin	0,35
		Asam Asetat	0,25
		Methanol	0,00
		Ethyl Acetate	0,07

		Total	96,46
Total Input	355,20	Total Output	355,20

#### IV.9 Screw Conveyor J-315

Fungsi : Mengalirkan solid



Asumsi yang tersingkir = 10%

Tabel IV.9.1 Neraca Massa J-319

<41>		<43>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Kristal Vanillin	920,22	Kristal Vanillin	920,22
Air	0,64	Air	0,64
Vanillin	3,35	Vanillin	3,35
Asam Asetat	2,42	Asam Asetat	2,42
Methanol	0,00	Methanol	0,00

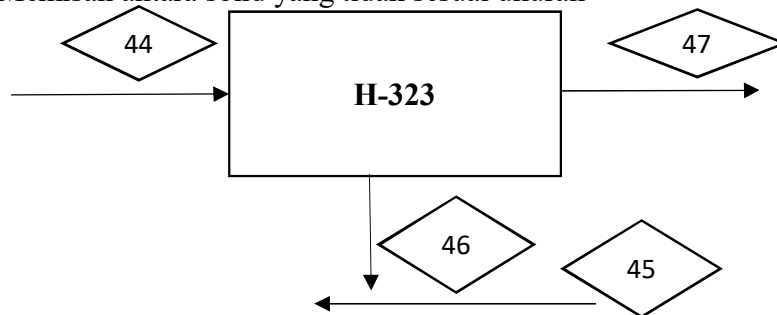
Ethyl Acetate	0,64	Ethyl Acetate	0,64
Total Input	927,27	Total Output	927,27

Tabel IV.9.2 Neraca Massa J-319 Usai Recycle

<41>		<43>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Kristal Vanillin	920,22	Kristal Vanillin	1007,64
Air	0,64	Air	0,70
Vanillin	3,35	Vanillin	3,67
Asam Asetat	2,42	Asam Asetat	2,65
Methanol	0,00	Methanol	0,00
Ethyl Acetate	0,64	Ethyl Acetate	0,70
Total	927,27	Total	1015,36
<50>			
Komposisi	Massa (kg/jam)		
Kristal Vanillin	87,42		
Air	0,06		
Vanillin	0,32		
Asam Asetat	0,23		
Methanol	0,00		
Ethyl Acetate	0,06		
Total	88,09		
Total	1015,36	Total Output	1015,36

#### IV.10 Screener H-323

Fungsi : Memisah antara solid yang tidak sesuai ukuran



Tabel IV.10.1 Neraca Massa H-323

<44>	<47>
------	------



Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Kristal Vanillin	920,22	Kristal Vanillin	828,19
Air	0,64	Air	0,57
Vanillin	3,35	Vanillin	3,02
Asam Asetat	2,42	Asam Asetat	2,17
Methanol	0,00	Methanol	0,00
Ethyl Acetate	0,64	Ethyl Acetate	0,57
Total	927,27	Total	834,54
<45>		<46>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Udara	231,82	Kristal Vanillin	92,02
		Air	0,06
		Vanillin	0,34
		Asam Asetat	0,24
		Methanol	0,00
		Ethyl Acetate	0,06
		Udara	231,82
		Total	324,54
Total Input	1159,08	Total Output	1159,08

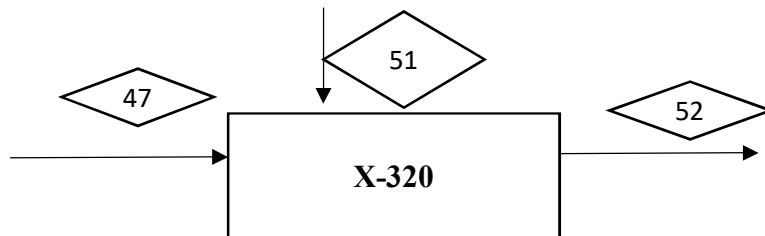
Tabel A.11.2 Neraca Massa H-323 Usai Recycle

<44>		<47>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Kristal Vanillin	1007,64	Kristal Vanillin	906,87
Air	0,70	Air	0,63
Vanillin	3,67	Vanillin	3,31
Asam Asetat	2,65	Asam Asetat	2,38
Methanol	0,00	Methanol	0,00
Ethyl Acetate	0,70	Ethyl Acetate	0,70
Total	1015,36	Total	913,89
<45>		<46>	

Udara	253,66	Komposisi	Massa (kg/jam)
Total	253,66	Kristal Vanillin	100,76
		Air	0,07
		Vanillin	0,37
		Asam Asetat	0,26
		Udara	253,66
		Methanol	0,00
		Ethyl Acetate	0,07
		Total	355,13
Total Input	1269,02	Total Output	1269,02

#### IV.11 Spray X-320

Fungsi : Membersihkan Vanillin

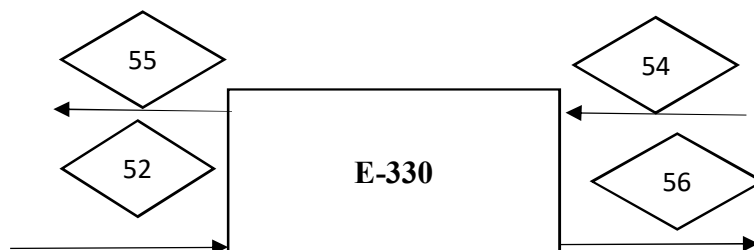


Tabel IV.12 Neraca Massa X-320

<47>		<52>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Kristal Vanillin	906,87	Kristal Vanillin	906,87
Air	0,63	Air	91,32
Vanillin	3,31	Vanillin	3,31
Asam Asetat	2,38	Asam Asetat	2,38
Methanol	0,00	Methanol	0,00
Ethyl Acetate	0,70	Ethyl Acetate	0,70
Total	913,89	Total	1004,58
<51>			
Komposisi	Massa (kg/jam)		
Air	90,69		
Total	90,69		
Total Input	1004,58	Total Output	1004,58

#### IV.12 Dryer E-330

Fungsi : Mengeringkan kristal



Tabel IV.12 Neraca Massa E-330

<52>		<56>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Kristal Vanillin	906,87	Kristal Vanillin	906,87
Air	91,32	Air	23,33
Vanillin	3,31	Vanillin	0,00
Asam Asetat	2,38	Asam Asetat	0,00
Methanol	0,00	Methanol	0,00
Ethyl Acetate	0,70	Ethyl Acetate	0,00
Total	1004,58	Total	930,20
<54>		<55>	
Komposisi	Massa (kg/jam)	Komposisi	Massa (kg/jam)
Udara	1428,43	Udara	1428,43
Air	14,28	Air	82,27
Total	1442,71	Vanillin	3,31
		Asam Asetat	2,38
		Methanol	0,00
		Ethyl Acetate	0,70
		Total	1517,09
Total Input	2447,29	Total Output	2447,29



## NERACA ENERGI

Basis operasi = 1 jam  
 Satuan = Kilo Joule  
 Suhu Referensi = 25 °C

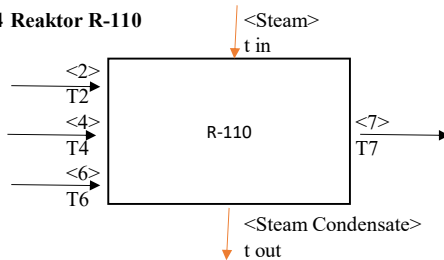
Neraca Energi

$$\text{Input} - \text{Output} + \text{Generasi} - \text{Konsumsi} = \text{Akumulasi}$$

- Asumsi :
- Tidak ada akumulasi energi pada sistem (steady state)
  - Neraca energi dihitung per kapasitas alat
  - Perubahan energi kinetik diabaikan
  - perubahan energi potensial diabaikan
  - $W = 0$

Maka persamaan menjadi :  $Q = H_{out} - H_{in}$

### IV.14 Reaktor R-110

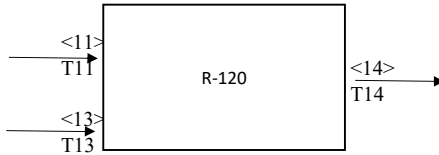


T2 = 30 °C  
 T4 = 30 °C  
 T6 = 30 °C  
 T7 = 110 °C  
 T steam = °C

Tabel IV.14

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Aliran	Q (kJ/jam)	Aliran	Q (kJ/jam)
<2>	2161,27	<7>	754106,54
<4>	10530,19	Reaksi	-1422,26
<6>	1353,83	Q loss	702,26
Qsteam	739341,26		
<b>Total</b>	<b>753386,55</b>		<b>753386,55</b>

#### IV.15 Reaktor R-120

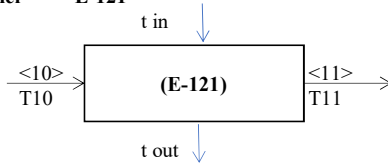


$T_{11} = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $T_{13} = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $T_{14} = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tabel IV.15 Reaktor R-120

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Aliran	Q (kJ/jam)	Aliran	Q (kJ/jam)
<13>	1157,67	<16>	32759,3
<15>	26338,25	Reaksi	-6986,9
		Q loss	1723,5
Total	27496		27496

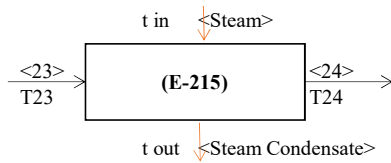
#### IV.16 Cooler E-121



$T_{10} = 110,00\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $T_{11} = 45,00\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $t_{in} = 25,00\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $t_{out} = 40,00\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $T_{ref} = 25,00\text{ }^{\circ}\text{C}$

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Aliran	Q (kJ/jam)	Aliran	Q (kJ/jam)
<10>	586307,73	<11>	132844,66
Air	0	Air	453463,07
Total	586307,73	Total	586307,73

#### IV.17 Heater E-215

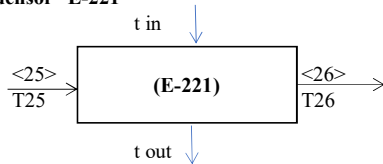


T23 = 30,00 °C  
 T24 = 83,96 °C  
 t in = 100,00 °C  
 t out = 100,00 °C  
 Tref = 25,00 °C

Tabel IV.17 Neraca Energi E-215

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Aliran	Q (kJ/jam)	Aliran	Q (kJ/jam)
<23>	1733,8731	<24>	129651,51
Qsteam	127917,63		
Total	129651,51	Total	129651,51

#### IV.18 Condensor E-221

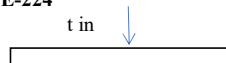


T25 = 124,83 °C  
 T26 = 112,16 °C  
 t in = 25,00 °C  
 t out = 50,00 °C  
 Tref = 25,00 °C

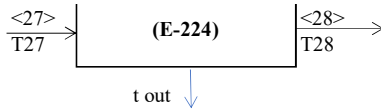
Tabel IV.18 Neraca Energi E-221

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Aliran	Q (kJ/jam)	Aliran	Q (kJ/jam)
<25>	209969,75	<26>	179939,09
Air	0	Air	30030,66
Total	209969,75	Total	209969,75

#### IV.19 Cooler E-224





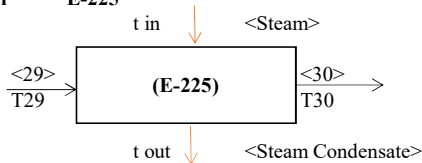


T27 = 112,16 °C  
 T28 = 40,00 °C  
 t in = 25,00 °C  
 t out = 35,00 °C  
 Tref = 25,00 °C

Tabel IV.19 Neraca Energi E-224

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Aliran	Q (kJ/jam)	Aliran	Q (kJ/jam)
<27>	179939,09	<28>	26243,956
Air	0	Air	153695,13
Total	179939,09	Total	179939,09

