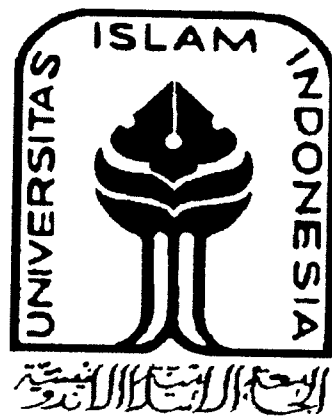


**PRA RANCANGAN
PABRIK VANILLIN DARI OKSIDASI ISOEUGENOL
KAPASITAS 1.640 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Disusun Oleh :

Marlin Bayu Kusumo 03 521 058

Rio Rakhmat Diono 03 521 083

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2008**

TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Marlin Bayu Kusumo 03 521 058

Rio Rakhmat Diono 03 521 083

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

Demikianlah pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Agustus 2008



Marlin Bayu Kusumo



Rio Rakhmat Diono

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK VANILLIN DARI OKSIDASI ISOEUGENOL KAPASITAS 1.640 TON / TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh :

Marlin Bayu Kusumo

03 521 058

Rio Rakhmat Diono

03 521 083



Yogyakarta, Agustus 2008

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Agus Prasetya. M. Sc., Ph. D

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan dan menyusun Tugas Akhir **“Pra Rancangan Pabrik Vanilin dari Oksidasi Isoeugenol dengan Kapasitas 1.640 Ton/Tahun”** ini. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat mendapat gelar Sarjana (S1) Teknik Kimia di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam menyelesaikan penyusunan dan penulisan skripsi ini masih memiliki segala keterbatasan dan kekurangan serta tidak akan mungkin terselesaikan tanpa bantuan, bimbingan, dorongan, dan saran dari berbagai pihak, sehingga dengan segala ketulusan hati, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Ir. Agus Prasetya, M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing.
2. Bapak Ir. Fathul Wahid. M.Sc., selaku Dekan FTI UII.
3. Ibu Drs.Hj.Kamariah Anwar.MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FTI UII.
4. Orang tua dan seluruh saudara-saudara kami, atas dukungan dan semangatnya.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini jauh dari sempurna, oleh karena itu segala kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini sangat diharapkan. Akhir kata semoga hasil tulisan penulis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Juli 2008

Penyusun

Marlin Bayu Kusumo & Rio Rakhmat Diono



MOTTO

فَضْلُ الْعَالَمِ عَلَى الْعَابِدِ كَفَضْلِ الْقَمَرِ عَلَى النُّجُومِ. الْعُلَمَاءُ وَرَثَةُ الْأَنْبِيَاءِ، وَالْأَنْبِيَاءُ لَمْ يُورَثُوا دِينَارًا وَلَا دِرْهَمًا وَإِنَّمَا وَرَثُوا الْعِلْمَ فَمَنْ أَخَذَهُ أَخَذَ بِحِطِّهِ وَأَفْر. (الترمذي).

“Keutamaan seseorang ‘alim (berilmu) atas seorang ‘abid (ahli ibadah) seperti keutamaan bulan atas seluruh bintang-bintang. Sesungguhnya ulama itu pewaris para nabi. Sesungguhnya para nabi tidaklah mewariskan dinar maupun dirham, mereka hanyalah mewariskan ilmu, maka barangsiapa mengambilnya (warisan ilmu) maka dia telah mengambil keuntungan yang banyak.” (HR. Tirmidzi)

إِذَا مَاتَ الْإِنْسَانُ انْقَطَعَ عَمَلُهُ إِلَّا مِنْ ثَلَاثٍ؛ صَدَقَةٌ جَارِيَةٌ أَوْ عِلْمٌ يُنْتَفَعُ بِهِ أَوْ وَلَدٌ صَالِحٌ يَدْعُو لَهُ.

“Jika manusia mati terputuslah amalannya kecuali tiga: shadaqah jariyah, atau ilmu yang dia amalkan atau anak shalih yang mendoakannya.” (HR. Muslim)

مَنْ يُرِدِ اللَّهُ بِهِ خَيْرًا يُفَقِّهْهُ فِي الدِّينِ وَإِنَّمَا أَنَا قَاسِمٌ وَاللَّهُ هُوَ الْمُعْطِي وَلا تَزَالُ هَذِهِ الْأُمَّةُ قَائِمَةً عَلَى أَمْرِ اللَّهِ لَا يَضُرُّهُمْ مَنْ خَالَفَهُمْ حَتَّى يَأْتِيَ أَمْرُ اللَّهِ.

“Barangsiapa yang Allah kehendaki padanya kebaikan, maka Allah akan fahamkan dia dalam (masalah) dien. Aku adalah Al-Qasim (yang membagi) sedang Allah Azza wa Jalla adalah yang Maha Memberi. Umat ini akan senantiasa tegak di atas perkara Allah, tidak akan memadharatkan kepada mereka, orang-orang yang menyelisihi mereka sampai datang putusan Allah.” (HR. Al-Bukhari)

مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ.

Barangsiapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah mudahkan baginya jalan menuju Surga.” (HR. Muslim)

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pernyataan	ii
Halaman Pengesahan Pembimbing	iii
Halaman Pengesahan Penguji	iv
Kata Pengantar	v
Motto	vii
Halaman Persembahan	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xv
<i>Abstract</i>	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kapasitas Perancangan	2
1.3. Tinjauan Pustaka	3
BAB II. PERANCANGAN PRODUK	
2.1 Spesifikasi Produk	5
2.2. Spesifikasi Bahan Baku	6
2.3. Spesifikasi Bahan Pembantu	7
2.4. Pengendalian Kualitas	7
2.4.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku	7

2.4.2. Pengendalian Kualitas Produk	8
---	---

BAB III. PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses	10
3.1.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku	10
3.1.2. Tahap Reaksi	11
3.1.3. Tahap Pemisahan Produk	11
3.1.4. Tahap Pengemasan	13
3.2. Spesifikasi Alat	13
3.3. Perencanaan Produksi	34

BAB IV. PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik	36
4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	36
4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	38
4.2. Tata Letak Pabrik	39
4.3. Tata Letak Alat Proses	45
4.4. Alir Proses dan Material	48
4.4.1. Perhitungan Neraca Massa	49
4.4.2. Perhitungan Neraca Panas	51
4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)	55
4.5.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	55
4.5.2. Unit Pembangkit <i>Steam</i>	63
4.5.3. Unit Pembangkit Listrik	65
4.5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar	67

4.5.5. Unit Penyediaan Udara Tekan	68
4.5.6. Spesifikasi Alat-alat Utilitas	68
4.6. Laboratorium	83
4.6.1. Kegunaan Laboratorium	83
4.6.2. Program Kerja Laboratorium	84
4.6.3. Alat Analisa Penting	85
4.7. Kesehatan dan Keselamatan Kerja	86
4.8. Organisasi Perusahaan	87
4.8.1. Bentuk Perusahaan	87
4.8.2. Struktur Organisasi Perusahaan	88
4.8.3. Tugas dan Wewenang	90
4.8.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	98
4.8.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan	99
4.8.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah karyawan dan gaji	101
4.8.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan	105
4.8.8. Manajemen Produksi	106
4.9. Analisa Ekonomi	109
4.9.1. Penaksiran Harga Peralatan	110
4.9.2. Dasar Perhitungan	112
4.9.3. Perhitungan Biaya	112
4.9.4. Analisa kelayakan	114
4.9.5. Hasil Perhitungan	116

BAB V.PENUTUP

5.1 Kesimpulan 122

DAFTAR PUSTAKA 123

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data perdagangan Vanillin	2
Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik	43
Tabel 4.2. Neraca Massa <i>Overall</i>	49
Tabel 4.3 Neraca Massa di Reaktor Gelembung	49
Tabel 4.4 Neraca Massa di Dekanter	50
Tabel 4.5 Neraca Massa di <i>Crystallizer</i>	50
Tabel 4.6 Neraca Massa di <i>Centrifuge</i>	51
Tabel 4.7. Neraca Massa di <i>Screw Conveyor</i>	51
Tabel 4.8 Neraca Panas di Reaktor Gelembung	51
Tabel 4.9 Neraca Panas di <i>Crystallizer</i>	52
Tabel 4.10 Kebutuhan Air Pendingin	62
Tabel 4.11 Kebutuhan Air Pembangkit Steam	62
Tabel 4.12 Kebutuhan Listrik Alat Proses	65
Tabel 4.13 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas	66
Tabel 4.14 Jadwal Kerja Shift Tiap Regu	100
Tabel 4.15 Penggolongan Jabatan	101
Tabel 4.16 Jumlah Karyawan Pada Masing - masing Bagian	102
Tabel 4.17 Perincian Golongan dan Gaji	104
Tabel 4.18 Indeks Harga Alat Pada Berbagai Tahun	110
Tabel 4.19 <i>Fixed Capital Investment</i>	116

Tabel 4.20 <i>Working Capital</i>	117
Tabel 4.21 <i>Manufacturing Cost</i>	117
Tabel 4.22 <i>General Expense</i>	118



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan <i>Vanillin</i> Di Indonesia	3
Gambar 4.1 Gambar <i>Lay Out</i> Pabrik	44
Gambar 4.2 Diagram Alir Kualitatif	53
Gambar 4.3 Diagram Alir Kuntitatif	54
Gambar 4.4 Grafik Indeks Harga	111
Gambar 4.5 Grafik <i>Profitability</i>	121

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

ABSTRACT

Vanillin is one of chemist industries component that most use in food flavor industries, beverages, and pharmaceutical in medic. Vanillin is the primarily component that aromatic vanilla compounds used in the flavouring food, candies, chocolate, etc. Vanillin used in parfume dan cosmetic to give a beautiful looks and flowerly. Vanillin industries designed with capacity 1.640 tons/years. The process are use Bubble Reactor at 130 °C with pressure 8 atm. The factory will operate continually for 24 hours/day and 330 days/year. This factory needs Isoeugenol 234,606 kg/hours, Natrium Hidroxyde 113,6136 kg/hours and Oxygen 45,776 kg/hours. The utility needs cool water 52.203,68 kg/hours, fuel oil 346,7525 m³/year and electrics 130 Kwh, employer needs 105 people. Vanillin industries will build in Subang West Java Province because it's close with the raw material. For the field are needed 15.000 m² including for extension. Fixed Capital will invest are Rp. 35.894.442.925,88, Working Capital Rp. 38.612.099.408,36, Percent Return On Investment (ROI) before tax 38,71 % and after tax 19,36 %, Pay Out Time (POT) before tax 2,05 year and after tax 3,41 year, Break Even Point (BEP) 53,65 %, Shut Down Point (SDP) 38,09 % and Discounted Cash Flow of Return 63,5 %. POT max after tax are 5 years and BEP 40% - 60% (Aries & Newton, 1955). Economily, Vanillin industries with capacity 1.640 tons/years is competent to be founded

الجامعة الإسلامية
البحرين

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia adalah salah satu negara berkembang di dunia. Seiring dengan perkembangannya, Indonesia semakin giat melakukan pembangunan di berbagai bidang, salah satunya adalah bidang industri, khususnya pembangunan pada bidang industri kimia. Perkembangan industri di Indonesia, khususnya industri kimia dari tahun ke tahun telah mengalami peningkatan baik kualitas maupun kuantitas, sehingga kebutuhan bahan baku maupun bahan pembantu mengalami peningkatan, salah satunya adalah *Vanillin*.

Vanillin adalah hasil oksidasi dari *Isoeugenol*. *Vanillin* adalah salah satu bahan industri kimia yang banyak digunakan dalam industri penyedap makanan, minuman, dan obat-obatan di bidang kesehatan. *Vanillin* merupakan komponen utama yang memiliki bau *Vanilla* tiruan yang digunakan secara luas untuk pemberian aroma pada makanan, permen, coklat dan sebagainya. *Vanillin* juga digunakan dalam parfum/pewangi dan kosmetika untuk memberikan kesan manis dan berbau bunga. (*Kimia Minyak Atsiri, UGM, 2004*)

Tujuan utama dari pendirian pabrik tersebut selain lebih meningkatkan devisa bagi negara, juga mampu membawa Indonesia menembus persaingan dunia

industri internasional. Dengan banyak berdirinya pabrik *Vanillin* akan memajukan perkembangan industri kimia di Indonesia khususnya dan di dunia pada umumnya. Selain mampu meningkatkan kebutuhan *Vanillin* di Indonesia, berdirinya pabrik ini juga mampu mengurangi jumlah pengangguran di Indonesia.

1.2 Kapasitas Perancangan

Dalam menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan didasarkan atas beberapa hal, antara lain sebagai berikut :

a. Proyeksi Kebutuhan dalam Negeri

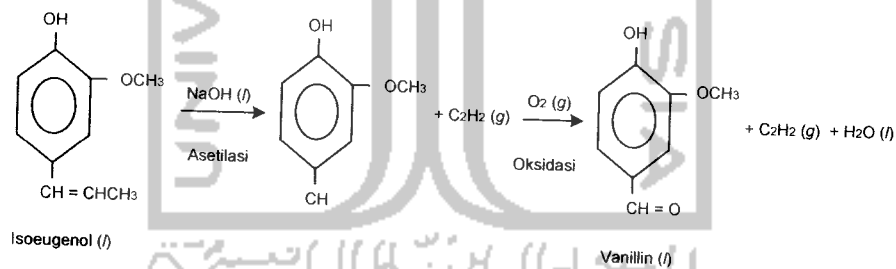
Data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam Statistik Perdagangan Indonesia tentang kebutuhan *Vanilin* di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat seperti yang terlihat pada tabel berikut :

Tabel 1. 1. Data perdagangan *Vanillin* periode tahun 2002-2005

Tahun	Import (Ton/Tahun)	Eksport (Ton/Tahun)
2002	69.137	13.896
2003	50.403	16.260
2004	163.625	34.128
2005	81.715	84.888

Sumber : BPS "Statistik Perdagangan Indonesia : Tahun 2002-2005"

Proses oksidasi *Isoeugenol* dibantu dengan katalis NaOH sebagai pembawa OH⁻, proses tersebut akan berlangsung dengan cara pelepasan C₂H₂ dan H⁺ dengan CH yang ada pada senyawa *Isoeugenol*, ini merupakan proses yang disebut asetilasi yaitu pembentukan senyawa asetilen dari proses yang ada. Pada saat itu oksidasi oksigen akan membentuk -CHO dan H₂O terbentuk dari H⁺ bebas. Produk akan mengkristal sempurna pada suhu kamar berwujud padatan kristal jarum putih dengan titik lebur 78 - 79°C. Kemurnian produk yang dihasilkan pada proses tersebut lebih baik karena pereaksi yang digunakan berupa fase gas. Reaksi pembentukan *Vanillin* dari oksidasi *Isoeugenol* dengan katalis NaOH berlangsung pada suhu 130 °C dengan tekanan 8 atm selama ± 3 jam. Reaksinya adalah sebagai berikut:



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan *Vanillin* dirancang berdasarkan variabel utama yaitu : spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu dan pengendalian kualitas.

2.1 SPESIFIKASI PRODUK

Vanillin

- Rumus Molekul : $C_8H_8O_3$
- Berat Molekul (BM) : 152 g/gmol
- Bentuk dan warna fisik : Kristal jarum, putih
- Fase : Padat
- Komposisi : *Vanillin* : 99.16 %
Isoeugenol : 0,42 %
Air : 0,42 %
- Densitas (ρ) : 1,056 g/cm³
- Kelarutan dalam air : 1 g/100 ml (25 °C)
- Titik Lebur : 78 – 79 °C
- Titik Didih : 285 °C
- Titik Nyala : 147 °C



2.2 SPESIFIKASI BAHAN BAKU

1) *Isoeugenol*

- Rumus Molekul : $C_{10}H_{12}O_2$
- Berat Molekul (BM) : 164 g/gmol
- Bentuk dan warna fisik : Cair, kuning terang
- Fase : Cair
- Komposisi : *Isoeugenol* : 99,5 %
Air : 0,5 %
- Viskositas (μ) : 3,97 cp
- Densitas (ρ) : 1,08 kg/liter
- Titik Lebur : $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Titik Didih : $266 - 268\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Titik Nyala : $112\text{ }^{\circ}\text{C}$

2) Oksigen

- Rumus Molekul : O_2
- Berat Molekul (BM) : 32 g/gmol
- Fase : gas
- Viskositas (μ) : 0,029 cp
- Densitas (ρ) : 1,18 kg/liter
- Titik Lebur : $-218,79\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Titik Didih : $-182,95\text{ }^{\circ}\text{C}$

2.3 SPESIFIKASI BAHAN PEMBANTU

Natrium Hidroksida

- Rumus Molekul : NaOH
- Berat Molekul (BM) : 40 g/gmol
- Fase : Cair
- Komposisi : NaOH : 30 %
Air : 70 %
- Viskositas (μ) : 83,5 cp
- Densitas (ρ) : 1,882 g/cm³
- Kelarutan dalam air : 111 g/100 ml (20°C)
- Titik lebur : 318 °C
- Titik didih : 1.390 °C
- Titik Nyala : *Non-flammable*

2.4 Pengendalian Kualitas

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang diperoleh. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Adapun parameter yang akan diukur adalah :

- 1) Kemurnian dari bahan baku *Isoeugenol* 95% dan NaOH 30 %
- 2) Kandungan di dalam bahan baku *Isoeugenol*, NaOH, dan Oksigen

- 3) Kadar air
- 4) Kadar zat pengotor

2.4.2 Pengendalian Kualitas Produk

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

- 1) Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor/analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

- 2) Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

- 3) Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 URAIAN PROSES

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

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

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

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

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

3.1.2 Tahap Reaksi

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

3.1.3 Tahap Pemisahan Produk

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

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

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

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

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

3.1.4 Tahap Pengemasan Produk

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

3.2 SPESIFIKASI ALAT PRODUK

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

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

2. Tangki Penyimpan NaOH (T-02)

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

3. Reaktor Gelembung (R)

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

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

4. Dekanter (DK)

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

Tekanan : 2 atm

Dimensi

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

Panjang : 60 ft (17,52 m)

Power : 0,05 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 17,112.00

8. Bucket Elevator (BE)

Tugas : Mengangkut *Vanillin* menuju *Silo*

Jenis : *Spaced bucket centrifugal discharge elevator*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Dimensi

Ukuran *bucket* : 6 x 4 x 4 1/4 in³

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

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

Kecepatan *bucket* : 43 Rpm

Power *bucket* : 2 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 14,986.35

Dimensi

Diameter : 2,1603 m

Tinggi : 6,071 m

Tebal *shell* : 0,25 in

Jumlah : 2 buah

Harga : US\$ 23,808.11

11. Cooler (CL-01)

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

100°C

Jenis : *Double pipe Exchanger*

Aliran fluida

Fluida panas : Produk hasil Reaktor

Fluida dingin : Air

Spesifikasi Annulus

◆ IPS : 2 in

◆ ID : 2,067 in

◆ OD : 2,38 in

◆ Aa : 0,0083 ft²

Spesifikasi Inner pipe

◆ IPS : 1,25 in

◆ ID : 1,38 in

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

12. Cooler (CL-02)

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

Spesifikasi Annulus

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

Spesifikasi Inner pipe

- ◆ IPS : 1,25 in
- ◆ ID : 1,38 in

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

13. *Heater (HE-01)*

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

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

Spesifikasi Inner pipe

- ◆ IPS : 1,25 in
- ◆ ID : 1,38 in

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

14. *Heater (HE-02)*

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

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

15. *Expander Valve (EV-01)*

Fungsi	: Menurunkan tekanan cairan dari Reaktor ke Dekanter dari 8 atm menjadi 5 atm
Pipa Standar dengan spesifikasi :	
Di	: 0,6376 in
NPS	: 0,75 in
<i>Sch N</i>	: 40
OD	: 1,05 in
A't	: 0,0037 ft ²
<i>Gate valve</i>	: $\frac{3}{4}$ closed
Jumlah <i>valve</i>	: 8 buah
Harga	: US\$ 2,151.23

16. *Expander Valve (EV-02)*

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

Pipa Standar dengan spesifikasi:

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

17. Kompresor (K)

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

Harga : US\$ 20,832.10

18. Saringan Udara (SU-01)

Fungsi : Menyaring udara sebelum digunakan dalam Reaktor

Jenis : *Bag Filter*

Kapasitas : 217,98 kg/jam

Spesifikasi *bag*

Diameter : 10 in

Panjang *bag* : 12 ft

Harga : US\$ 1,001.22

19. Saringan Udara (SU-02)

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

Jenis : *Bag Filter*

Kapasitas : 217,98 kg/jam

Spesifikasi *bag*

Diameter : 10 in

Panjang *bag* : 12 ft

Harga : US\$ 1.001.22

20. Blower (BW)

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

21. Pompa (P-01)

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

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

22. Pompa (P-02)

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

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

23. Pompa (P-03)

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

Jenis : *Centrifugal pumps*

Tipe : *Radial Flow Impeller*

Bahan konstruksi : *Comercial steel*

Kapasitas : 0,9724 gpm

Ukuran pipa

Diameter luar : 0,84 in

Diameter dalam : 0,622 in

Luas penampang : 0,3039 in²

Putaran : 3500 rpm

Putaran spesifik pompa : 51,18 rpm

Total *head* : 274,4226 ft

BHP : 0,0049

Digunakan motor standar : 0,05 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 3932,59

24. Pompa (P-04)

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

25. Pompa (P-05)

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

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

26. Pompa (P-06)

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

Ukuran pipa

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

27. Pompa (P-07)

Fungsi : Mengalirkan cairan fase berat dari Dekanter kembali ke Reaktor

Jenis : *Centrifugal pumps*

Tipe : *Radial Flow Impeller*

Bahan konstruksi : *Comercial steel*

Kapasitas : 1,3463 gpm

Ukuran pipa

Diameter luar : 0,84 in

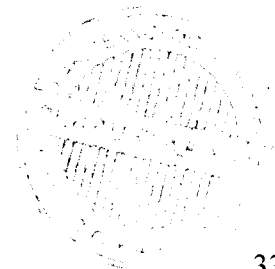
Diameter dalam : 0,6220 in

Luas penampang : 0,3039 in²

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

28. Pompa (P-08)

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



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

3.3 PERANCANGAN PRODUKSI

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

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

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

Ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu :

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

2. Kemampuan Pabrik

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

a. Material (bahan baku)

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

b. Manusia (tenaga kerja)

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

c. Mesin (peralatan)

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

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 LOKASI PABRIK

Lokasi pabrik sangat menentukan kelayakan ekonomis pabrik setelah beroperasi. Untuk itu pemilihan lokasi yang tepat sangat diperlukan sejak tahap perancangan dengan memperhatikan berbagai macam pertimbangan. Pertimbangan utama yaitu lokasi yang dipilih harus memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum, dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik di masa yang akan datang dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik.

Pabrik *Vanillin* dengan kapasitas 1.640 ton/tahun direncanakan akan didirikan di daerah Subang, Provinsi Jawa Barat. Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik ini antara lain :

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

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

1. Ketersediaan bahan baku (*raw material oriented*).

Kebutuhan bahan baku merupakan kebutuhan paling dasar yang berkaitan langsung dengan proses produksi. Bahan baku untuk membuat *Vanillin* adalah *Isoeugenol* dan Natrium Hidroksida yang diperoleh dari perusahaan - perusahaan yang terdapat di Jakarta dan sekitarnya serta Oksigen yang diambil dari lingkungan sekitar.