**IV.20 Boiler E-225**

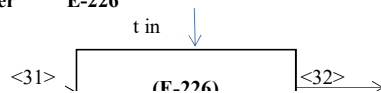


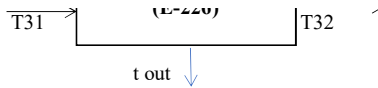
T29 = 224,27 °C  
 T30 = 285,13 °C  
 t in = 300,00 °C  
 t out = 300,00 °C

Tabel IV.20 Neraca Energi E-225

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Aliran	Q (kJ/jam)	Aliran	Q (kJ/jam)
<29>	89669,09	<30>	130101,9
Steam	40432,815		
Total	130101,9	Total	130101,9

**IV.21 Cooler E-226**



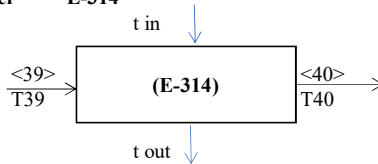


T31 = 224,27 °C  
 T32 = 40,00 °C  
 t in = 25,00 °C  
 t out = 35,00 °C  
 Tref = 25,00 °C

Tabel IV.22 Neraca Energi E-226

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Aliran	Q (kJ/jam)	Aliran	Q (kJ/jam)
<31>	39673,649	<32>	7770,6494
Air	0	Air	31903
Total	39673,649	Total	39673,649

**IV.23 Cooler E-314**



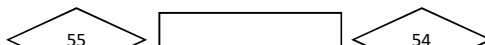
T39 = 80,00 °C  
 T40 = 40,00 °C  
 t in = 25,00 °C  
 t out = 35,00 °C  
 Tref = 25,00 °C

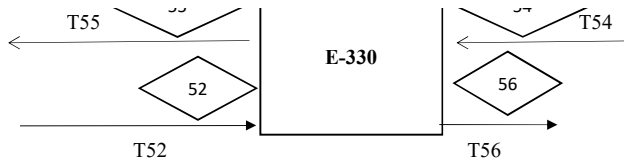
Tabel IV.23 Neraca Energi E-315

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Aliran	Q (kJ/jam)	Aliran	Q (kJ/jam)
<39>	137531,36	<40>	37481,488
Air	0	Air	100049,87
Total	137531,36	Total	137531,36

**IV.24 Dryer E-330**

Fungsi : Mengeringkan kristal



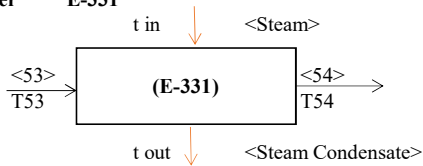


T52 = 27,00 °C  
 T56 = 50,00 °C  
 T54 = 120,00 °C  
 T55 = 60,00 °C

Tabel IV. 24 Neraca Energi E-330

Input		Output	
<52>	64405,6227	<55>	100744,4077
<54>	139896,7094	<56>	103557,9244
Total	204302,3321	Total	204302,3321

**IV.25 Heater E-331**



T53 = 30,00 °C  
 T54 = 120,00 °C  
 t in = 150,00 °C  
 t out = 150,00 °C  
 Tref = 25,00 °C

Aliran Masuk		Aliran Keluar	
Aliran	Q (kJ/jam)	Aliran	Q (kJ/jam)
<53>	9597,3941	<54>	1441539,8
Steam	1431942,4		
Total	1441539,8	Total	1441539,8

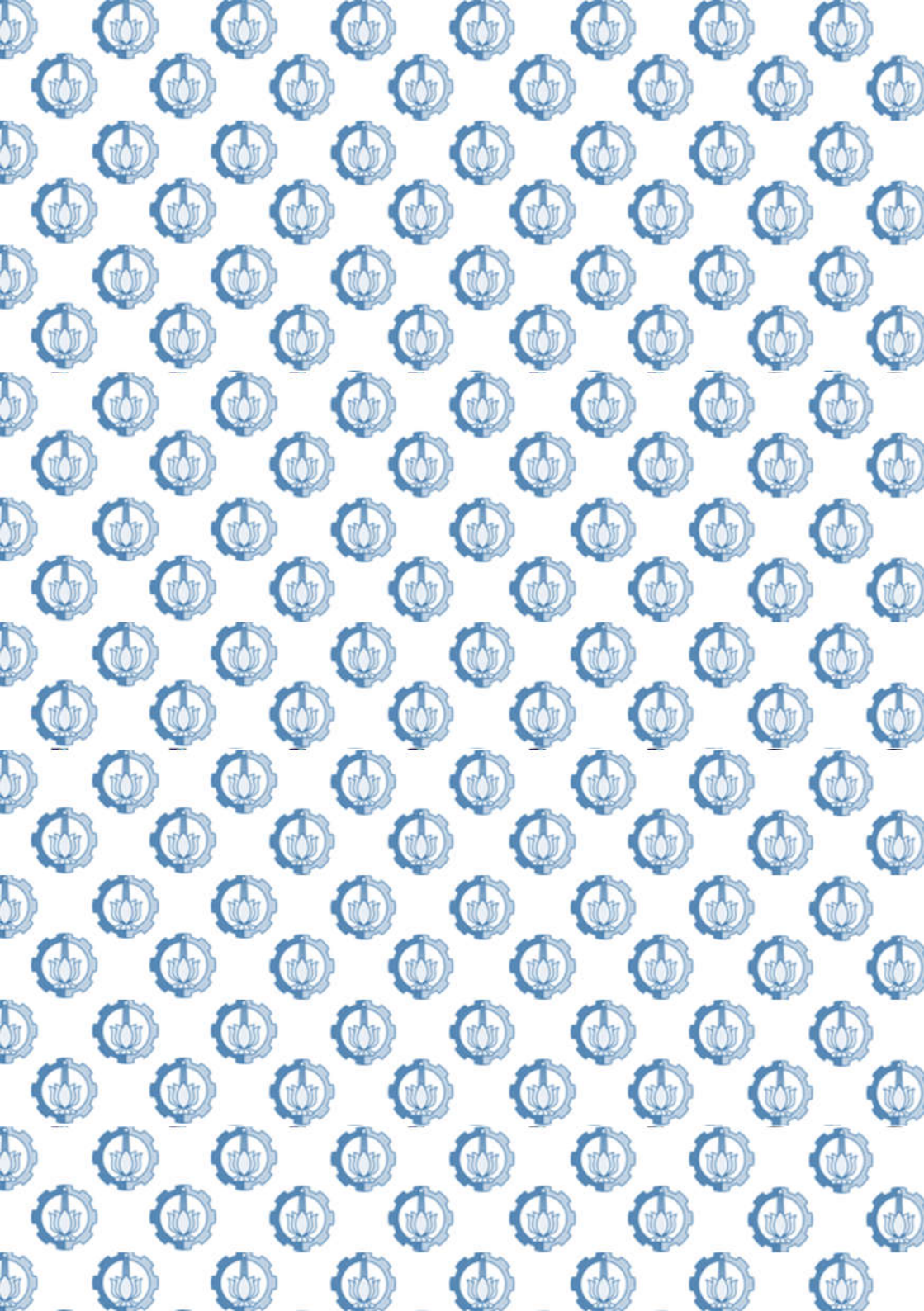
The background of the page is a repeating pattern of blue icons. Each icon consists of a gear-like outer ring with a lotus flower in the center. The pattern is arranged in a grid, with the icons slightly offset from each other to create a textured effect.

# **BAB V**

# **DAFTAR DAN**

# **HARGA PERALATAN**





**BAB V**  
**DAFTAR HARGA PERALATAN**

**V.1 Daftar dan Harga Peralatan**

**Tabel V.1 Daftar dan Harga Peralatan**

NO	Kode Alat	Nama Alat	Jumlah	Harga US\$, 2017		Harga Total US\$, 2021
				Per Unit	Total	
1	R-110	Reaktor	3	72.000	77.071	231.213
2	F-111	NaOH Tank	1	56.000	59.944	59.944
3	L-112	NaOH Pump	2	2.900	3.104	6.208
4	F-113	Lignin Tank	1	30.300	32.434	32.434
5	L-114	Lignin Pump	2	5.500	5.887	11.775
6	F-115	Nitrobenzene Tank	1	11.500	12.310	12.310
7	L-116	Nitrobenzene Pump	2	2.600	2.783	5.566
8	K-117	Pressure Valve	1	1.200	1.285	1.285
9	H-118	Centrifuge	1	14.100	15.093	15.093
10	R-120	Netral Reaktor	1	40.100	42.924	42.924
11	E-121	Heat Exchanger	1	9.800	10.490	10.490
12	F-122	HCl Tank	1	9.600	10.276	10.276
13	L-123	HCl Pump	2	600	642	1.285
14	L-124	Pump	2	700	749	1.499
15	H-125	Membrane Reverse Osmosis	1	25.000	26.761	26.761
16	H-210	Kolom Ekstraksi	1	102.000	109.184	109.184
17	L-211	Pump	2	4.800	5.138	10.276
18	L-212	Ethyl Acetate Pump	2	4.800	5.138	10.276
19	F-213	Ethyl Acetate Tank	1	18.300	19.589	19.589
20	L-214	Extract Pump	2	6.500	6.958	13.916
21	E-215	Heat Exchanger	1	8.100	8.670	8.670
22	D-220	Distillation	1	144.200	154.356	154.356
23	E-221	Condensor	1	800	856	856
24	F-222	Tangki Penampung	1	14.000	14.986	14.986
25	L-223	Ethyl Acetate Pump	2	7.000	7.493	14.986
26	E-224	Ethyl Acetate HE	1	3.100	3.318	3.318
27	E-225	Reboiler	1	1.100	1.177	1.177
28	E-226	Heat Exchanger	1	1.500	1.606	1.606
29	L-227	Pump	2	5.500	5.887	11.775
30	X-310	Crystallizer	1	42.800	45.814	45.814
31	L-311	Pump	1	1.600	1.713	1.713
32	E-312	Heat Exchanger	1	3.900	4.175	4.175
33	J-313	Screw Conveyor	1	3.400	3.639	3.639
34	E-314	Heat Exchanger	1	16.300	17.448	17.448
35	J-315	Screw Conveyor	1	3.400	3.639	3.639
36	X-320	Spray	1	200	214	214
37	C-321	Roller Mill	1	39.100	41.854	41.854
38	J-322	Belt Conveyor	1	3.400	3.639	3.639
39	H-323	Screener	1	13.600	14.558	14.558
40	H-324	Cyclone	1	15.200	16.271	16.271
41	G-325	Air Fan	1	4.500	4.817	4.817
42	J-326	Conveyor	1	3.400	3.639	3.639
43	E-330	Rotary	1	1.700	1.820	1.820
44	E-331	Heat Exchanger	1	18.800	20.124	20.124

45	J-332	Conveyor	1	3.400	3.639	3.639
46	F-333	Vanillin Tank	1	8.800	9.420	9.420
47	F-334	Ethyl Acetate Tank	1	12.400	13.273	13.783
48	G-335	Blower	1	6.000	6.423	6.423
<b>Total</b>						1.065.183

## V.2 Reaktor R-110

**Tabel V.2 Spesifikasi Reaktor R-110**

Kode	=	R-110
Fungsi	=	Tempat terjadinya Reaksi Oksidasi
Jumlah	=	5 buah
Kapasitas	=	2602,10 kg/jam
Material	=	Stainless steel Type 304, Grade 3 (SA-167)
Ukuran	:	
ID	=	237,250 in = 6,026 m
OD	=	240,000 in = 6,096 m
Tinggi Shell (L <sub>s</sub> )	=	346,131 in = 8,792 m
Tebal Shell (t <sub>s</sub> )	=	1,375 in = 0,035 m
Tebal Tutup (t <sub>h</sub> )	=	1,750 in = 0,044 m
tipe tutup	=	Standart Dished Head
Ukuran pengaduk		
Diameter	=	5,7688 ft = 1,758 m
Lebar blade	=	1,1538 ft = 0,352 m
Panjang	=	1,4422 ft = 0,440 m
Kecepatan	=	50 rpm
Jenis pengaduk	=	flat six-blade turbine agitator
Jumlah pengaduk	=	1
Power pengaduk	=	28,00 Hp
Total power	=	67,76 Hp
Coil pemanas	:	
ID	=	23,25 in = 0,591 m
OD	=	24 in = 0,610 m
Jumlah lilitan	=	27 lilitan
Tinggi coil	=	86,400 in = 2,195 m