2. Pemasaran (*market oriented*).

Vanillin banyak dibutuhkan pada industri makanan, minuman dan farmasi. Industri - industri yang membutuhkan *Vanillin* baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan pembantu banyak terdapat di daerah Jawa Barat dan Jawa Tengah. Dekatnya lokasi pabrik *Vanillin* dengan mitra pabrik dan konsumen menjadikan distribusi bahan baku dan produk relatif mudah.

3. Ketersediaan tenaga kerja.

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik. Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas. Dengan lokasi pabrik yang berjarak cukup dekat dengan Ibukota Provinsi maupun Negara, sehingga dapat diperkirakan tenaga kerja yang tersedia cukup banyak.

4. Tersedianya lahan dan energi.

Lokasi yang dipilih merupakan kawasan yang cukup untuk mendirikan pabrik *Vanillin* karena masih tersedia lahan yang cukup luas. Selain itu tersedianya sumber air yang cukup banyak serta sarana dan prasarana transportasi dan listrik yang memadai.

5. Transportasi

Lokasi pabrik harus mudah dicapai sehingga mudah dalam pengiriman bahan baku dan penyaluran produk, terdapat transportasi yang lancar baik darat dan laut.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

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

1. Perluasan Areal Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan yang cukup jauh dari kepadatan penduduk, sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal - hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- a. Segi keamanan kerja terpenuhi.
- b. Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- c. Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.
- d. Transportasi yang baik dan efisien.

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2 TATA LETAK PABRIK

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat proses produksi, utilitas, tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan dan tempat penyimpanan bahan baku dan produk. Ditinjau dari segi hubungan yang satu dengan yang lain tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik dapat efisien dan proses produksi serta distribusi dapat dijamin kelancarannya.

Dalam penentuan tata letak pabrik harus diperhatikan penempatan alat-alat produksi sehingga keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi. Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lain

amat tinggi, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan di atas peralatan yang lain, ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat namun tetap memberikan kenyamanan kepada para pekerjanya.

4. Bangunan

Bangunan yang ada secara fisik harus memenuhi standar dan perlengkapan yang menyertainya seperti ventilasi, instalasi, dan lain - lainnya tersedia dan memenuhi syarat.

5. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, steam, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses di tata sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah menjangkaunya dan dapat terjalin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

6. Jaringan jalan raya

Untuk pengangkutan bahan, keperluan perbaikan, pemeliharaan dan keselamatan kerja, maka diantara daerah proses dibuat jalan yang cukup untuk memudahkan mobil keluar masuk, sehingga bila terjadi suatu bencana maka tidak akan mengalami kesulitan dalam menanggulangnya.

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :

1) Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung.

Areal ini terdiri dari :

- Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.

- Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.
 - Fasilitas – fasilitas bagi karyawan seperti : poliklinik, kantin, aula dan masjid.
- 2) Daerah proses dan perluasan.
- Merupakan lokasi alat - alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan perluasannya.
- 3) Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.
- 4) Daerah utilitas dan pemadam kebakaran
- Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.
- Dalam uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dari pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :
- a) Mengadakan integrasi terhadap semua faktor yang mempengaruhi produk.
 - b) Mengalirkan kerja dalam pabrik sesuai dengan jalannya diagram alir proses.
 - c) Mengerjakan perpindahan bahan sesedikit mungkin.
 - d) Menggunakan seluruh areal secara efektif.
 - e) Menjamin keselamatan dan kenyamanan karyawan.
 - f) Mengadakan pengaturan alat - alat produksi yang fleksibel.

Tabel 4.1. Perincian luas tanah bangunan pabrik

No.	lokasi	Luas
		m ²
1	Kantor utama	1000
2	Keamanan/satpam	50
3	Parkir	200
4	Parkir Truk	400
5	Kantor teknik dan produksi	400
6	Klinik	225
7	Masjid	400
8	Kantin	225
9	Bengkel	400
10	Unit pemadam kebakaran	400
11	Gudang alat	400
12	Gudang bahan kimia	225
13	Laboratorium	225
14	Unit utilitas	1200
15	Unit proses	3000
16	Tangki bahan baku	200
17	Tangki produk	200
18	jalan dan taman	2500
19	Area perluasan	3350
Luas Tanah		15000

4.3 TATA LETAK ALAT PROSES

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan alat - alat proses produksi, yaitu aliran bahan baku dan produk : lalu lintas alat berat dan jarak antar alat proses. Tujuannya agar kelancaran produksi dapat terjaga, penggunaan lahan yang efektif, keamanan dan keselamatan yang terjaga dan pada akhirnya akan dapat menekan biaya produksi dan meningkatkan keuntungan.

Dalam perancangan tata letak peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu juga diperhatikan penempatan pipa, dimana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Aliran udara

Kelancaran aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Di samping itu juga perlu diperhatikan arah hembusan angin.

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat - tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi.

4. Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata letak alat proses

Dalam menempatkan alat - alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dengan tetap menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan pada alat - alat proses lainnya.

7. *Maintenance*

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi bahan baku yang diharapkan. Perawatan *preventif* dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan

kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat - alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat - alat memproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan. Perawatan alat - alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap - tiap alat. Perawatan tiap alat meliputi :

a. *Over head* 1 x 1 tahun

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

b. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian - bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Adapun faktor - faktor yang mempengaruhi *maintenance* adalah :

◆ Umur alat

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

◆ Bahan baku

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

Tata letak alat proses harus harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan.
- c. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya kapital yang tidak penting.
- d. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.
- e. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja.

4.4 ALIR PROSES DAN MATERIAL

Berdasarkan kapasitas yang ada maka di peroleh neraca massa dan neraca panas baik produk maupun bahan baku. Sehingga kita dapat menentukan alat - alat apa yang akan kita gunakan dalam pendirian pabrik, selain dari sifat - sifat kimia dan fisik produk dan bahan baku. Perhitungan neraca massa dan neraca panas juga merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan alat proses yang digunakan sesuai dengan bahan bakunya agar proses berjalan lancar.

4.4.1 Perhitungan Neraca Massa

a. Neraca massa overall

Tabel 4.2. Neraca massa overall

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
<i>Isoeugenol</i>	234,6060	11,7260
NaOH	113,6136	113,6136
H ₂ O	266,2773	290,7410
O ₂	45,7760	2,2880
N ₂	172,2049	172,2049
<i>Vanillin</i>		206,5701
C ₂ H ₂		35,3340
TOTAL	832,4778	832,4776

b. Neraca massa per alat

1. Reaktor Gelembung (R)

Tabel 4.3. Neraca massa Reaktor Gelembung

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
<i>Isoeugenol (pure)</i>	223,7549		11,7260
<i>Isoeugenol (recycle)</i>	10,8511		
H ₂ O (<i>pure</i>)	1,1244		290,7410
H ₂ O (<i>recycle</i>)	265,1529		
N ₂	172,2049	172,2049	
O ₂	45,776	2,2880	

NaOH	113,6136		113,6136
C ₂ H ₂		35,3340	
<i>Vanillin</i>			206,5701
TOTAL	832,4778	209,8269	622,6507

2. Dekanter (DK)

Tabel 4.4. Neraca massa Dekanter

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar	Keluar
		(kg/jam) Atas	(kg/jam) Bawah
<i>Vanillin</i>	206,5701	206,5701	
<i>Isoeugenol</i>	11,7260	11,7260	
NaOH	113,6136		113,6136
H ₂ O	290,7413	25,6426	265,0984
TOTAL	622,6507	243,9387	378,712

3. *Crystallizer* (CR)

Tabel 4.5. Neraca massa *Crystallizer*

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
<i>Vanillin</i>	206,5701	206,5701
<i>Isoeugenol</i>	11,7260	11,7260
H ₂ O	25,6426	25,6426
TOTAL	243,9387	243,9387

4. *Centrifuge* (CF)

Tabel 4.6. Neraca massa *Centrifuge*

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
<i>Vanillin</i>	206,5701	206,5701	
<i>Isoeugenol</i>	11,7260	0,8749	10,8511
H ₂ O	25,6426	25,5881	0,0545
TOTAL	243,9387	233,0331	10,9056

5. *Screw Conveyor* (SC)

Tabel 4.7. Neraca massa *Screw Conveyor*

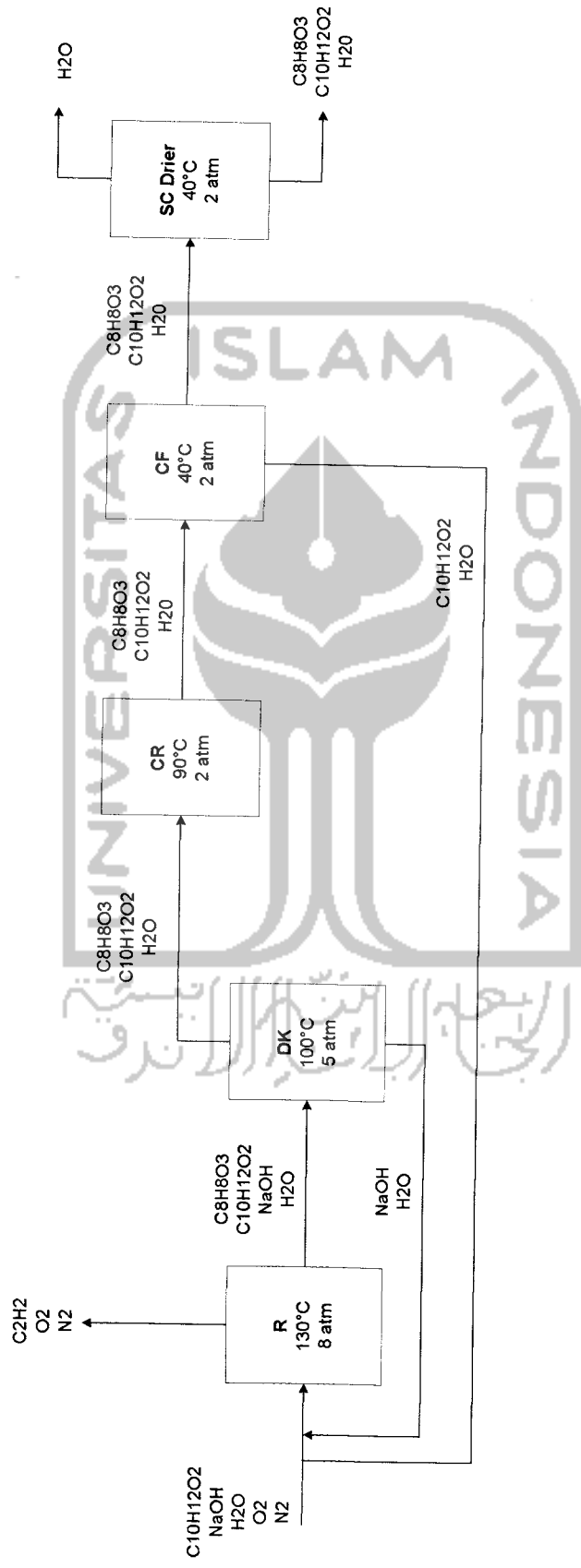
Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
<i>Isoeugenol</i>	0,8749		0,8749
H ₂ O	25,5881	24,7132	0,8749
<i>Vanillin</i>	206,5701		206,5701
TOTAL	233,0331	24,7132	208,32