## V.3 Tangki Penyimpanan NaOH

**Tabel V.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan NaOH**

Kode	=	F-111
Fungsi	=	Menampung NaOH
Jumlah	=	1 buah
Nama fluida	=	NaOH

Kapasitas	=	219,21	kg/jam
Material	=	Stainless steel	Type 304, Grade 3 (SA-167)
Ukuran	:		
ID	=	29,63	in = 0,752 m
OD	=	30,0	in = 0,762 m
Tinggi Shell (L <sub>s</sub> )	=	44	in = 1,119 m
Tebal Shell (t <sub>s</sub> )	=	0,188	in = 0,005 m
Tebal Tutup (t <sub>h</sub> )	=	0,19	in = 0,005 m
tipe tutup	=	Standart	Dished Head

#### V.4 Pompa

**Tabel V.4 Spesifikasi Pompa L-112**

Kode	:	L-112
Type	:	Centrifugal Pump
		casing dan wear ring : cast iron
		impeller dan wear ring : cast iron
		shaft : carbon steel
Jumlah	:	2 buah
Fungsi	:	Memompa NaOH menuju Reaktor R-110
Nama fluida	:	NaOH
Kondisi desain		
T desain	:	30 °C
P desain		
Suction pressure	:	14,7 p: = 1 atm
Discharge pressure	:	132,3 p: = 9 atm
Viskositas fluida	:	17,60 cp = 0,02 kg/ms
Differential head	:	6,00 ft = 1,8 m
Power motor	:	10,00 hp

#### V.5 Tangki Lignin

**Tabel V.5 Tangki Lignin F-113**

Kode	=	F-113
Fungsi	=	menampung lignin
Jumlah	=	1 buah
Nama fluida	=	Lignin
Kapasitas	=	3156,57 kg/jam
Material	=	Stainless steel Type 304, Grade 3 (SA-167)
Ukuran	:	



ID	=	77,63	in	=	1,972	m
OD	=	78,0	in	=	1,981	m
Tinggi Shell (L <sub>s</sub> )	=	114	in	=	2,888	m
Tebal Shell (t <sub>s</sub> )	=	0,188	in	=	0,005	m
Tebal Tutup (t <sub>h</sub> )	=	0,25	in	=	0,006	m
tipe tutup	=	Standart Dished Head				

## V.6 Pompa

**Tabel V.6 Spesifikasi Pompa L-114**

Kode	:	L-114				
Type	:	Centrifugal Pump				
		casing dan wear ring	:	cast iron		
		impeller dan wear ring	:	cast iron		
		shaft	:	carbon steel		
Jumlah	:	2 buah				
Fungsi	:	Memompa Lignin menuju Reaktor R-110				
Nama fluida	:	Lignin				
Kondisi desain						
T desain	:	30	°C			
P desain						
Suction pressure	:	14,7	p:	= 6,7 atm		
Discharge pressure	:	132,3	p:	= 60 atm		
Viskositas fluida	:	1,00000	cp	=	0,001 kg/ms	
Differential head	:	6,000	ft	=	1,8 m	
Power motor	:	1	hp			

## V.7 Tangki Nitrobenzene

**Tabel V.7 Spesifikasi Tangki Nitrobenzene F-115**

Kode	=	F-115				
Fungsi	=	Menampung Nitrobenzene				
Jumlah	=	1 buah				
Nama fluida	=	Nitrobenzene				
Kapasitas	=	266,84 kg/jam				
Material	=	Stainless steel Type 304, Grade 3 (SA-167)				
Ukuran	:					
ID	=	37,63	in	=	0,956 m	
OD	=	38,0	in	=	0,965 m	
Tinggi Shell (L <sub>s</sub> )	=	55	in	=	1,389 m	

Tebal Shell ( $t_s$ )	=	0,188	in	=	0,005	m
Tebal Tutup ( $t_h$ )	=	0,19	in	=	0,005	m
tipe tutup	=	Standart Dished Head				

## V.8 Pompa

**Tabel V.8 Spesifikasi Pompa L-116**

Kode	:	L-116				
Type	:	Centrifugal Pump				
		casing dan wear ring	:	cast iron		
		impeller dan wear ring	:	cast iron		
		shaft	:	carbon steel		
Jumlah	:	2 buah				
Fungsi	:	Memompa Nitrobenzene menuju Reaktor R-110				
Nama fluida	:	Nitrobenzene				
Kondisi desain						
	T desain	:	30	°C		
	P desain					
	Suction pressure	:	14,7	p:	=	1 atm
	Discharge pressure	:	132,3	p:	=	9 atm
Viskositas fluida	:	1,00000	cp	=	0,001	kg/ms
Differential head	:	10,000	ft	=	3	m
Power motor	:	2,000 hp				

## V.9 Pressure Valve

**Tabel V.9 Spesifikasi Pressure Valve K-118**

Nama alat	:	Pressure Valve (K-117)				
Fungsi	:	Menurunkan Pressure				
Jumlah	:	1 unit				
Bahan	:	Carbon Steel SA 283 Grade C				
Luas	:	0,11752	in <sup>2</sup>			
	:	0,0001	m <sup>2</sup>			

## V.10 Centrifuge Filter

**Tabel V.10 Spesifikasi Centrifuge Filter H-119**

Nama alat	:	Centrifuge Filter (H-118)				
Fungsi	:	Memisahkan Liquid Solid				
Jumlah	:	1 unit				
Bahan	:	Carbon Steel SA 283 Grade C				
Shaft Neck	:	0,1 m				
Time reter	:	5 s				
$\omega$	:	600 rpm				
Diameter	:	0,6 m				
Length	:	0,5 m				
Tipe	:	Centrifugal				
Daya	:	0,2201 kW				

### V.11 Reaktor

**Tabel V.11 Spesifikasi Reaktor R-120**

Kode	=	R-120
Fungsi	=	Terjadi reaksi netralisasi
Jumlah	=	:1 buah
Kapasitas	=	4627,83 kg/jam
Material	=	Stainless steel Type 304, Grade 3 (SA-167)
Ukuran	:	
ID	=	65,625 in = 1,667 m
OD	=	66,000 in = 1,676 m
Tinggi Shell (L <sub>s</sub> )	=	92 in = 2,346 m
Tebal Shell (t <sub>s</sub> )	=	0,19 in = 0,005 m
Tebal Tutup(t <sub>h</sub> )	=	2,50 in = 0,064 m
tipe tutup	=	Standart Dished Head

### V.12 Cooler

**Tabel V.12 spesifikasi Cooler E-121**

Fungsi	=	Mendinginkan fluida keluaran reaktor R-110
Type	=	2-4 shell and tube heat exchanger
Bahan	=	Carbon steel
Jumlah	=	1 buah
Tube :		
OD	=	3/4 in = 1,91 cm
Panjang	=	10 ft = 3,05 m
Pitch	=	1 in square pitch
Jumlah Tube(Nt)	=	2 buah
Passes	=	15
Shell :		
ID	=	0,48 in = 0,012243 m
Heat transfer surface Area	=	0,43 m <sup>2</sup>
Heat transfer Coefficient (Clean)	=	208,11 Btu / h ft <sup>2</sup> °F
Heat transfer Coefficient (Dirt)	=	22,08 Btu / h ft <sup>2</sup> °F

### V.13 Tangki HCl

**Tabel V.13 Spesifikasi Tangki HCl F-122**

Kode	=	F-122
Fungsi	=	Menampung HCl
Jumlah	=	1 buah
Nama fluida	=	HCl
Kapasitas	=	646,53 kg/jam
Material	=	Stainless steel Type 304, Grade 3 (SA-167)
Ukuran	:	
ID	=	31,63 in = 0,803 m
OD	=	32,0 in = 0,813 m
Tinggi Shell (L <sub>s</sub> )	=	46 in = 1,176 m
Tebal Shell (t <sub>s</sub> )	=	0,188 in = 0,005 m
Tebal Tutup(t <sub>h</sub> )	=	0,19 in = 0,005 m
tipe tutup	=	Standart Dished Head

### V.14 Pompa

**Tabel V.14 Spesifikasi Pompa L-123**

Kode	: L-123
Type	: Centrifugal Pump casing dan wear ring : cast iron impeller dan wear ring : cast iron shaft : carbon steel
Jumlah	: 2 buah
Fungsi	: Memompa HCl menuju Reaktor R-120
Nama fluida	: HCl
Kondisi desain	
T desain	: 30 °C
P desain	
Suction pressure	: 14,7 p: = 1 atm
Discharge pressure	: 16,17 p: = 1,1 atm
Viskositas fluida	: 1,50000 cp = 0,00152 kg/ms
Differential head	: 10,000 ft = 3 m
Power motor	: 2,000 hp

### V.15 Pompa

**Tabel V.15 Spesifikasi Pompa L-124**

**Spesifikasi Pompa L-124**

Kode	: L-124
Type	: Centrifugal Pump casing dan wear ring : cast iron impeller dan wear ring : cast iron shaft : carbon steel
Jumlah	: 2 buah
Fungsi	: Memompa HCl menuju Reaktor R-120
Nama fluida	: HCl
Kondisi desain	
T desain	: 30 °C
P desain	
Suction pressure	: 14,7 p: = 1 atm
Discharge pressure	: 16,17 p: = 1,1 atm
Viskositas fluida	: 1,5 cp = 0,00152 kg/ms
Differential head	: 10 ft = 3 m
Power motor	: 6 hp

### V.16 Membrane Reverse Osmosis

**Tabel V.16 Membrane H-124**

Fungsi=	Memisahkan garam
Power	= 28,82 kW
Modul	= 1500 m <sup>3</sup> /day

### V.17 Kolom Ekstraksi

**Tabel V.17 Spesifikasi Ekstraktor H-210**

Kode	= H-210
Fungsi	= Melakukan Ekstrak Vanilliin
Jumlah	= 1 buah
Nama fluida	= Ekstrak Vanilliin
Kapasitas	= 4334,54 kg/jam
Material	= Stainless steel Type 304, Grade 3 (SA-167)
Type Column	= Sieve Plate
Hole Diameter	= 0,006 m
Hole Pitch	= 0,015 m
Jet Diameter	= 0,001 m
Perforation Area	= 0,006 m <sup>2</sup>
Number Perforation	= #####
Plate Area for Perforation	= 0,040 m <sup>2</sup>
Downspout Area	= 0,014 m <sup>2</sup>
Total Plate Area	= 0,087 m <sup>2</sup>
Tower Diameter	= 1,000 m
Tray Spacing	= 0,450 m
Stage Efficiency	= 0,700
Number of Stage	= 4,000
Tower Height	= 2,000 m

Ukuran	:				
ID	=	77,65	in	=	1,972 m
OD	=	78,0	in	=	1,981 m
Tinggi Shell (L <sub>s</sub> )	=	95	in	=	2,418 m
Tebal Shell (t <sub>s</sub> )	=	0,173	in	=	0,004 m
Tebal Tutup(t <sub>h</sub> )	=	0,25	in	=	0,006 m
tipe tutup	=	Standart Dished Head			