4.4.2 **Perhitungan Neraca Panas**

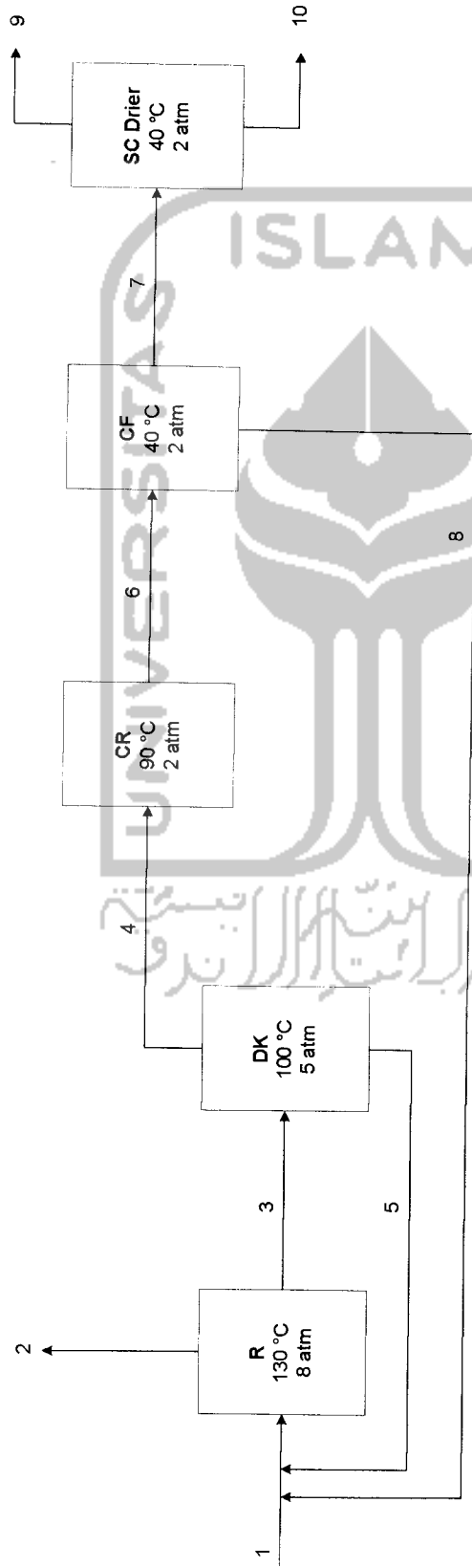
1. Reaktor Gelembung (R)

Tabel 4.8. Neraca panas Reaktor Gelembung

Masuk (kcal/jam)		Keluar (kcal/jam)	
Q 1	= 53958,3319	Q 2	= 54729,4615
Panas Reaksi	= 2914,2629		
Q total	= 56872,5948	Q Keluar	= 54729,4615



Gambar 4.2. Diagram Alir Kualitatif Produksi Vanillin 1.640 ton/tahun



Senyawa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C10H12O2	223,7509		11,726	11,726		11,726	0,8749	10,8511		0,8749
O2	45,776	2,288								
NaOH	113,6136		113,6136		113,3163					
H2O	266,2228		290,741	25,6426	265,0984	25,6426	25,5881	0,0545	24,7132	0,8749
C8H8O3			206,5701	206,5701	206,5701	206,5701	206,5701			206,5701
C2H2		35,334								
N2	172,2049	172,2049								
Jumlah	821,5682	209,8269	622,6507	243,9387	378,4147	243,9387	233,0331	10,9056	24,7132	208,3199

Gambar 4.3. Diagram Alir Kuantitatif Produksi Vanillin 1.640 ton/tahun

1) Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor - faktor berikut :

- a) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b) Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c) Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- d) Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- e) Tidak terdekomposisi.

2) Air Umpan *Boiler* (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut :

- a) Zat - zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas - gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 . O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- b) Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam - garam karbonat dan *silica*.

- c) Zat yang menyebabkan *foaming*.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat - zat organik yang tak larut

dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

3) Air sanitasi.

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a) Syarat fisika, meliputi:

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

b) Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik
- Tidak mengandung bakteri, terutama bakteri yang patogen.

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air meliputi :

a. Penyaringan Awal (*Screening*)

Bertujuan untuk memisahkan partikel-partikel yang besar dari air sebelum masuk ke peralatan dengan tujuan untuk melindungi peralatan dari benda organik seperti plastik bekas, kayu, ranting dan sebagainya. Selain itu adanya proses *screening* dapat mencegah terjadinya kebuntuan sistem pipa dan kerusakan pompa.

b. Proses Pengendapan Awal (Sedimentasi)

Sedimentasi merupakan proses pengendapan partikel - partikel padat yang terdapat didalam air yang menyebabkan kekeruhan berupa lumpur atau zat padat lainnya.

Tujuan sedimentasi antara lain untuk mengurangi kekeruhan, kasadahan dan menghemat bahan kimia yang digunakan untuk pemurnian air

c. Proses Koagulasi

Bertujuan untuk mengurangi *turbidity* (kekeruhan) air. Proses koagulasi dilakukan dengan penambahan tawas atau *Poly Aluminium Chlorida* (PAC) .

Reaksi yang terjadi adalah :



Tawas yang terhidrolisa akan membentuk endapan $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang disebut flok dan akan mengendap.

Faktor koagulasi adalah :

- a. Macam dan dosis bahan
- b. Suhu
- c. Derajat Keasaman
- d. Pengadukan
- e. Pemberian waktu untuk mengumpal

d. *Clarifier*

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* akan terjadi proses terbentuknya inti flok-flok (endapan lumpur) karena adanya penambahan bahan koagulan

Adapun tahap - tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

1) *Kation Exchanger*

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

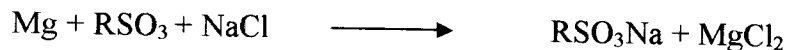
Sehingga air yang keluar dari *kation tower* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan Natrium Hidroksida.

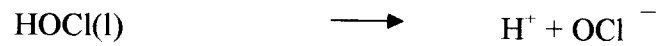
Reaksi:



2) *Anion Exchanger*

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

Reaksi:



Kebutuhan air dapat dibagi menjadi :

- a. Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.10. Kebutuhan air pendingin

No.	Nama alat	Kode alat	kg/jam
1.	<i>Crystallizer</i>	CR	2.584,880
2.	<i>Cooler 1</i>	CL-01	1.646,701
3.	<i>Cooler 2</i>	CL-02	162,666
Jumlah			4.394,250

Air pendingin dimanfaatkan kembali untuk kebutuhan steam, air untuk keperluan umum dan lain – lain dikarenakan jumlah yang ada telah mencukupi. Faktor keamanan yang diperlukan 25 %, sehingga :

$$\text{kebutuhan air pendingin} = 125 \% \times 4.394,25 \text{ kg/jam} = 5.492,811 \text{ kg/jam}$$

- b. Kebutuhan air pembangkit *steam*.

Tabel 4.11. Kebutuhan air pembangkit *steam*.

No.	Nama alat	Kode alat	Power (Hp)
1.	<i>Heater 1</i>	HE-01	25,1351
2.	<i>Heater 2</i>	HE-02	368,9910
Jumlah			394,1261

Air pembangkit steam 80% dimanfaatkan untuk air keperluan umum, faktor keamanan yang diperlukan 25%, sehingga ;

$$\text{Kebutuhan steam} = 125 \% \times 394,1261 \text{ kg/jam} = 492,6576 \text{ kg/jam}$$

c. Air untuk keperluan umum

Air untuk keperluan umum adalah = air pendingin – air *steam* + 80% air *steam*, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air} &= (5.492,811 - 492,6576 + (0,8 \times 492,6576)) \text{ kg/jam} \\ &= 5.384,28 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan air total adalah sebesar kebutuhan air untuk pendinginan yaitu 5.492,811 kg/jam. Untuk menjaga adanya kebocoran pada saat distribusinya maka make up air diletakkan 20%, sehingga air yang harus diambil dari sungai sebanyak = 120 % x 5.492,811 kg/jam = 6.591,374 kg/jam

4.5.2 Unit Pembangkit *Steam*

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*Boiler*) dengan spesifikasi:

Kapasitas : 492,6576 kg/jam

Tekanan : 118 psi

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Kebutuhan *steam* pada pabrik *Vanillin* digunakan untuk alat-alat penukar panas. Untuk memenuhi kebutuhan ini digunakan *Boiler* dengan jenis *boiling feed water boiler* pipa api (*fire tube boiler*), karena memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Air umpan tidak perlu terlalu bersih karena berada di luar pipa.
- Tidak memerlukan plat tebal untuk *shell*, sehingga harganya lebih murah.
- Tidak memerlukan tembok dan batu tahan api.

- Pemasangannya murah.
- Memerlukan ruang dengan ketinggian yang rendah.
- Beroperasi dengan baik pada beban yang naik turun.

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve system* dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar *silica*, O_2 , Ca, Mg yang mungkin masih terikut, dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *Boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 100 - 102⁰C, kemudian diumpankan ke *Boiler*.

Di dalam *Boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding - dinding dan pipa - pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.5.3 Unit Pembangkit Listrik

Energi listrik sebesar ini diperoleh dengan membeli dari PLN, namun juga disediakan *generator diesel* untuk cadangan jika sewaktu-waktu listrik padam atau pasokan listrik kurang.

Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :

- Kapasitas : 175 KWatt
- Jenis : *Generator diesel*

Prinsip kerja dari *generator diesel* ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan *generator* yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari - hari digunakan tenaga listrik untuk penerangan dan diesel untuk penggerak alat proses. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari *diesel* 100 %.

Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi :

- a. Listrik untuk keperluan proses

- ◆ Peralatan proses

Tabel 4.12. Kebutuhan listrik alat proses

No.	Nama alat	Kode alat	Power (Hp)
1.	Reaktor	R	7,5
2.	<i>Crystallizer</i>	CR	0,1
3.	<i>Centrifuge</i>	CF	0,05
4.	<i>Screw Conveyer</i>	SC	0,05
5.	<i>Bucket Elevator</i>	BE	2

5.	Kompresor	K	20
7.	<i>Blower</i>	BW	30
8.	Pompa- 01	P -01	0,05
9.	Pompa- 02	P -02	0,05
10.	Pompa- 03	P -03	0,083
11.	Pompa- 04	P -04	0,05
12.	Pompa- 05	P -05	0,05
13.	Pompa- 06	P -06	0,05
14.	Pompa- 07	P -07	0,05
15.	Pompa- 06	P -08	0,5
Jumlah			60,133

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses = 37,4167 Hp.

◆ Peralatan utilitas

Tabel 4.13. Kebutuhan listrik untuk utilitas

No.	Nama alat	Kode alat	Power (Hp)
1.	Pompa- 01	PU -01	0,33
2.	Pompa- 02	PU -02	0,25
3.	Pompa- 03	PU -03	0,17
4.	Pompa- 04	PU -04	0,05
5.	Pompa- 05	PU -05	0,05
6.	Pompa- 06	PU -06	0,05
7.	<i>Blower</i>	BWU	4
8.	Kompresor	KU	30
9.	Tangki Flokulator	TU -01	1
10.	Tangki Desinfektan	TU -02	0,75
11.	<i>Deaerator</i>	TU -03	0,05
Jumlah			36,7

Kebutuhan listrik untuk utilitas = 79,3050 Hp

4.5.5 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 400 kg/jam.