#### V.18 Pompa

**Tabel V.18 Spesifikasi Pompa L-211**

Kode	:	L-211			
Type	:	Centrifugal Pump			
		casing dan wear ring	:	cast iron	
		impeller dan wear ring	:	cast iron	
		shaft	:	carbon steel	
Jumlah	:	2 buah			
Fungsi	:	Memompa fluida hasil R-120			
Nama fluida	:	Ethyl Acetate			
Kondisi desain					
T desain	:	30	°C		
P desain					
Suction pressure	:	14,7	p:	=	1 atm
Discharge pressure	:	132,3	p:	=	9 atm
Viskositas fluida	:	8,06	cp	=	0,00816 kg/ms
Differential head	:	6,00	ft	=	1,8 m
Power motor	:	1,70 hp			

#### V.19 Pompa

**Tabel V.19 Spesifikasi Pompa L-212**

Kode	:	L-212			
Type	:	Centrifugal Pump			
		casing dan wear ring	:	cast iron	
		impeller dan wear ring	:	cast iron	
		shaft	:	carbon steel	
Jumlah	:	2 buah			

Fungsi	:	Memompa Ethyl Acetate menuju Reaktor H-210
Nama fluida	:	Ethyl Acetate
Kondisi desain		
T desain	:	30 °C
P desain		
Suction pressure	:	14,7 p: = 1,00 atm
Discharge pressure	:	16,17 p: = 1,10 atm
Viskositas fluida	:	0,45500 cp = 0,01 kg/ms
Differential head	:	10,000 ft = 3 m
Power motor	:	7,063 hp

## V.20 Tangki Ethyl Acetate

**Tabel V.120 Spesifikasi Tangki Ethyl Acetate**

Kode	=	F-213
Fungsi	=	Menampung Ethyl Acetate
Jumlah	=	1 buah
Nama fluida	=	Ethyl Acetate
Kapasitas	=	3040,00 kg/jam
Material	=	Stainless steel Type 304, Grade 3 (SA-167)
Ukuran	:	
ID	=	59,63 in = 1,514 m
OD	=	60,0 in = 1,524 m
Tinggi Shell (L <sub>s</sub> )	=	86 in = 2,173 m
Tebal Shell (t <sub>s</sub> )	=	0,188 in = 0,005 m
Tebal Tutup(t <sub>h</sub> )	=	0,25 in = 0,006 m
tipe tutup	=	Standart Dished Head

## V.21 Pompa

**Tabel V.21 Spesifikasi Pompa L-214**

Kode	:	L-214
Type	:	Centrifugal Pump
		casing dan wear ring : cast iron
		impeller dan wear ring : cast iron
		shaft : carbon steel
Jumlah	:	2 buah
Fungsi	:	Carbon Steel SA 283 Grade C
Nama fluida	:	Ekstrak
Kondisi desain		
T desain	:	30 °C
P desain		

Suction pressure	:	14,7	p:	=	1,00	atm
Discharge pressure	:	16,17	p:	=	1,10	atm
Viskositas fluida	:	0,57372	cp	=	0,001	kg/ms
Differential head	:	10,000	ft	=	3	m
Power motor	:	5,495	hp			

## V.22 Heater

**Tabel V.22 Spesifikasi Heater E-215**

Fungsi	=	Memanaskan fluida sebelum masuk ke distilasi				
Type	=	2-4 shell and tube heat exchanger				
Bahan	=	Carbon steel				
Jumlah	=	1 buah				
Tube :	OD	=	3/4	in	=	1,91 cm
	Panjang	=	8	ft	=	2,44 m
	Pitch	=	1	in square pitch		
	Jumlah Tube(Nt)	=	52	buah		
	Passes	=	2			
Shell :	ID	=	10	in		
	Heat transfer surface Area	=	0	m <sup>2</sup>		
	Heat transfer Coefficient (Clean)	=	291 1/9	Btu / h ft <sup>2</sup> F		
	Heat transfer Coefficient (Dirt)	=	22 1/2	Btu / h ft <sup>2</sup> F		

## V.23 Kolom Distilasi

**Tabel V.23 Spesifikasi Kolom Distilasi D-220**

Kode	:	D-220				
Fungsi	:	Memurnikan vanillin				
Type	:	Sieve tray				
Bahan Konstruksi	:	Carbon Steel SA 283 Grade C				
Jumlah	:	1 unit				
Jumlah Plate	:	14 plates				
Plate Spacing	:	24	ft	=	7,3152	m
Jenis Aliran	:	ross flo				
Diameter Kolom	:	8	ft	=	2,4384	m
Area of Coloumn	:	50	ft <sup>2</sup>	=	4,671694	m <sup>2</sup>
Active Area	:	40	ft <sup>2</sup>	=	3,737355	m <sup>2</sup>
Active of Holes	:	4	ft <sup>2</sup>	=	0,373735	m <sup>2</sup>
Area of Downcomer	:	5	ft <sup>2</sup>	=	0,467169	m <sup>2</sup>



$A_H/A$	:	0,08	
$A_d/A$	:	0,10	
$A_H/A_A$	:	0,10	
Hole Size	:	0,25 in	= 0,00635 m
Tinggi Weir	:	1,50 in	= 0,0381 m
Panjang Weir	:	69,76 in	= 1,771985 m
Vessel	:		
Type Vessel	:	Vertical tall vessel	
Tinggi Vessel	:	31,55 ft	= 9,616 m
Tebal Shell	:	0,25 in	= 0,006 m
Type Head	:	Torispherical dishead head	
Tinggi Head	:	1,77 ft	= 0,541 m
Tebal Head	:	0,31 in	= 0,008 m
Tinggi Total	:	31,55 ft	= 9,616 m

## V.24 Kondensor

**Tabel V.24 Spesifikasi Kondensor E-221**

Fungsi	=	Untuk mengubah fasa dari uap menjadi cair		
Type	=	1-2 shell and tube heat exchanger		
Bahan	=	Carbon steel		
Jumlah	=	1 buah		
Tube :				
OD	=	3/4 in	=	1,91 cm
Panjang	=	8 ft	=	2,44 m
Pitch	=	1 1/4 in square pitch		
Jumlah Tube(Nt)	=	24 buah		
Passes	=	2		
Shell :				
ID	=	8		in
Heat transfer surface Area	=	0,00		m <sup>2</sup>
Heat transfer Coefficient (Clean)	=	291,10		Btu / h ft <sup>2</sup> °F
Heat transfer Coefficient (Dirt)	=	5,19		Btu / h ft <sup>2</sup> °F

## V.25 Tangki Penampung Distilat

**Tabel V.25 Spesifikasi Tangki Penampung Distilat F-222**

Kode	=	F-222		
Fungsi	=	Menampung Distilat		
Jumlah	=	1 buah		
Nama fluida	=	Ethyl Acetate		
Kapasitas	=	4346,53 kg/jam		
Material	=	Stainless steel Type 304, Grade 3 (SA-167)		
Ukuran	:			
ID	=	47,63 in	=	1,210 m
OD	=	48,0 in	=	1,219 m
Tinggi Shell (L <sub>s</sub> )	=	66 in	=	1,678 m
Tebal Shell (t <sub>s</sub> )	=	0,188 in	=	0,005 m
Tebal Tutup(t <sub>h</sub> )	=	0,19 in	=	0,005 m
tipe tutup	=	Standart Dished Head		

## V.26 Pompa

**Tabel V.26 Spesifikasi Pompa L-223**

Kode	: L-223		
Type	: Centrifugal Pump		
	casing dan wear ring	:	cast iron
	impeller dan wear ring	:	cast iron
	shaft	:	carbon steel
Jumlah	: 2 buah		
Fungsi	: Memompa Distilat		
Nama fluida	: Ethyl Acetate		
Kondisi desain			
T desain	:	30	°C
P desain			
Suction pressure	:	14,7	ps = 1,00 atm
Discharge pressure	:	16,17	ps = 1,10 atm
Viskositas fluida	:	0,55447	cp = 0,001 kg/ms
Differential head	:	6,000	ft = 1,8 m
Power motor	:	1,911	hp

## V.27 Cooler

**Tabel V.27 Spesifikasi Cooler E-224**

Fungsi	= Menurunkan suhu distilat		
Type	= 2-4 shell and tube heat exchanger		
Bahan	= Carbon steel		
Jumlah	= 1 buah		
Tube :	OD	=	3/4 in = 1,91 cm
	Panjang	=	8 ft = 2,44 m
	Pitch	=	1 in square pitch
	Jumlah Tube(Nt)	=	2 buah
	Passes	=	17
Shell :	ID	=	0,48 in
	Heat transfer surface Area	=	0,43 m <sup>2</sup>
	Heat transfer Coefficient (Clean)	=	345,81 Btu / h ft <sup>2</sup> °F
	Heat transfer Coefficient (Dirt)	=	12,12 Btu / h ft <sup>2</sup> °F

## V.28 Reboiler

**Tabel V.28 Spesifikasi Reboiler E-225**

Fungsi	=	Memanaskan keluaran bawah kolom yang sebagian dikembalikan			
Type	=	1-2 shell and tube heat exchanger			
Bahan	=	Carbon steel			
Jumlah	=	1 buah			
Tube :	OD	=	3/4 in	=	1,91 cm
	Panjang	=	8 ft	=	2,44 m
	Pitch	=	1 in square pitch		
	Jumlah Tube(Nt)	=	14 buah		
	Passes	=	2		
Shell :	ID	=	0,48 in		
	Heat transfer surface Area	=	0,31 m <sup>2</sup>		
	Heat transfer Coefficient (Clean)	=	250,00 Btu / h ft <sup>2</sup> F		
	Heat transfer Coefficient (Dirt)	=	25,90 Btu / h ft <sup>2</sup> F		

## V.29 Cooler

**Tabel V.29 Cooler E-226**

Fungsi	=	Menurunkan suhu bottom D-220			
Type	=	2-4 shell and tube heat exchanger			
Bahan	=	Carbon steel			
Jumlah	=	1 buah			
Tube :	OD	=	3/4 in	=	1,91 cm
	Panjang	=	10 ft	=	3,05 m
	Pitch	=	1 1/4 in square pitch		
	Jumlah Tube(Nt)	=	4 buah		
	Passes	=	8		
Shell :	ID	=	1 in		
	Heat transfer surface Area	=	0,44 m <sup>2</sup>		
	Heat transfer Coefficient (Clean)	=	281,13 Btu / h ft <sup>2</sup> F		
	Heat transfer Coefficient (Dirt)	=	20,00 Btu / h ft <sup>2</sup> F		

### V.30 Pompa

**Tabel V.30 Spesifikasi Pompa L-227**

Kode	:	L-227
Type	:	Centrifugal Pump
		casing dan wear ring : cast iron
		impeller dan wear ring : cast iron
		shaft : carbon steel
Jumlah	:	2 buah
Fungsi	:	Memompa Hasil Bottom
Nama fluida	:	Vanillin
Kondisi desain		
T desain	:	30 °C
P desain		
Suction pressure	:	14,7 p: = 1,00 atm
Discharge pressure	:	16,17 p: = 1,10 atm
Viskositas fluida	:	1,24729 cp = 0,001 kg/ms
Differential head	:	10,000 ft = 3 m
Power motor	:	1,376 hp

### V.31 Crystallizer

**Tabel V.31 Spesifikasi Peralatan X-310**

Fungsi	=	mengubah vanillin menjadi kristal
Tipe	=	circulating liquid evaporator crystallizer
Jumlah	=	1
Volume Tangki	=	0,5 m <sup>3</sup>
diameter tangki	=	0,7 m
tinggi conical head	=	0,0046 m
tinggi shell	=	0,5 m
tinggi kristallizer	=	73,173 in = 1,9 m
tekanan desain	=	19,29 psi = 1,3 atm
tebal shell	=	0,20 on = 0,01 m
power motor	=	2,42 hp