4.5.6 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

1. Bak Pengendap Awal (BU-01)

Fungsi	: Menampung dan menyediakan air serta mengendapkan kotoran dan material berat lainnya.
Kapasitas	: 31,6386 m ³
Jenis	: Bak persegi panjang yang diperkuat beton bertulang.
Dimensi	: Tinggi = 2 m Lebar = 2,8124 m Panjang = 5,6248 m
Harga	: Rp. 9.491.580

2. Tangki Koagulator (TU-01)

Fungsi	: Melarutkan dan membuat campuran yang akan diumpangkan ke dalam <i>clarifier</i> .
Jenis	: Silinder tegak berpengaduk
Kapasitas	: 60,8191 m ³
Tinggi	: 1,8856 m
Volume	: 1,3156 m ³
Diameter	: 0,9428 m

Jenis pengaduk : *Marine propeller 3 blade*
Power pengaduk : 1 Hp
Jumlah : 1
Harga : US\$ 16,261.79

3. **Clarifier (CLU)**

Fungsi : Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran yang bersifat koloid yang berasal dari bak pengendap awal (BU-01)

Jenis : Bak beton silinder tegak dengan *bottom* kerucut.

Kapasitas : 31,6386 m³

Waktu pengendapan : 4 jam.

Dimensi : Diameter = 4,1034 m
Tinggi *Clarifier* = 5,1292 m

Harga : Rp. 9.491.580

4. **Bak Saringan Pasir (SPU)**

Fungsi : Menyaring koloid - koloid yang lolos dari *clarifer*.

Jenis : Bak empat persegi panjang.

Kapasitas : 7,0571 m³

Debit aliran : 223,1554 gpm

Tinggi : 1 m

Tinggi lapisan pasir : 0,8128 m

Panjang : 0,4644 m
Lebar : 0,4644 m
Ukuran pasir rata-rata : 28 *mesh*
Jumlah : 1
Harga : Rp. 64.710,00

5. Bak Penampung air bersih (BU-02)

Fungsi : Menampung air bersih yang keluar dari bak saringan pasir.
Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang
Volume : 94,9158 m³
Panjang : 7,9547 m
Tinggi : 3 m
Lebar : 3,9773 m
Jumlah : 1
Harga : Rp. 23.728.950,00

6. Tangki Desinfektan (TU-02)

Fungsi : Tempat klorinasi dengan maksud membunuh bakteri yang dipergunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga
Jenis : Silinder tegak berpengaduk
Kapasitas : 60,8191 m³

Tinggi : 2,0203 m
Volume : 1,6183 m³
Diameter : 1,0101 m
Jenis pengaduk : *Marine propeller 3 blade*
Power pengaduk : 0,75 Hp
Jumlah : 1
Harga : US\$ 18,174.94

7. **Bak Penampung Air Keperluan Umum (BU-03)**

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan kantor dan rumah tangga.
Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang
Volume : 27,6 m³
Tinggi : 4 m
Panjang : 8,8135 m
Lebar : 4,4067 m
Jumlah : 1
Harga : Rp. 38.838.810

8. **Kation Exchanger**

Fungsi : Menurunkan kesadahan air umpan *Boiler* yang disebabkan oleh kation- kation seperti Ca dan Mg.
Jenis : Silinder tegak

Tinggi : 0,7620 m
Volume : 0,0512 m³
Diameter : 0,2925 m
Jumlah : 2
Harga : US\$ 4,464.02

9. Anion Exchanger

Fungsi : Menurunkan kesadahan air umpan *boiler* yang disebabkan oleh anion - anion seperti Cl, SO₄, dan NO₃.
Jenis : Silinder tegak
Tinggi : 0,7620 m
Volume : 0,0512 m³
Diameter : 0,2925 m
Jumlah : 2
Harga : US\$ 4,464.02

10. Tangki Deaerator (TU-03)

Fungsi : Membebaskan gas CO₂ dan O₂ dari air yang telah dilunakkan dalam anion dan kation *exchanger* dengan larutan Na₂SO₃ dan larutan N₂H₄
Jenis : Bak Silinder tegak berpengaduk
Tinggi : 0,9098 m

Volume : 0,1478 m³
Diameter : 0,4549 m
Jenis pengaduk : *Marine propeller 3 blade*
Power pengaduk : 0,05 Hp
Jumlah : 1
Harga : US\$ 5,101.74

11. Tangki Tawas (TU-04)

Fungsi : Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan di kantor dan rumah tangga
Jenis : Tangki Silinder tegak
Kebutuhan air : 2,2012 kg/jam
Kebutuhan kaporit : 0,1159 kg/jam
Tinggi : 1,3343 m
Volume : 0,4662 m³
Diameter : 0,6671 m
Jumlah : 1
Harga : US\$ 2,246.89

12. Tangki Larutan Kaporit (TU-05)

Fungsi : Membuat larutan klorin untuk dicampurkan ke dalam tangki desinfektan

Jenis : Tangki Silinder tegak
Kebutuhan air : 0,7687 kg/jam
Kadar Cl₂ dalam kaporit : 75 %
Kebutuhan kaporit : 0,0405 kg/jam
Tinggi : 0,9396 m
Volume : 0,1628 m³
Diameter : 0,4698 m
Jumlah : 1
Harga : US\$ 1,194.66

13. Tangki Larutan NaCl (TU-06)

Fungsi : Membuat larutan NaCl jenuh yang akan di gunakan untuk meregenerasi kation *exchanger*.
Jenis : Tangki Silinder tegak
Kebutuhan NaCl : 73,794 kg/waktu siklus (14 jam)
Tinggi : 1,7595 m
Volume : 1,0690 m³
Diameter : 0,8797 m
Jumlah : 1
Harga : US\$ 3,698,76

14. Tangki Larutan NaOH (TU-07)

Fungsi : Membuat larutan NaOH jenuh yang akan di gunakan untuk meregenerasi anion *exchanger*.

Jenis : Tangki Silinder tegak

Kebutuhan NaOH : 20,4983 kg/waktu siklus (4 jam)

Tinggi : 1,7149 m

Volume : 0,9898 m³

Diameter : 0,8575 m

Jumlah : 1

Harga : US\$ 3,529.76

15. Tangki Larutan Na₂SO₄ (TU-08)

Fungsi : Melarutkan Na₂SO₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses

Jenis : Tangki Silinder tegak

Kebutuhan Na₂SO₄ : 0,0148 kg/jam

Tinggi : 1,0910 m

Volume : 0,2549 m³

Diameter : 0,5455 m

Jumlah : 1

Harga : US\$ 1,564,53

16. Tangki Penampung N₂H₄ (TU-09)

Fungsi : Melarutkan Na₂H₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses

Jenis : Tangki Silinder tegak

Kebutuhan Na₂H₄ : 0,0148 kg/jam

Tinggi : 1,0910 m

Volume : 0,2549 m³

Diameter : 0,5455 m

Jumlah : 1

Harga : US\$ 1,564,53

17. Tangki Bahan Bakar Generator

Fungsi : Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan generator selama 2 hari

Jenis : Tangki Silinder tegak

Tinggi : 0,4579 m

Volume : 0,536 m³

Diameter : 1,221 m

Harga : US\$ 1,347.00

18. Boiler (BU)

Fungsi : Memproduksi steam pada suhu 160 C dan tekanan 118 psi

Jenis : *Fire tube boiler*

Kebutuhan steam : 492,6576 kg/jam

Luas tranfer panas : 166,5678 ft²

Jumlah tube : 773 buah

Jumlah : 1

Harga : US\$ 21,503,82

19. Tangki Bahan Bakar Boiler

Fungsi : Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk *Boiler* selama 15 hari.

Jenis : Tangki silinder tegak.

Tinggi : 1,096 m

Volume : 7,3554 m³

Diameter : 2,9235 m

Jumlah : 1

Harga : US\$ 6,484.886

20. Pompa Utilitas – 01 (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air dari sungai ke dalam bak pengendap

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Jumlah : 1 buah
Harga : US\$ 5,845.74

22. Pompa Utilitas – 03 (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih menuju proses pendinginan

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Commercial steel*

Kapasitas : 6591,374 kg/jam

Kecepatan linier : 28,9934 gpm

Head pompa : 12,7166 ft

Tenaga pompa : 0,1332 Hp

Tenaga motor : 0,17 Hp

Putaran standar : 3500 rpm

Putaran spesifik : 2798,595 rpm

Jumlah : 1 buah
Harga : US\$ 5,845.74

23. Pompa Utilitas – 04 (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air dari anion *exchanger* menuju anion *exchanger*.

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Putaran standar : 3500 rpm
Putaran spesifik : 535,8721 rpm
Jumlah : 1 buah
Harga : US\$ 3,932.59

25. Pompa Utilitas – 06 (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari *Deaerator* untuk diumpankan ke dalam *Boiler*.
Jenis : *Centrifugal pump single stage*
Tipe : *Radial Flow Impeller*
Bahan : *Commercial steel*
Kapasitas : 492,6576 kg/jam
Kecepatan linier : 2,1670 gpm
Head pompa : 10,3813 ft
Tenaga pompa : 0,0081 Hp
Tenaga motor : 0,05 Hp
Putaran standar : 3500 rpm
Putaran spesifik : 890,869 rpm
Jumlah : 1 buah
Harga : US\$ 3,932.59

26. Blower (BWU)

Fungsi : Mengalirkan udara segar ke dalam *Boiler*.

Jenis : *Centrifugal blower*

Bahan : *Carbon steel*

Rasio tekanan : 1.1

Head : 1563,27 ft-lbf/lbm

Daya motor : 4 Hp

Jumlah : 1

Harga : US\$ 2,232.01

27. Kompresor (KU)

Fungsi : Menyediakan udara tekan 4 atm untuk kebutuhan alat instrumentasi dan kontrol.

Jenis : *Centrifugal Compressor*

Bahan : *Carbon steel*

Rasio tekanan : 4

Head : 27521,2 ft-lbf/lbm

Daya motor : 30 Hp

Jumlah : 1

Harga : US\$ 28,803.56

28. Saringan air

Fungsi : Menyaring partikel – partikel padat berukuran besar yang terbawa air sungai.

Bahan : Aluminium

Diameter lubang	: 1 cm
Panjang saringan	: 60 cm
Lebar saringan	: 60 cm
Harga	: US\$ 545.25

4.6 LABORATORIUM

4.6.1 Kegunaan Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan fungsinya yang lain adalah untuk pengendalian terhadap pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air.

Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Tugas laboratorium antara lain :

- ◆ Memeriksa bahan baku dan bahan pembantu yang akan digunakan
- ◆ Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
- ◆ Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi
- ◆ Memeriksa kadar zat - zat pada buangan pabrik yang dapat menyebabkan pencemaran agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

4.6.2 Program Kerja Laboratorium

Laboratorium berada di bawah bidang teknis dan produksi yang mempunyai tugas:

1. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan bahan tambahan lainnya yang digunakan.
2. Sebagai pengontrol kualitas produk yang akan dipasarkan
3. Sebagai pengontrol mutu air proses, air pendingin, air umpan boiler, steam, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.
4. Sebagai peneliti dan pelaku riset terhadap segala sesuatu yang berkenaan dengan pengembangan dan peningkatan mutu produk.
5. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi, baik polusi udara, cair maupun padatan.

Analisa untuk unit utilitas, meliputi :

- 1) Air lunak proses kapur dan air proses untuk penjernihan, yang dianalisa pH, silikat sebagai SiO_2 , Ca sebagai CaCO_3 , Sulfur sebagai SO_4^{2-} , *chlor* sebagai Cl_2 dan zat padat terlarut.
- 2) Penukar ion, yang dianalisa kesadahan CaCO_3 , silikat sebagai SiO_2 .
- 3) Air bebas mineral, analisa sama dengan penukar ion.
- 4) Air umpan *boiler*, yang dianalisa meliputi pH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut dalam Fe.
- 5) Air dalam *boiler*, yang dianalisa meliputi pH, jumlah zat padat terlarut, kadar Fe, Kadar CaCO_3 , SO_3 , PO_4 , SiO_2 .
- 6) Air minum, yang dianalisa meliputi pH, *chlor* sisa dan kekeruhan.

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik ini dibagi menjadi 3 bagian :

1. Laboratorium Pengamatan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua arus yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan “*Certificate of Quality*” untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium Analisa/Analitik

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, kadar air, dan bahan kimia yang digunakan (*additive*, bahan-bahan injeksi, dan lain-lain)

3. Laboratorium Penelitian, Pengembangan dan Perlindungan Lingkungan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap kualitas material terkait dalam proses yang digunakan untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal - hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk didalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan, dan pengurangan alat proses.

4.6.3 Alat Analisa Penting

Alat analisa yang digunakan :

1) *Water Content Tester*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air.

2) *Hydrometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur *Spesific gravity*.

3) *Viscometer batch*

Alat ini digunakan untuk mengukur viskositas.

4) *Portable Oxygen Tester*

Digunakan untuk menganalisa kandungan oksigen dalam cerobong asap.

5) *Infra – Red Spectrometer*

Digunakan untuk mengukur indeks bias.

4.7 KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

Bahan - bahan yang digunakan dalam pabrik cukup berbahaya, oleh karena itu diperlukan disiplin kerja yang baik. Kesalahan akan dapat mengakibatkan kecelakaan bagi manusia dan kerusakan peralatan pabrik, misal : sakit, kematian, kebakaran, keracunan dan ledakan. Untuk itu setiap karyawan pabrik diberikan perlengkapan pakaian kerja seperti helm, sarung tangan, masker dan lain - lain.

Penanganan keselamatan kerja tidak lepas dari rancangan dan pelaksanaan konstruksi. Untuk itu semua peralatan harus memenuhi standar rancang bangun. Keamanan kerja berkaitan erat dengan aktivitas suatu industri, maka perlu dipikirkan suatu sistem keamanan yang memadai, karena menyangkut keselamatan manusia, bahan baku, produk dan peralatan pabrik.

4.8 ORGANISASI PERUSAHAAN

4.8.1 Bentuk Perusahaan

Setiap organisasi perusahaan didirikan dengan tujuan untuk mempersatukan arah dan kepentingan semua unsur yang berkaitan dengan kepentingan perusahaan. Tujuan yang ingin dicapai adalah sebuah kondisi yang lebih baik dari sebelumnya. Faktor yang berpengaruh terhadap tercapainya tujuan yang diinginkan adalah kemampuan manajemen dan sifat-sifat dari tujuan itu sendiri.

Pabrik *Vanillin* ini direncanakan didirikan pada tahun 2013 dengan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Faktor-faktor yang mendasari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah :

- ◆ Modal mudah didapat, yaitu dari penjualan saham perusahaan kepada masyarakat.
- ◆ Dari segi hukum, kekayaan perusahaan jelas terpisah dari kekayaan pribadi pemegang saham.
- ◆ Kontinuitas perusahaan lebih terjamin karena perusahaan tidak tergantung pada satu pihak sebab kepemilikan dapat berganti.
- ◆ Efisiensi Manajemen para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan direksi yang cakap dan berpengalaman.
- ◆ Pemegang saham menanggung resiko perusahaan hanya sebatas sebesar dana yang disertakan di perusahaan.
- ◆ Lapangan usaha lebih luas. Dengan adanya penjualan saham, usaha dapat dikembangkan lebih luas.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas yaitu Perseroan Terbatas antara lain :

- ◆ Didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang - Undang Hukum dagang
- ◆ Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham - saham
- ◆ Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham.
- ◆ Pabrik dipimpin oleh seorang Direktur yang dipilih oleh para pemegang saham.
- ◆ Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direktur dengan memperhatikan hukum - hukum perburuhan.

4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan susunan yang terdiri dari fungsi - fungsi dan hubungan - hubungan yang menyatakan seluruh kegiatan untuk mencapai suatu sasaran. Secara fisik, struktur organisasi dapat dinyatakan dalam bentuk diagram yang memperlihatkan hubungan unit - unit organisasi dan garis - garis wewenang yang ada.

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah stuktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan dalam perusahaan tersebut, karena hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan, demi tercapainya hubungan kerja yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain perumusan tugas perusahaan dengan jelas,

pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Sistem struktur organisasi perusahaan ada tiga yaitu *line*, *line* dan *staff*, serta sistem fungsional. Dengan berpedoman terhadap asas - asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem *line/lini* dan *staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk staff ahli yang terdiri atas orang - orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang - orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line/lini* dan staf ini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan yang disebut lini dan orang - orang yang menjalankan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional dan disebut staf.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari - harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Direktur Bidang Produksi serta Direktur Bidang Keuangan dan Umum. Direktur Bidang membawahi beberapa Kepala Seksi, yang akan bertanggung jawab

membawahi seksi - seksi dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing - masing Kepala Seksi akan membawahi Koordinator Unit atau langsung membawahi karyawan. Unit koordinator untuk mengkoordinasi dan mengawasi karyawan yang ada di unitnya.

Manfaat adanya struktur organisasi pada perusahaan adalah sebagai berikut :

- ◆ Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembagian tugas, tanggungjawab, wewenang, dan lain-lain.
- ◆ Penempatan pegawai yang lebih tepat
- ◆ Penyusunan program pengembangan manajemen perusahaan akan lebih terarah
- ◆ Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- ◆ Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
- ◆ Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

4.8.3 Tugas dan Wewenang

4.8.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk PT adalah rapat umum pemegang saham (RUPS). Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham bertugas untuk :

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

4.8.3.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggungjawab terhadap pemilik saham. Tugas Dewan Komisaris meliputi:

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

4.8.3.3 Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggungjawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggungjawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain :

1. Melakukan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham.

2. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat untuk pemegang saham.
4. Mengkoordinasi kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Keuangan dan Umum, serta Personalia.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain :

1. Bertanggungjawab pada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

Tugas Direktur Keuangan dan Umum antara lain :

1. Bertanggungjawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum, K3 dan litbang serta pemasaran.
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

4.8.3.4 Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknis maupun administrasi. *Staff* ahli bertanggungjawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang *staff* ahli antara lain :

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
3. Memberikan saran dalam bidang hukum

4.8.3.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur bersama-sama dengan *staff* ahli. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing - masing.

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian membawahi :

- Seksi Proses
- Seksi Pengendalian
- Seksi Laboratorium dan Penelitian

b. Kepala Bagian Teknik

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang dibawahinya. Kepala bagian teknik membawahi :

- Seksi Pemeliharaan
- Seksi Utilitas

c. Kepala Bagian Pemasaran dan Pembelian

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

d. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

e. Kepala Bagian Umum

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Umum membawahi :

- Seksi Personalia
- Seksi Humas
- Seksi Keamanan

4.8.3.6 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing supaya diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggungjawab kepada kepala bagian sesuai dengan seksinya masing-masing.

a. Kepala Seksi Proses

Tugas Kepala Seksi Proses bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi.

Seksi Proses :

Tugas seksi proses antara lain :

- ◆ Mengawasi jalannya proses dan produksi dan
- ◆ Menjalankan tindakan sepenuhnya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

b. Kepala Seksi Pengendalian

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal kelancaran proses produksi yang berkaitan dengan keselamatan aktivitas produksi.

Seksi Pengendalian :

Tugas seksi Pengendalian antara lain :

- ◆ Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.
- ◆ Bertanggungjawab terhadap perencanaan dan pengawasan keselamatan proses, instalasi peralatan, karyawan, dan lingkungan (inspeksi).

c. Kepala Seksi Laboratorium dan Penelitian

Tugas Kepala Seksi Laboratorium dan Penelitian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal pengawasan dan analisa produksi serta mutu.

Seksi Laboratorium dan Penelitian:

Tugas seksi Laboratorium antara lain :

- ◆ Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu,
- ◆ Mengawasi dan menganalisa mutu produksi,
- ◆ Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik, dan
- ◆ Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.
- ◆ Melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk

d. Kepala Seksi Pemeliharaan

Tugas Kepala Seksi pemeliharaan bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam bidang pemeliharaan peralatan., inspeksi dan keselamatan proses dan lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada seksi operasi.

Seksi Pemeliharaan :

Tugas seksi Pemeliharaan antara lain :

- ◆ merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

e. Kepala Seksi Utilitas

Tugas kepala seksi penelitian adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam hal utilitas.

Seksi Utilitas :

Tugas seksi Utilitas antara lain :

- ◆ Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan tenaga kerja.

f. Kepala Seksi Personalia

Tugas Kepala Seksi Personalia bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal sumber daya manusia.

Seksi personalia :

Tugas seksi Personalia antara lain :

- ◆ Mengelola sumber daya manusia dan manajemen.
- ◆ Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya
- ◆ Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis, serta
- ◆ Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

g. Kepala Seksi Humas

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal hubungan masyarakat.

Seksi Humas :

Tugas seksi Humas antara lain :

- ◆ Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

h. Kepala Seksi Keamanan

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Umum yang menyangkut keamanan di sekitar pabrik.

Seksi Keamanan :

Tugas seksi Keamanan antara lain :

- ◆ Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- ◆ Mengawasi keluar masuknya orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik, serta
- ◆ Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

4.8.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada pabrik *Vanillin* ini sistem gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggungjawab dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan antara lain :

1). Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2). Karyawan Harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap - tiap akhir pekan.

3). Karyawan Borongan

Yaitu karyawan yang dikaryakan oleh pabrik bila diperlukan saja.

Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

4.8.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Jadwal kerja di perusahaan ini di bagi menjadi dua bagian, yaitu jadwal kerja kantor (jadwal *non shift*) dan jadwal kerja pabrik (jadwal *shift*).

4.8.5.1 Jadwal Non Shift

Jadwal ini berlaku untuk karyawan kantor (*office*). Dalam satu minggu jam kantor adalah 40 jam dengan perincian sebagai berikut :

- Kerja
 - Senin – Kamis : 08.00 – 16.00 WIB.
 - Jumat : 08.00 – 16.30 WIB
 - Sabtu : 08.00 – 13.00 WIB
- Istirahat
 - : 12.00 – 13.00 WIB.
 - Senin – Kamis : 12.00 – 13.00 WIB.
 - Jumat : 12.00 – 13.30 WIB

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan presensi dan masalah presensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

4.8.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.8.6.1 Penggolongan Jabatan

Tabel 4.15. Penggolongan jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
1.	Direktur Utama	S2 – Teknik Kimia
2.	Direktur Teknik dan Produksi	S2 – Teknik Kimia
3.	Direktur Keuangan dan Umum	S2 – Ekonomi
4.	Kepala Bagian Produksi & Utilitas	S1 – Teknik Kimia
5.	Kepala Bagian Teknik	S1 – Teknik Mesin/Elektro
6.	Kepala Bagian Personalia & Umum	S1 – Teknik Kimia
7.	Kepala Bagian Keuangan	S1 – Ekonomi
8.	Kepala Bagian Pemasaran	S1 – Ekonomi
9.	Staff Ahli	S1 – Teknik Kimia
10.	Kepala Seksi Proses	S1 – Teknik Kimia
11.	Kepala Seksi Pengendalian	S1 – Teknik Kimia
12.	Kepala Seksi Laboratorium dan Penelitian	S1 – Kimia Analis
13.	Kepala Seksi Pemeliharaan	S1 – Teknik Mesin
14.	Kepala Seksi Utilitas	S1 – Teknik Lingkungan
15.	Kepala Seksi Personalia	S1 – Psikologi
16.	Kepala Seksi Humas	S1 – Fisip
17.	Kepala Seksi Keamanan	SLTA
18.	Operator	D3 – Teknik Kimia

19.	Sekretaris	2
20.	Staf	25
21.	Dokter	1
22.	Perawat	4
23.	Sopir	2
24.	Peuruh dan <i>Cleaning Services</i>	5
25.	Keamanan	9
	Total	105