### V.32 Heater

**Tabel V.32 Spesifikasi Heater E-312**

Fungsi	=	Memanakan aliran sirkulasi crystallier
Type	=	2-4 shell and tube heat exchanger
Bahan	=	Carbon steel
Jumlah	=	1 buah
Tube :	OD	= 3/4 in = 1,91 cm
	Panjang	= 8 ft = 2,44 m
	Pitch	= 1 1/4 in square pitch
	Jumlah Tube(Nt)	= 8 buah
	Passes	= 4
Shell :	ID	= 0,48200 in
	Heat transfer surface Area	= 0,41 m <sup>2</sup>
	Heat transfer Coefficient (Clean)	= 354,83 Btu / h ft <sup>2</sup> °F
	Heat transfer Coefficient (Dirt)	= 5,11 Btu / h ft <sup>2</sup> °F

### V.33 Pompa

**Tabel V.33 Spesifikasi Pompa L-313**

Kode	:	L-313
Type	:	Centrifugal Pump
		casing dan wear ring : cast iron
		impeller dan wear ring : cast iron
		shaft : carbon steel
Jumlah	:	2 buah
Fungsi	:	Memanaskan fluida sebelum masuk ke distilasi
Nama fluida	:	Air
Kondisi desain		
	T desain	: 30 °C
	P desain	
	Suction pressure	: 14,7 p: = 1,0 atm
	Discharge pressure	: 16,17 p: = 1,1 atm
Viskositas fluida	:	0,65346 cp = 0,001 kg/ms
Differential head	:	10,000 ft = 3 m
Power motor	:	1,183 hp

### V.34 Screw Conveyor

**Tabel V.34 Spesifikasi Screw Conveyor J-314**

Kapasitas maksimum	=	1003 ft <sup>3</sup> /jam
	=	1387,21 kg/jam
Diameter conveyor	=	9 in = 0,23 m
Maksimal ukuran gumpala	=	1,5 in = 0,04 m
Kecepatan maksimal	=	100 rpm
Jumlah	=	1 buah

### V.35 Cooler

**Tabel V.35 Spesifikasi HE E-315**

Fungsi	=	Mendinginkankristal			
Type	=	2-4 shell and tube heat exchanger			
Bahan	=	Carbon steel			
Jumlah	=	1 buah			
Tube :	OD	=	3/4 in	=	1,91 cm
	Panjang	=	8 ft	=	2,44 m
	Pitch	=	1 1/4 in square pitch		
	Jumlah Tube(Nt)	=	4 buah		
	Passes	=	8		
Shell :	ID	=	0,5 in		
	Heat transfer surface Area	=	0,43 m <sup>2</sup>		
	Heat transfer Coefficient (Clean)	=	377,66 Btu / h ft <sup>2</sup> F		
	Heat transfer Coefficient (Dirt)	=	52,66 Btu / h ft <sup>2</sup> F		

### V.36 Screw Conveyor

**Tabel V.36 Spesifikasi Screw Conveyor J-314**

Kapasitas maksimum	=	560 ft <sup>3</sup> /jam
	=	5074,36 kg/jam
Diameter conveyor	=	9 in = 0,2 m
Maksimal ukuran gumpal	=	1,5 in = 0 m
Kecepatan maksimal	=	100 rpm
Jumlah	=	1 buah

### V.37 Spray Water

**Tabel V.37 Spesifikasi Spray Water X-320**

Ukuran Sprinkle	=	0,5 in	=	0,0127 m
Kapasitas Sprinkle	=	93 L/min	=	0,1 m <sup>3</sup>
Kepadatan Pancaran	=	2,3 mm/mi	=	0,00225 m
Jumlah	=	1 buah		
Volume air yang dibutuhkan	=	91 L	=	0,1 m <sup>3</sup>

### V.38 Roll Mill

**Tabel V.38 Spesifikasi Roll Mill C-321**

Penggerak	=	Turbin uap
Daya	=	154,56 hp
Panjang roll	=	1,2 m
Diameter roll	=	0,6 m
Putaran roll	=	3 rpm
Tekanan hidrolis	=	230 ton/ft <sup>2</sup>
Jumlah gilingan	=	2 set gilingan

### V.39 Belt Conveyor

**Tabel V.39 Spesifikasi Belt Conveyor J-322**

Laju alir bahan =	1,0 ton/jam
Lebar Belt =	18 in = 0,5 m
Kecepatan Belt =	1,508 ft/mi = 0,5 m/min
Panjang Belt =	8,20 ft = 2,5 m
Power Belt =	0,422 hp
Jumlah =	1

**V.40 Screener****Tabel V.40 Spesifikasi Screener H-323**

Tipe :	<i>High Speed Vibrating Screen</i>		
Material :	<i>Carbon Steel</i>		
Jumlah :	1 Buah		
Dimensi :	<i>Sieve Opening</i>	:	0,149000 mm
	<i>Diameter wire</i>	:	0,131000 mm
	<i>Ukuran screen</i>	:	8,92726E-06 m <sup>2</sup>
Kapasitas :	0,458019	ton/jam	

**V.41 Cyclone****Tabel V.41 Spesifikasi Cyclone H-324**

Kode =	H-324
Fungsi =	untuk memisahkan udara dengan solid vanillin
Jumlah =	1
Jenis =	Cyclone Separator
Bahan =	<i>Stainless Steel SA-167 grade 11 Type 316</i>
Suhu =	25 C
Tekanan =	1 atm
Kapasitas =	2 kg/jam
Dimensi:	
Diameter silinder =	0,3 m
Panjang silinder =	0,7 m
Panjang konis =	0,7 m
Diameter <i>gas outlet</i> =	0,2 m
Diameter <i>inlet</i> =	0,3 m
Diameter <i>dust out</i> =	0,1 m
Tinggi <i>gas outlet</i> =	0,2 m

**V.42 Blower****Tabel V.42 Spesifikasi Blower G-325**

Fungsi :	Untuk mengalirkan udara masuk ke dalam rotary dryer.
Tipe :	Centrifugal multiblade backward curved blower
Kapasitas :	1443 kg/jam
Power motor :	5 hp
Jumlah :	1

**V.43 Belt Conveyor****Tabel V.43 Spesifikasi Belt Conveyor J-326**

Laju alir bahan =	0,9 ton/jam
Lebar Belt =	18,0 in = 0,5 m
Kecepatan Belt =	0,737 ft/mi = 0,2 m/min

Panjang Belt	=	25,0 ft	=	7,6 m
Power Belt	=	0,737	hp	
Jumlah	=	1		

#### V.44 Air Dryer

**Tabel V.44 Spesifikasi Air Dryer E-330**

Fungsi	=	Mengeringkan Vanillin yang basah menggunakan udara panas
Flow rate gas	=	1428,43 kg/hr
Kecepatan udar	=	2 m/s
Diameter	=	0,9 m
Panjang	=	2,52 m

#### V.45 Heater

**Tabel V.45 Spesifikasi Heater E-331**

Fungsi	=	Memanaskan udara
Type	=	2-4 shell and tube heat exchanger
Bahan	=	Carbon steel
Jumlah	=	1 buah
Tube :	OD	= 1 in = 2,54 cm
	Panjang	= 8 ft = 2,44 m
	Pitch	= 1 1/4 in square pitch
	Jumlah Tube(Nt)	= 81 buah
	Passes	= 2
Shell :	ID	= 17,25 in
	Heat transfer surface Area	= 0,11 m <sup>2</sup>
	Heat transfer Coefficient (Clean)	= 296,42 Btu / h ft <sup>2</sup> °F
	Heat transfer Coefficient (Dirt)	= 51,34 Btu / h ft <sup>2</sup> °F

#### V.46 Belt Conveyor

**Tabel V.46 Spesifikasi Belt Conveyor J-332**

Laju alir bahan	=	0,92 ton/jam
Lebar Belt	=	18 in = 0,5 m
Kecepatan Belt	=	0,737 ft/mi = 0,2 m/min
Panjang Belt	=	8,20 ft = 2,5 m
Power Belt	=	0,737 hp
Jumlah	=	1

#### V.47 Tanki Penyimpanan Vanillin

**Tabel V.47 Spesifikasi Tanki Penyimpanan Vanillin F-333**

Kode	=	F-333
Fungsi	=	menampung produk Vanillin
Jumlah	=	1 buah
Nama Kristal	=	Vanillin



Kapasitas	=	920	kg/jam
Material	=	Stainless steel	Type 304, Grade 3 (SA-167)
Ukuran	:		
ID	=	41,70	in = 1,059 m
OD	=	42,0	in = 1,067 m
Tinggi Shell (L <sub>s</sub> )	=	60	in = 1,532 m
Tebal Shell (t <sub>s</sub> )	=	1,375	in = 0,035 m
Tebal Tutup(t <sub>h</sub> )	=	0,17	in = 0,004 m
tipe tutup	=	Standart	Dished Head

#### V.48 Tangki Penyimpanan Ethyl Acetate

**Tabel V.51 Spesifikasi Tangki Penampung (F-334)**

Kode	=	F-334	
Fungsi	=	menampung produk Vanillin	
Jumlah	=	1 buah	
Nama Kristal	=	Vanillin	
Kapasitas	=	#REF! kg/jam	
Material	=	Stainless steel Type 304, Grade 3 (SA-167)	
Ukuran	:		
ID	=	53,69	in = 1,364 m
OD	=	54,00	in = 1,372 m
Tinggi Shell (L <sub>s</sub> )	=	72,60	in = 1,844 m
Tebal Shell (t <sub>s</sub> )	=	0,19	in = 0,005 m
Tebal Tutup(t <sub>h</sub> )	=	0,18	in = 0,005 m
tipe tutup	=	Standart	Dished Head

#### V.49 Blower

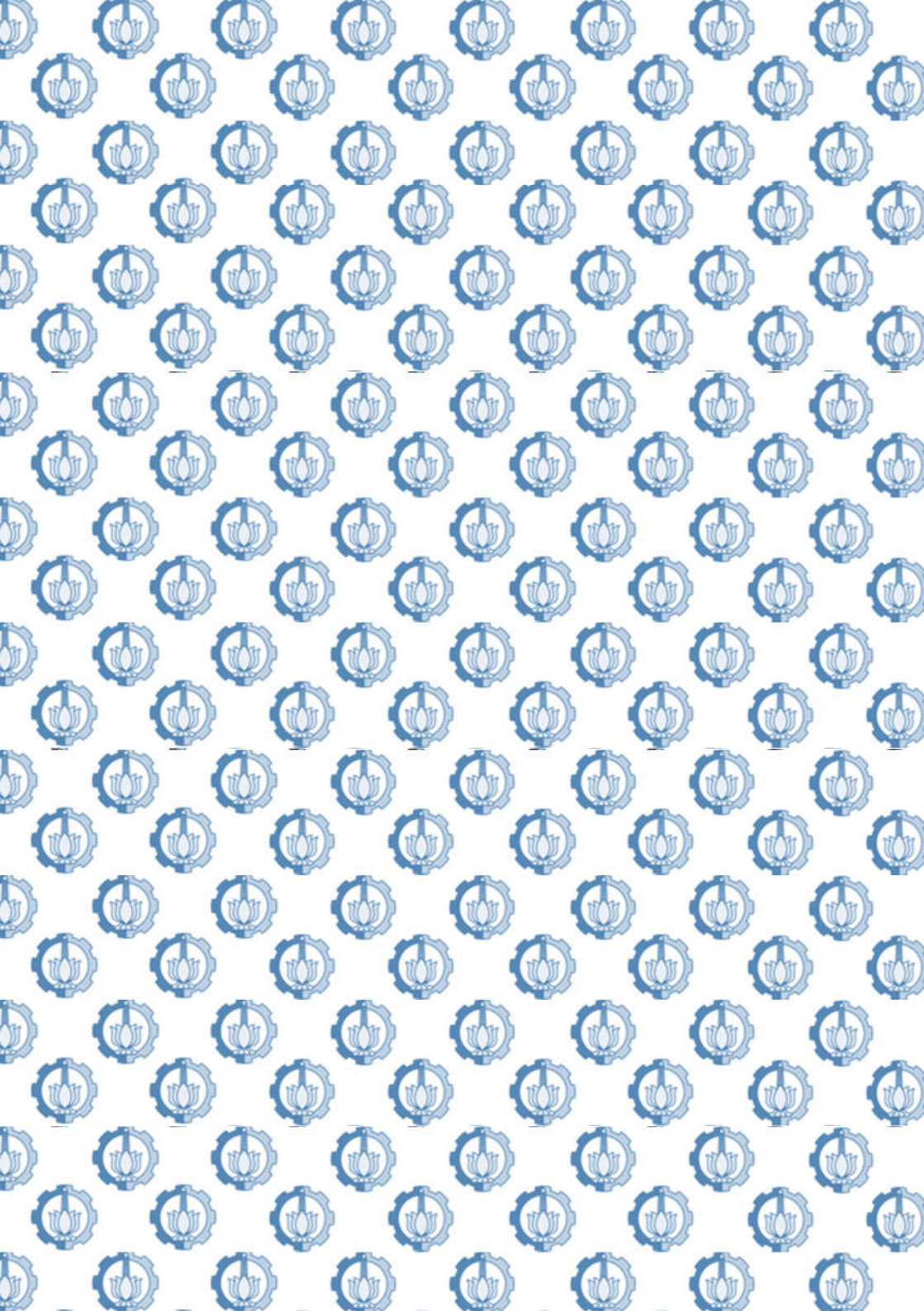
**Tabel V.49 Spesifikasi Blower (G-325)**

Fungsi	:	Untuk mengalirkan udara masuk ke dalam rotary dryer.
Tipe	:	Centrifugal multiblade backward curved blower
Kapasitas	:	1443 kg/jam
Power motor	:	5,1 hp
Jumlah	:	1



# **BAB VI**

# **ANALISA EKONOMI**



## **BAB VI**

### **ANALISA EKONOMI**

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan parameter analisa ekonomi. Parameter kelayakan tersebut antara lain IRR (*Internal Rate of Return*), POT (*Pay Out Time*), dan BEP (*Break Even Point*).

Sebelum dilakukan analisa ekonomi, akan dideskripsikan terlebih dahulu bentuk dan organisasi perusahaan, peralatan dan utilitas proses yang mendukung perhitungan ekonomi pabrik. Pada bagian organisasi perusahaan terdapat rincian gaji tiap golongan beserta jumlah karyawan dan pada utilitas akan dijabarkan utilitas sebagai penunjang keberlangsungan proses produksi. Perhitungan analisa ekonomi secara keseluruhan dilampirkan pada appendix D.

#### **VI.1 Bentuk Dan Organisasi Perusahaan**

### **VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan**

Bentuk badan perusahaan dalam pabrik Vanillin ini Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan suatu persekutuan yang menjalankan perusahaan dengan modal usaha yang terbagi dalam beberapa saham dimana tiap sekutu (disebut juga persero) turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih saham. Bentuk PT ini dipilih karena beberapa pertimbangan sebagai berikut :

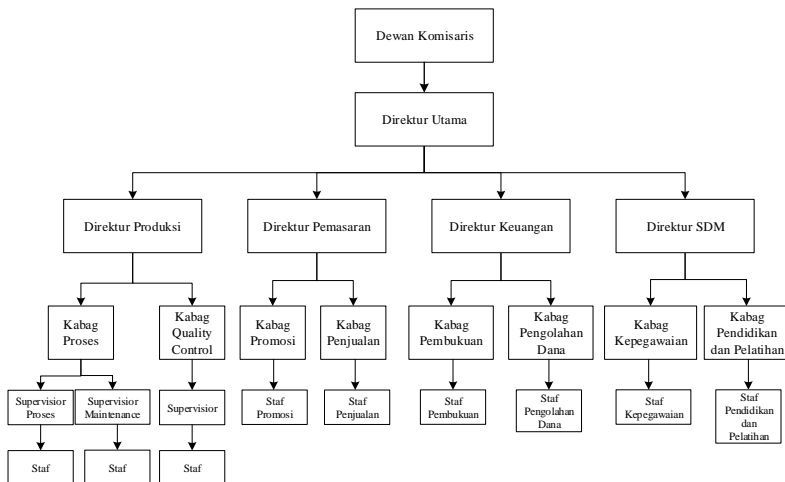
1. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman bank.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi ditangani oleh pimpinan perusahaan.
3. Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan, sehingga kekayaan pemegang saham tidak menentukan modal perusahaan.
4. Pemilik modal adalah pemegang saham, sedangkan pelaksanaannya adalah dewan komisaris.

### **VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan**

Sistem organisasi pabrik Vanillin adalah garis dan staf dimana pelimpahan wewenang berlangsung secara

vertikal dan sepenuhnya dari puncak pimpinan ke kepala bagian serta bawahnya. Dasar pemilihan sistem ini adalah :

- Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus.
- Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah sehingga disiplin kerja lebih baik. Masing-masing kepala bagian/manager secara langsung bertanggung jawab atas aktifitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
- Terdapat pembagian tugas yang jelas.
- Staffing dilaksanakan sesuai dengan prinsip *the right man on the right place*.



**Gambar VI.1** Struktur Organisasi Garis dan Staff



Terdapat dua komponen utama dalam organisasi garis dan staff, yaitu :

### **1. Pimpinan**

Tugas pimpinan secara garis besar adalah :

- a. Membuat rencana kerja yang terperinci dengan koordinasi para staff
- b. Melakukan pengawasan pelaksanaan kerja dari berbagai bagian dalam pabrik
- c. Meninjau secara teratur pelaksanaan pekerjaan di tiap-tiap bagian dan memberikan bimbingan serta petunjuk di dalam pelaksanaan pekerjaan
- d. Melaporkan kepada direksi tentang hal-hal yang terkait dengan pengelolaan pabrik
- e. Mewakili pabrik dalam perundingan dengan pihak lain

### **2. Staff (Pembantu Pimpinan)**

- Suatu badan yang terdiri dari para tenaga ahli yang membantu pimpinan dan yang menjalankan kebijaksanaan perusahaan.

- Staff merupakan suatu tim yang utuh dan saling membantu dan saling membutuhkan, setiap permasalahan yang ada dipecahkan secara bersama.

Macam – macam staff antara lain :

a. Staff koordinasi

Biasanya disebut staff umum, yaitu kelompok staff yang membantu pimpinan dalam perencanaan dan pengawasan, juga setiap saat memberikan nasehat kepada pimpinan baik diminta maupun tidak.

b. Staff Teknik

Biasanya disebut staff khusus, yaitu kelompok staff yang memberikan pelayanan jasa kepada komponen pelaksana untuk melancarkan tugas parik

c. Staff Ahli

Staff ini terdiri dari para ahli dalam bidang yang diperlukan oleh pabrik untuk membantu direktur dalam penelitian

### **VI.1.3 Struktur Organisasi**

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah :

1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris bertindak sebagai pemegang saham



Tugas Dewan Komisaris :

- Mengawasi direktur dan berusaha agar tindakan direktur tidak merugikan perseroan
- Mengadakan rapat umum minimal sekalidalam 1 tahun
- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan
- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan
- Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan

## 2. Direktur Utama

Direktur adalah pemegang kepengurusan dalam perusahaan dan merupakan pimpinan tertinggi dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan.

Tugas direktur adalah :

- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan baik kedalam maupun keluar
- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana-rencana dan cara-cara melaksanakannya
- Mengawasi jalannya perusahaan

- Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian
- Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing
- Mempertanggung jawabkan kepada dewan komisaris segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan

### 3. Direktur

Direktur bertanggungjawab ke direktur utama dalam pelaksanaan tugasnya, baik yang berhubungan dengan pemasaran, personalia, pembelian, produksi maupun pengawasan produksi.

Tugas direktur :

- Membantu direktur utama dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang masing-masing
- Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya

### 4. Kepala Bagian Proses

Kepala bagian proses bertugas mengawasi proses produksi dan mengusahakan agar barang-barang diproduksi dengan biaya rendah, kualitas tinggi dan

harga yang bersaing yang diinginkan dalam waktu yang sesingkat mungkin.

5. Kepala Bagian Quality Control

Kepala bagian ini bertugas mengontrol kualitas produk dan bertanggung jawab kepada Direktur Produksi.

6. Kepala Bagian Promosi

Kepala bagian ini bertugas mempromosikan produk dengan cara mengontrol periklanan produk.

7. Kepala Bagian Penjualan

Kepala bagian ini bertugas mengusahakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan dan didistribusikan secara tepat agar harga jual terjangkau dan mendapat keuntungan optimum.

8. Kepala Bagian Pembukuan

Kepala Bagian Pembukuan bertanggung jawab dengan segala bentuk pembukuan kegiatan yang telah dilakukan dan merencanakan kegiatan yang akan dilakukan

9. Kepala Bagian Pengelolaan Dana

Bagian ini bertugas untuk mengadakan kontak dengan pihak penjual bahan baku dan mempersiapkan order-order pembelian.

10. Kepala Bagian Kepegawaian

Kepala Bagian Kepegawaian bertugas mengurus kesejahteraan karyawan meliputi gaji, tunjangan dan penerimaan pegawai baru.

11. Kepala Bagian Pendidikan dan Pelatihan

Kepala Bagian Pendidikan dan Pelatihan tugasnya mengurus penelitian dan pelatihan terhadap karyawan meupun pelajar yang akan melakukan kerja praktek.

**VI.1.4 Perincian Jumlah Tenaga Kerja**

Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk proses produksi bioethanol diuraikan sebagai berikut :

1. Penentuan Jumlah Karyawan Operasional

Jumlah karyawan operasional yang dibutuhkan untuk proses produksi vanillin sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= 6680,04 \text{ ton/tahun} \\ &= 20,24 \text{ ton / hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan *Gambar 6-8 Peters & Timmerhaus 5<sup>th</sup> Edition* halaman 198 untuk kondisi *fluid processing only* dengan kapasitas pabrik 26.037 ton/tahun, maka diperoleh jumlah karyawan operasi:

$$M = 15,2 P^{0,25}$$

dimana:

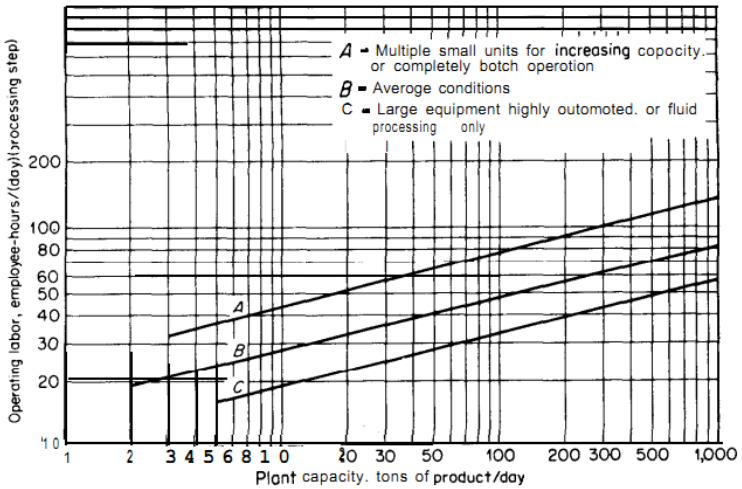
M = Karyawan operasi (pekerja-jam/(hari)(tahap proses))

P = Kapasitas produk (ton/hari)

Maka,

$M = 15,2 \times (20,24)^{0,25} = 32$  pekerja-jam/(hari)(tahap proses)

Karena ada 4 tahapan proses (reaksi oksidasi, reaksi netralisasi, purifikasi, dan kristalisasi), maka jumlah karyawan proses yang dibutuhkan adalah: karyawan = 32 orang-jam/(hari).(tahap proses) x 4 tahapan proses = 128 orang-jam/hari.