4.8.6.3 Sistem Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Penggolongan Gaji Berdasarkan Jabatan

Tabel 4.17. Perincian golongan dan gaji

No	Jabatan	Gaji/bulan (Rp)
1.	Direktur Utama	20.000.000
2.	Direktur Teknik dan Produksi	15.000.000
3.	Direktur Keuangan dan Umum	15.000.000
4.	Kepala Bagian Produksi & Utilitas	8.000.000
5.	Kepala Bagian Teknik	8.000.000
6.	Kepala Bagian Personalia & Umum	8.000.000
7.	Kepala Bagian Keuangan	8.000.000
8.	Kepala Bagian Pemasaran	8.000.000
9.	<i>Staff Ahli</i>	10.000.000
10.	Kepala Seksi Proses	6.000.000
11.	Kepala Seksi Pengendalian	6.000.000
12.	Kepala Seksi Laboratorium dan Penelitian	6.000.000
13.	Kepala Seksi Pemeliharaan	6.000.000
14.	Kepala Seksi Utilitas	6.000.000
15.	Kepala Seksi Personalia	6.000.000
16.	Kepala Seksi Humas	6.000.000
17.	Kepala Seksi Keamanan	6.000.000
18.	Operator	2.000.000
19.	Sekretaris	4.500.000
20.	Staf	2.500.000
21.	Dokter	5.000.000
22.	Perawat	2.000.000
23.	Sopir	1.000.000
24.	Peuruh dan <i>Cleaning Services</i>	1.000.000
25.	Keamanan	1.500.000

5. Kenaikan gaji dan promosi
 - a. Kenaikan gaji dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja dan lain-lain.
 - b. Promosi dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan pendidikan, prestasi kerja, dan lain-lain.
6. Hak cuti dan ijin
 - a. Cuti tahunan : setiap karyawan mendapatkan cuti setiap tahun selama 12 hari setelah tahun kelima mendapat tambahan 2 hari (total 20 hari)
 - b. Ijin tidak masuk kerja diatur dalam KKB yang ada.
7. Pakaian kerja dan sepatu. Setiap tahun mendapat jatah 2 bagian.

4.8.8 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor - faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan manajemen pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan akan diperoleh kualitas produk sesuai dengan rencana dan dalam waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindari

terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali. Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat segera diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.

4.8.8.1 Perencanaan Produksi

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

a) Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

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

Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :

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

b) Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

➤ **Material (bahan baku)**

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

➤ **Manusia (tenaga kerja)**

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

➤ **Mesin (peralatan)**

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

4.8.8.2 Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi disusun dan diproses, produksi dijalankan maka perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard an jumlah produksi yang sesuai dengan rencana

serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian kualitas, pengendalian kuantitas, dan pengendalian waktu.

4.9. ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik vanillin ini dibuat evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dengan metode:

1. *Return On Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow rate Of Return*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri atas:
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Production Investment*) yang terdiri atas:
 - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
3. Total Pendapatan.

4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat sekarang adalah:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton P.16, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

E_x = harga alat pada tahun X

E_y = harga alat pada tahun Y

N_x = nilai indeks tahun X

N_y = nilai indeks tahun Y

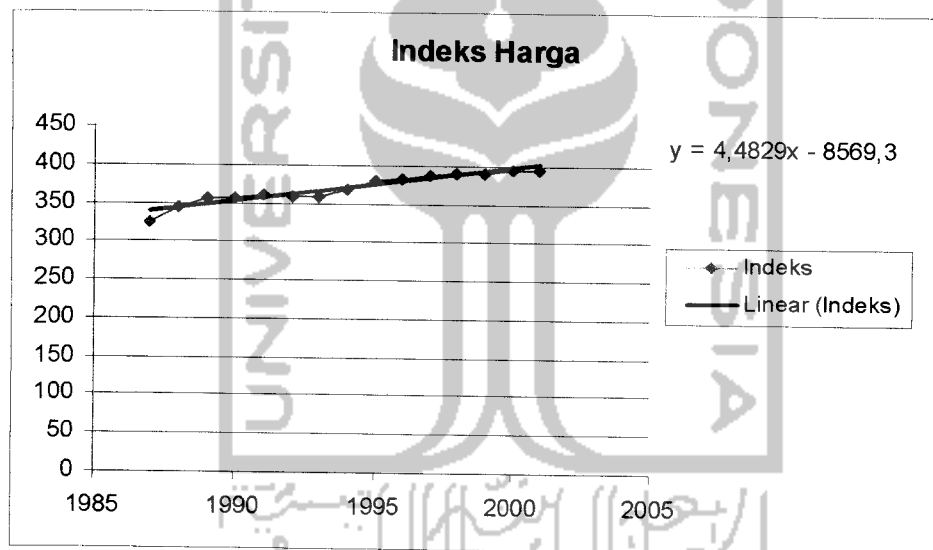
Jenis indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* dari Majalah "*Chemical Engineering*".

Table 4.18. Indeks harga alat pada berbagai tahun

Tahun	X (Tahun)	Y (Index)
1987	1	324
1988	2	343
1989	3	355
1990	4	356
1991	5	361,3
1992	6	358,2
1993	7	359,2
1994	8	368,1

1995	9	381,1
1996	10	381,7
1997	11	386,5
1998	12	389,5
1999	13	390,6
2000	14	394,1
2001	15	394,3

(Sumber: majalah "Chemical Engineering", Juli 2001)



Gambar 4.4. Grafik indeks harga

Untuk jenis alat yang sama tapi kapasitas berbeda, harga suatu alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan pendekatan sebagai berikut:

$$E_b = E_a \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^x$$

Dimana:

E_a = Harga alat dengan kapasitas diketahui.

E_b = Harga alat dengan kapasitas dicari.

4.9.3.2 Manufacturing Cost

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk.

- a. *Direct Cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.
- b. *Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.
- c. *Fixed Cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.
- d. *General Expenses* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi - fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

4.9.3.3 General Expense

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi - fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

4.9.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan.

4.9.4.1 *Percent Return On Investment (ROI)*

Return On Investment adalah biaya *fixed capital* yang kembali pertahun atau tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Pr ofit}}{FCI} \times 100\%$$

FCI = *Fixed Capital Investment*

4.9.4.2 *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan sebuah penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.

4.9.4.3 *Discounted Cash Flow of Return (DCFR)*

Evaluasi keuntungan dengan cara *discounted cash flow* uang tiap tahun berdasarkan investasi yng tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*present value*).

4.9.5 Hasil Perhitungan

4.9.5.1 Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

A. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Tabel 4.19. *Fixed Capital Investment*

No	Type of Capital Investment	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Delivered Equipment</i>	411,038.22	-
2	<i>Equipment Instalation</i>	45,035.49	651.942.358,58
3	<i>Piping</i>	181,750.38	753.808.352,00
4	<i>Instrumentation</i>	43,427.08	61.119.596,00
5	<i>Insulation</i>	11,616.30	101.865.994,00
6	<i>Electrical</i>	35,742.45	
7	<i>Buildings</i>	-	10.000.000.000,00
8	<i>Land and Yard Improvement</i>	-	3.000.000.000,00
9	<i>Utilities</i>	209,271.84	81.615.630,00
	<i>Physical Plant Cost</i>	964,250.01	15.058.528.516,72
10	<i>Engineering and Construction</i>	241,062.50	3.764.632.129,18
	<i>Direct Plant Cost</i>	1,205,312.51	18.823.160.645,90
11	<i>Contractor's Fee</i>	60,265.63	941.158.032,29
12	<i>Contingency</i>	180,796.88	2.823.474.096,88
	<i>Fixed Capital</i>	1,446,375.02	22.587.792.775,08

Kurs mata uang : \$ 1 = Rp. 9.200,00

Total *Fixed Capital Investment* dalam rupiah

$$= (\$1,446,375.02 \times \text{Rp. } 9.200 / \$ 1) + \text{Rp. } 22.587.792.775,08$$

$$= \text{Rp. } 35.894.442.925,88$$

B. Modal Kerja (*Working Capital*)

Tabel 4.20. *Working Capital*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	706,942.69	
2	<i>In Process Inventory</i>	7,072.40	4.393.042,48
3	<i>Product Inventory</i>	942,986.75	585.738.996,73
4	<i>Extended Credit</i>	1,469,166.67	31.500.000.000,00
5	<i>Available Cash</i>	942,986.75	585.738.996,73
	Total Working Capital	4,069,155.26	1.175.871.035,94

Kurs mata uang : \$ 1 = Rp. 9.200,00

Total *Working Capital* dalam rupiah

$$= (\$ 4,069,155.26 \times \text{Rp. } 9.200 / \$ 1) + \text{Rp. } 1.175.871.035,94$$

$$= \text{Rp. } 38.612.099.408,36$$

Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

A. *Manufacturing Cost*

Tabel 4.21. *Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Raw Materials</i>	8,483,312.26	-
2	<i>Labor Cost</i>	-	341.000.000,00
3	<i>Supervision</i>	-	68.200.000,00
4	<i>Maitenance</i>	-	23.870.000,00
5	<i>Plant Supplies</i>	-	3.580.500,00
6	<i>Royalties and Patents</i>	881,500.00	-
7	<i>Utilities</i>	-	3.195.454.400,00
	Direct Manufacturing Cost	9,364,812.26	3.632.104.900,00

1	<i>Payroll and Overhead</i>	-	68.200.000,00
2	<i>Laboratory</i>	-	51.150.000,00
3	<i>Plant Overhead</i>	-	341.000.000,00
4	<i>Packaging ang Shipping</i>	1,763,000.00	-
	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	1,763,000.00	460.350.000,00
1	<i>Depreciation</i>	144,637.51	2.258.779.227,51
2	<i>Property Taxes</i>	28,927.50	451.755.855,50
3	<i>Insurance</i>	14,463.75	225.877.927,75
	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	188,028.75	2.936.413.060,76
	<i>Total Manufacturing Cost</i>	11,315,841.01	7.028.867.960,76

Sehingga *Total Manufacturing Cost* :

Kurs mata uang : \$ 1 = Rp. 9.200,00

Total Manufacturing Cost dalam rupiah

$$= (\$ 11,315,841.01 \times \text{Rp. } 9.200 / \$ 1) + \text{Rp. } 7.028.867.960,76$$

$$= \text{Rp. } 111.134.605.280,36$$

B. *General Expense*

Tabel 4.22. *General Expense*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Administration</i>	565,792.05	351.443.398,04
2	<i>Sales</i>	1,697,376.15	1.054.330.194,11
3	<i>Research</i>	565,792.05	351.443.398,04
4	<i>Finance</i>	755,010.79	2.435.159.932,90
	<i>General expense</i>	3,583,971.04	4.192.376.923,09

Kurs mata uang : \$ 1 = Rp. 9.200,00

Total General expense dalam rupiah

$$= (\$ 3,583,971.04 \times \text{Rp. } 9.200 / \$ 1) + \text{Rp. } 4.192.376.923,09$$

= Rp. 37.164.910.523.93

Total Biaya Produksi = TMC + GE
= Rp 148.299.515.804,30

4.9.5.2 Keuntungan (*Profit*)

Keuntungan = Total Penjualan Produk – Total Biaya Produksi

Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

Total Penjualan Produk = Rp.162.196.000.000,00

Total Biaya Produksi = Rp.148.299.515.804,30

Pajak keuntungan sebesar 50%.