**Gambar VI.2** Kebutuhan Pekerja Operator untuk Industri Kimia

**Tabel VI.1** Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik

No	Jabatan	Jumlah
1	Komisaris Utama	1
2	Anggota Komisaris	2
3	Direktur Utama	1
4	Direktur Produksi dan Pemeliharaan	1
5	Direktur Pemasaran	1
6	Direktur Keuangan	1
7	Direktur SDM	1
8	Sekretaris	5

9	Kepala Bagian	
	a. Kabag Proses	1
	b. Kabag Utilitas	1
	c. Kabag Penjualan	1
	d. Kabag Pengelolaan	1
	e. Kabag Kepegawaian	1
10	Supervisor	1
	a. Utilitas	2
	b. Proses	6
	c. Quality Control	1
11	Operator	
	a. Maintenance	10
	b. Utilitas	12
	c. Proses	30
	d. Quality Control	4
	e. Gudang	4
12	Karyawan	
	a. Dokter	1
	b. Perawat	4
	c. Penjualan	5
	d. Pembukuan	3
	e. Pengelolaan Dana	3
	f. Kepegawaian	5
	g. Pendidikan dan Latihan	5
13	Keamanan	9
14	Supir	4
15	Pesuruh/tukang kebun	4

Pabrik vanillin ini menggunakan basis 330 hari kerja pertahun dengan waktu 24 jam kerja perhari. Dengan pekerjaan yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, maka dilakukan sistem *shift* karyawan dan sistem *day shift* karyawan.

a. Karyawan *Day Shift*

Karyawan ini tidak berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *day shift* adalah karyawan administrasi, sekretariat, perbekalan, gudang, dan lain-lain.

Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut :

Senin – Jumat : 07.00 – 15.00

Untuk jam istirahat karyawan diatur sebagai berikut:

Senin – Kamis : 12.00 – 13.00

Jum'at : 11.0 – 13.00

Untuk hari Sabtu, Minggu dan hari besar merupakan hari libur.

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *shift* adalah pekerja *supervisor*, *operator* dan *security*.



*Shift* direncanakan dilakukan tiga kali perhari setiap 8 jam. Distribusinya diatur sebagai berikut :

Shift I : 07.00 - 15.00

Shift II : 15.00 - 23.00

Shift III : 23.00 – 07.00

Penggantian shift dilakukan sesuai aturan *International Labour Organization* yaitu sistem *metropolitan rota* atau biasa disebut 2-2-2 (dalam 1 minggu dilakukan 2 hari shift malam, 2 hari shift pagi, 2 hari shift siang, 1 hari libur), sehingga untuk 3 shift dibutuhkan 4 regu dengan 1 regu libur. Sistem ini dapat ditabelkan sebagai berikut :

**Tabel VI.2** Jadwal Shift dengan Sistem 2-2-2

Hari	1	2	3	4	5	6	7
Shift							
I	A	D	C	B	A	D	C
II	B	A	D	C	B	A	D
III	C	B	A	D	C	B	A
Libur	D	C	B	A	D	C	B

### VI.1.5 Status Karyawan dan Pengupahan

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

b. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh direksi tanpa SK dari direksi dan mendapat upah harian yang dibayar setiap akhir pekan.

c. Pekerja Borongan

Pekerja borongan adalah tenaga yang diperlukan oleh pabrik bila diperlukan pada saat tertentu saja, misalnya : tenaga shut down, bongkar muat bahan baku. Pekerja borongan menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan tertentu.

## **VI.2 Utilitas**

Utilitas merupakan sarana penunjang suatu industri, karena utilitas merupakan penunjang proses utama dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Sarana utilitas pada pabrik vanillin ini meliputi :

1. *Water Treatment System*

Berfungsi untuk mengolah air yang masih mengandung zat-zat pengotor menjadi air bersih (*filtered water*).

2. *Demineralized Water Plant*

Berfungsi untuk mengolah air bersih (*filtered water*) dengan menggunakan sistem pertukaran ion agar air bebas dari garam yang terlarut didalamnya sehingga dapat digunakan untuk air umpan *boiler*.

3. *Cooling Water System*

Berfungsi sebagai air pendingin pada *heat exchanger*.

4. *Electrical Power Generation System*

Sumber listrik yang digunakan untuk menjalankan peralatan proses dalam *plant*.

5. *Steam Generation System*

Untuk membangkitkan *steam* melalui proses pemanasan air hingga menjadi uap (*steam*)

6. Pengolahan Limbah

Mengelola limbah agar air yang sudah diolah dapat dibuang ke lingkungan dengan aman dan tanpa mencemari lingkungan.

Maka untuk memenuhi kebutuhan utilitas pabrik di atas, diperlukan unit-unit sebagai penghasil sarana utilitas, yaitu :

### **VI.2.1 Unit Pengolahan Air**

Unit pengolahan air adalah unit yang berfungsi untuk mengolah bahan baku yang masih mengandung zat-zat pengotor tersebut menjadi air bersih yang disebut *filtered water*. *Filtered water* ini selanjutnya digunakan untuk *make-up cooling tower*, bahan baku *demineralized water* (air demin), air minum, dan *service water*. Bahan baku yang digunakan adalah air laut yang diolah dengan cara elektrolisis

Air pada pabrik vanillin ini digunakan untuk kepentingan :

- Air sanitasi, meliputi laboratorium dan karyawan.
- Air proses, meliputi : air proses, air pendingin dan air umpan boiler

Pada unit pengolahan air ini, peralatan yang digunakan meliputi : pompa air boiler, bak pendingin, kation-anion exchange.

### **VI.2.2 Unit Penyediaan Steam**

Steam yang dibutuhkan untuk proses dihasilkan dari boiler, pendingin dari reactor, dan dari *waste heat boiler*. Kebutuhan steam digunakan sebagai pemanas di reboiler,

pemanas di heater, pemanas di *vaporizer*, dan sebagian besar dipakai untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik, karena kebutuhan *back-up* jika sewaktu-waktu *supply* listrik dari PLN terhambat. Peralatan yang dibutuhkan untuk pembangkit steam yaitu Boiler.

### **VI.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik**

Kebutuhan listrik yang diperlukan untuk pabrik vanillin ini diambil dari PLN dan generator sebagai penghasil tenaga listrik, dengan distribusi sebagai berikut :

- Untuk proses produksi diambil dari PLN dan generator jika sewaktu-waktu ada gangguan listrik dari PLN
- Untuk penerangan pabrik dan kantor, diambil dari generator

### **VI.2.4 Unit Pendingin**

Unit penyediaan air bertugas untuk memenuhi kebutuhan air ditinjau dari segi panas. Penggunaan air sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas dikarenakan faktor berikut :

- Air dapat menyerap jumlah panas yang tinggi per satuan volume

- Air merupakan materi yang mudah didapat dan relatif murah
- Tidak mudah mengembang atau menyusut dengan adanya perubahan suhu
- Mudah dikendalikan dan dikerjakan
- Tidak mudah terdekomposisi

Syarat air pendingin adalah tidak boleh mengandung :

- a. *hardness* : yang memberikan efek pada pembentukan kerak
- b. besi : penyebab korosi
- c. silika : penyebab kerak
- d. minyak : dapat menyebabkan turunnya heat transfer

Pada air pendingin ditambahkan zat kimia yang bersifat menghilangkan kerak, lumut, jamur, dan korosi.

### **VI.3 Analisis Ekonomi**

Analisis ekonomi dimaksudkan untuk dapat mengetahui apakah suatu pabrik yang direncanakan layak didirikan atau tidak. Oleh karena itu pada Pra Desain Pabrik Vanillin ini dilakukan evaluasi atau studi kelayakan dan penilaian investasi.

Faktor-faktor yang perlu ditinjau untuk memutuskan hal ini adalah :

1. Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return / IRR*)
2. Waktu Pengembalian Modal Minimum (*Pay Out Time / POT*)
3. Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

### **VI.3.1 Analisis Keuangan**

Analisis keuangan yang digunakan pada pabrik vanillin ini adalah dengan menggunakan metode *discounted cash flow*. Analisa keuangan untuk pabrik vanillin terdiri dari perhitungan biaya produksi dan aliran kas /kinerja keuangan. Detail perhitungan dapat dilihat pada appendiks D. Berikut ini adalah ketentuan maupun parameter yang digunakan untuk perhitungan ekonomi.

### **VI.3.2 Analisis Laju Pengembalian Modal ( *Internal Rate of Return / IRR* )**

Dari hasil perhitungan pada Appendiks D, didapatkan harga  $i = 21,48\%$ . Harga  $i$  yang diperoleh lebih besar dari harga  $i$  untuk bunga pinjaman yaitu  $10\%$  per tahun.

### **VI.3.3 Analisis Waktu Pengembalian Modal ( *Payout Time / POT* )**

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 4,46 tahun dengan perkiraan usia pabrik 10 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan



karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik.

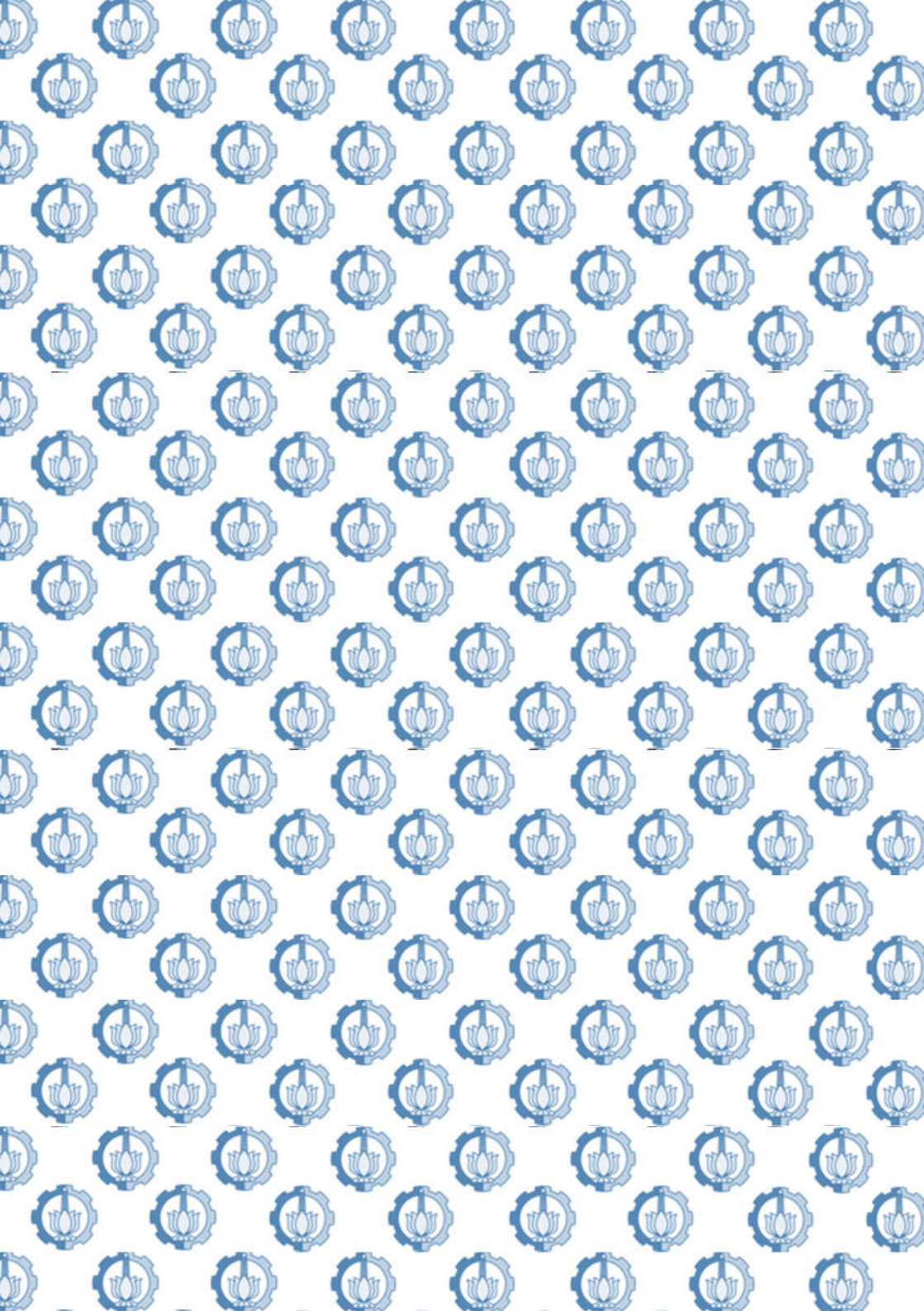
#### **VI.3.4 Analisis Titik Impas ( *Break Even Point / BEP* )**

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC) dan Biaya variabel (VC), Biaya semi variabel (SVC) dan biaya tetap tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendix D didapatkan bahwa Titik Impas (BEP) sebesar 22,21 %.



# **BAB VII**

# **KESIMPULAN**



## **BAB VII**

### **KESIMPULAN**

Dari hasil yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan operasi : 24 jam/hari, selama 330 hari/tahun
2. Kapasitas Produksi : 6680,04 ton vanillin/tahun
3. Bahan baku : 10.000 ton lignin / tahun
4. Lokasi Pabrik : Tangerang
5. Umur Pabrik : 10 Tahun
6. Masa konstruksi : 2 tahun
7. Analisis Ekonomi
  - a. Permodalan

Modal tetap ( FCI )	Rp	161,343,329,753
Modal kerja ( WCI )	Rp	59,228,800,398
Total investasi ( TCI )	Rp	220,572,130,151

Biaya Produksi per tahun (TPC) : Rp. **355,372,802,387**

b. Penerimaan

c. Hasil penjualan per tahun :Rp. 477,622,508,185.74

d. Rentabilitas

Bunga Bank : 10,25 %

Laju inflasi : 3,12 %

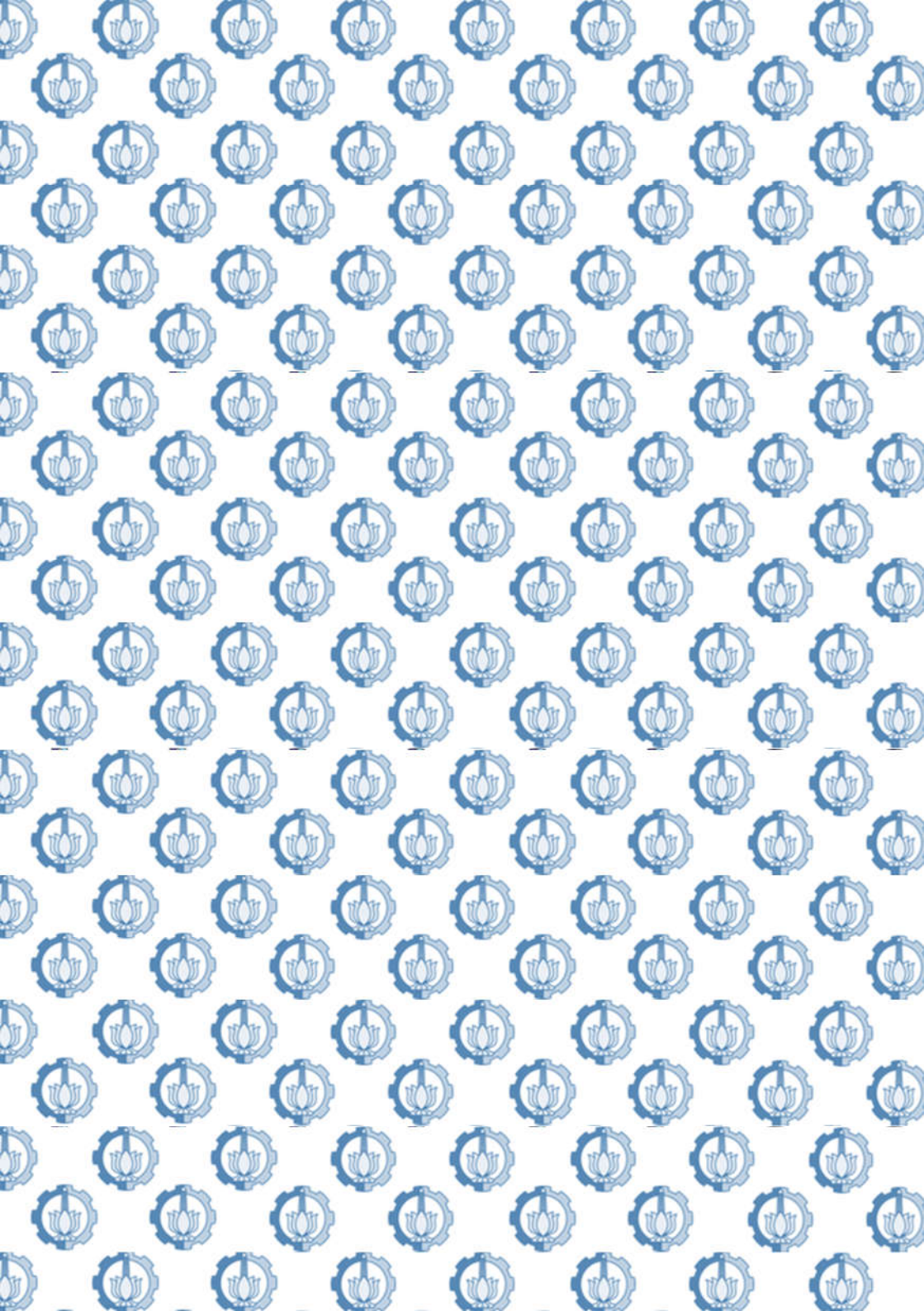
IRR (Internal Rate of Return)	21,48%
POT (Pay Out Time)	4,46 tahun
BEP(Break Even Point)	22,21 %

Dari hasil uraian diatas, segi teknis dan ekonomis Pabrik Vanillin dari Lignin layak untuk didirikan.





# DAFTAR PUSTAKA



## DAFTAR PUSTAKA

FAO, “Reduction of Post Harvest Losses for Food Security (DRK/10/005//01/99). Project Terminal Report,” no. October, 2014.

FAO, Food Outlook Biannual Report on Global Food Markets - November 2018, no. November. 2018.

S. Khoyratty, H. Kodja, and R. Verpoorte, “Vanilla flavor production methods: A review,” *Ind. Crops Prod.*, vol. 125, no. September, pp. 433–442, 2018, doi: 10.1016/j.indcrop.2018.09.028.

N. Wongtanyawat et al., “Comparison of different kraft lignin-based vanillin production processes,” *Comput. Chem. Eng.*, vol. 117, pp. 159–170, 2018, doi: 10.1016/j.compchemeng.2018.05.020.

N. Khwanjaisakun, S. Amornraksa, L. Simasatitkul, P. Charoensuppanimit, and S. Assabumrungrat, “Techno-economic analysis of vanillin production from Kraft lignin: Feasibility study of lignin valorization,” *Bioresour. Technol.*, vol. 299, no. October 2019, p. 122559, 2020, doi: 10.1016/j.biortech.2019.122559.

E. D. Gomes and A. E. Rodrigues, “Recovery of vanillin from kraft lignin depolymerization with water as desorption eluent,” *Sep. Purif. Technol.*, vol. 239, no. August 2019, p. 116551, 2020, doi: 10.1016/j.seppur.2020.116551.



Brownell, Lloyd E. dan Edwin H. Young. 1959. Process Equipment Design. New York: John Wiley & Sons.

Fache, dkk. 2015. Vanillin production from lignin and its use as a renewable chemical. France. Institut Charles Gerhardt Montpellier UMR 5253

Geankoplis, Christie J. 1997. Transport Processes and Unit Operations 3rd Edition. New Delhi: Prentice Hall of India

Himmelblau, David M. 1989. Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering. Texas: Prentice-Hall International, Inc.

Hugot, E. 1960. Handbook of Cane Sugar Engineering. Netherland: Elsevier Science Publisher

Kern, Donald Q. 1965. Process Heat Transfer. Tokyo: McGraw-Hill Book Company

Levenspiel, Octave. 1999. Chemical Reaction Engineering 3rd Edition. New York : John Wiley & Sons.

Ludwig, Ernest E, dkk. 1994. Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, Volume 3 Third Edition. Gulf Propesional Publishing.

McCabe, Warren L. 1993. Unit Operations of Chemical Engineering 5th Edition. New York : McGraw Hill, Inc.

Mohammed,dkk. 2008. Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources. India : Typeset by Charon Tec Ltd.

Pemerintah Provinsi Banten. 2019. Profil Alam Provinsi Banten. Banten: Pemerintah Provinsi Banten

Perry, R. H., dan Don Green. 1984. Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th Edition. New York: McGraw-Hill Book Company

Seborg D.E., Edgar T.F., Mellichamp D.A., and Doyle F.J. "Process Dynamics and Control". Asia: John Wiley and Sons Pte Ltd. 2011.

Silla, Harry. 2003. Chemical Process Engineering Design and Economic. New Jersey: Marcel Dekker Inc

Smith, Robin. 2005. Chemical Process Design and Integration. USA : John Wiley & Sons Inc.

Timmerhaus, K.D., Peters Max. S., dan Ronald E. West. 2003. Plant Design and Economics for Chemical Engineers' 5th Edition. Boston: McGraw-Hill Book Company

Ulrich, Gael D., 1984. A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic. Canada: John Wiley & Sons

Van Ness, S. 1967. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 4th Edition. Singapore: McGraw-Hill Inc

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## RIWAYAT PENULIS

### Nelly Fatria Wahani



Penulis dilahirkan di Kediri, 14 Januari 1998, merupakan anak dari ibu Ani Kristanti. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN Pare I, SMP Negeri 2 Pare, dan SMA Negeri 2 Pare. Penulis kemudian melanjutkan studi di S1 Teknik Kimia FTIRS-ITS dengan NRP.02211640000109. Penulis juga pernah bergabung di organisasi dan kepanitian semasa menempuh pendidikan di perguruan tinggi diantaranya, GERIGI ITS 2018, PEMANDU LKMM ITS, dan Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (HIMATEKK FTI-ITS). Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. Pupuk Sriwidjaja, Palembang, Sumatera Selatan dengan tugas khusus yaitu evaluasi ammonia recovery unit P-IB menggunakan simulasi software hysys. Penulis mengambil penelitian di laboratorium Pengolahan Limbah Industri dan Biomassa, serta telah menyelesaikan tugas pra desain pabrik dengan judul “Pra Desain Pabrik Vanillin Sintetik dari Kraft Lignin” dan skripsi dengan judul “Pembuatan Biokativator Pupuk *Effective Microorganism* Menggunakan *T. harzianum*. dan *B. subtilis* dengan Memanfaatkan Sekam Padi, *Oil Cake*, dan Molases sebagai Media Kultur”.



nellyfatriaw@gmail.com



### **Agra Yuba Bachtiar**

Penulis dilahirkan di Malang, 8 Juli 1998. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN Bareng 3 Malang, SMP Negeri 3 Malang, dan SMA Negeri 8 Malang. Penulis kemudian melanjutkan studi di S1 Teknik Kimia FTIRS-ITS. Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. Semen Gresik, Rembang, Jawa Barat dalam departemen *Production Planning and Process Evaluation*. Penulis mengambil penelitian di laboratorium Pengolahan Limbah Industri dan Biomassa, serta telah menyelesaikan tugas pra desain pabrik dengan judul “Pra Desain Pabrik Vanillin Sintetik dari Kraft Lignin” dan skripsi dengan judul “Pembuatan Biokativator Pupuk Effective Microorganism Menggunakan *T. harzianum* dan *B. subtilis* dengan Memanfaatkan Sekam Padi, Oil Cake, dan Molases sebagai Media Kultur”.