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp. 13.896.484.195,70

Keuntungan Setelah Pajak = Rp. 6.948.242.097,85

4.9.5.3 Analisa Kelayakan

1. *Persent Return On Investment (ROI)*

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{FCI} \times 100\%$$

◆ ROI sebelum Pajak = 38,71 %

◆ ROI setelah Pajak = 19,36 %

2. *Pay Out Time (POT)*

$$POT = \frac{FCI}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100\%$$

• POT sebelum Pajak = 2,05 tahun

- POT setelah Pajak = 3,41 tahun

3. Break Even Point (BEP)

Fixed Manufacturing Cost (Fa) = Rp. 4.666.277.580,36

Variabel Cost (Va) = Rp. 105.571.327.200,00

Regulated Cost (Ra) = Rp. 38.061.911.023,93

Penjualan Produk (Sa) = Rp. 162.196.000.000,00

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

$$\text{BEP} = 53,65 \%$$

4. Shut Down Point (SDP)

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

$$\text{SDP} = 38,09 \%$$

5. Discounted Cash Flow (DCF)

Umur Pabrik = 10 tahun

Fixed Capital (FC) = Rp. 35.894.442.925,88

Working Capital (WC) = Rp. 38.612.099.408,36

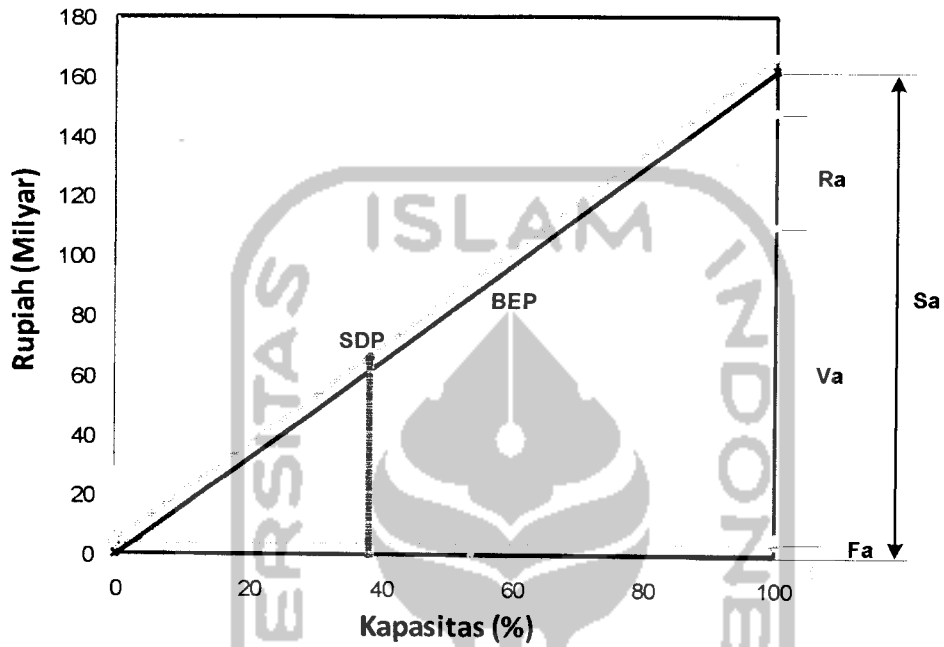
Cash Flow (CF) = Rp. 47.702.596.914,37

Salvage Value (SV) = Rp. 3.589.444.292,59

DCFR = 63,5 %

Bunga Simpanan Bank rata-rata saat ini = 10 % sampai 14 %

GRAFIK PROFITABILITY



Gambar 4.5. Grafik Profitability

جامعة الزيتونة
البحر الابيض المتوسط

BAB V

KESIMPULAN

Ditinjau dari hal-hal yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak adalah sebesar 38,7149% dan *Return On Investment* (ROI) setelah pajak adalah sebesar 19,3574%.
2. Pabrik ini dapat digolongkan dalam kualifikasi pabrik beresiko rendah karena memiliki *Return On Investment* (ROI) kurang dari 44%
3. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah sebesar 2,0527 tahun dan *Pay Out Time* (POT) setelah pajak adalah sebesar 3,4063 tahun.
4. *Break Event Point* (BEP) adalah sebesar 53,6495%. Kisaran BEP yang dapat diterima adalah 40% - 60%.
5. *Shut Down Point* (SDP) adalah sebesar 38,0856%.
6. *Discounted Cash Flow of Return* (DCFR) adalah 63,8789%. Batasan minimal DCFR adalah 1,5 kali suku bunga bank.

Dilihat ROI, POT, BEP, SDP, dan DCFR dari pabrik yang memenuhi syarat maka pabrik ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1955.
- Biro Pusat Statistik, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta, 2000-2004.
- Brown, G.G., "*Unit Operation*", Modern Asia Edition, John Willey and Sons. Inc., New York, 1978.
- Brownell, L.E., and Young, E.H., "*Process Equipment Design*", 2nd Ed., John Willey and Sons. Inc., New York, 1959.
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., "*Chemical Engineering Design*", 6nd Ed., vol 6, Pergamon Press, Oxford, 1983.
- Faith, Keyes & Clark., "*Industrial Chemical*", 4th ed, John Willey and Sons, Inc., New York, 1955.
- Fogler, Scott H., "*Elements of Chemical Reaction Engineering*", 3rd ed, Prentice Hall International Inc., USA, 1999.
- Geankoplis, J.Christie., "*Transport Process and Unit Operation*", Prentice Hall International, 1978.
- Kern, D.Q., "*Process Heat Transfer*", International Student Edition, Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1983.
- Ketta, Mc. J.John, "*Chemical Processing Handbook*", Marcel Dekker Inc, New York, 1993.

Ullrich, G.D., *“A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics”*, John Willey and Sons. Inc., New York, 1984.

Wallas, S.M., *“Chemical Process Equipment”*, Mc. Graw Hill Book Koagakusha Company, Tokyo, 1959.

<http://www.wikipedia.com/Isoeugenol.htm>

<http://www.wikipedia.com/Vanillin.htm>

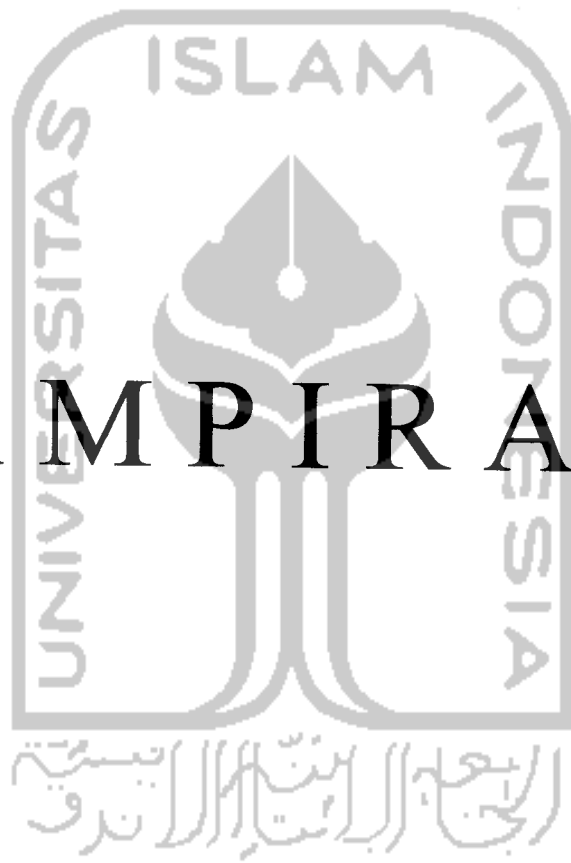
<http://www.wikipedia.com/Oxygen.htm>

http://www.wikipedia.com/Sodium_hydroxide.htm

http://www.matche.com/equipment_cost.htm



LAMPPIRAN



REAKTOR GELEMBUNG

Tugas : Mereaksikan *Isoeugenol* ($C_{10}H_{12}O_2$) dengan Oksigen (O_2) dari udara menghasilkan *Vanillin* ($C_8H_8O_3$)

Jenis : Reaktor Gelembung

Suhu operasi : $T = 130^\circ C = 403 K$

$P = 8 \text{ atm}$

Konversi reaksi = 95 %

1. Menghitung Konstanta Kecepatan Reaksi

Untuk mencari nilai kecepatan reaksi dipakai persamaan *Arrhenius* sebagai berikut :

$$k = A \cdot e^{-E/RT} \quad (\text{Levenspiel ed 2, p. 21})$$

Dimana : k = Konstanta kecepatan reaksi

A = Faktor tumbukan, L/mol.dtk

E = Energi aktivasi, cal/mol

R = Konstanta gas, cal/mol.K

$= 1,987 \text{ cal/mol.K}$

T = Temperatur, K

Faktor tumbukan (A), L/mol.dtk

$$A = \left(\frac{\sigma_A + \sigma_B}{2} \right)^2 \frac{N}{10^3} \sqrt{8\pi kT \left(\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right)} \quad (\text{Levenspiel ed. 2, p. 24})$$

Dimana : $A =$ Faktor tumbukan, $\text{cm}^3/\text{mol}\cdot\text{s}$

$\sigma_A =$ Diameter molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_2$, cm

$\sigma_B =$ Diameter molekul O_2 , cm

$N =$ Bilangan Avogadro

$= 6,023\text{E}+23$ molekul/mol

$k = R/N$, Boltzmann constant

$= 1,3\text{E}-16$ erg/K

$= 1,3\text{E}-16$ gr. $\text{cm}^2/\text{dtk}^2\cdot\text{K}$

$T =$ Suhu Operasi

$= 403$ K

$M =$ Berat molekul/ N , gr

Diameter tumbukan : $\sigma = 1,18 V_b^{1/3}$ (Perry Ed.7 p.5-49)

Dimana : $V_b =$ volume molekular pada titik didih normal, cm^3/atom

Diketahui volume atom, m^3 (Foust, Appendix D-7)

C	1,48
H	3,70
O	7,40

Volume molekul :

$$V_b \text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_2 = (10 \times 1,48) + (12 \times 3,7) + (2 \times 7,4)$$

$$= 74,00 \text{ m}^3$$

$$= 7,40\text{E}+07 \text{ cm}^3$$

$$V_b \text{O}_2 = (2 \times 7,4)$$

$$= 14,80 \text{ m}^3$$

$$= 1,48E+07 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_A = 492,42 \text{ \AA}$$

$$= 4,92E-06 \text{ cm}$$

$$\sigma_B = 289,55 \text{ \AA}$$

$$= 2,90E-06 \text{ cm}$$

$$BM_A = 164 \text{ gr/mol}$$

$$BM_B = 32 \text{ gr/mol}$$

$$M_A = 2,723E-22 \text{ gr}$$

$$M_B = 5,313E-23 \text{ gr}$$

$$\text{Maka, } A = 1,5842E+15 \text{ cm}^3/\text{mol.dtk}$$

$$= 1,5842E+12 \text{ L/mol.dtk}$$

Energi Aktivasi (E), kal/mol

Untuk mencari Energi Aktivasi dapat dicari menggunakan persamaan berikut

$$E = \Delta H - RT \quad (\text{Levenspiel ed. 2, p. 25})$$

$$\Delta H = \Delta H_{298} + \Delta H_{\text{reaktan}} + \Delta H_{\text{produk}}$$

$$\Delta H_{298} = \sum \Delta H_{f \text{ produk}} + \sum \Delta H_{f \text{ reaktan}}$$

Data untuk menentukan nilai ΔH_f , KJ/mol

(Yaws)

T referensi = 298 K

Reaktan

Komponen	$\Delta H_f = A + BT + CT^2$			Hf KJ/mol
	A	B	C	
Isoeugenol	-343,423	-1,322E-01	7,3527E-05	-376,2891
Oksigen	-	-	-	-
				-376,2891

Produk

Komponen	$\Delta H_f = A + B T + C T^2$			Hf KJ/mol
	A	B	C	
Vanillin	-347,013	-9,602E-02	6,082E-05	-370,2259
Asetilen	227,216	-3,5467E-04	-3,9611E-06	226,7585
Air	-	-	-	-241,8000
				-385,2674

Sehingga harga $\Delta H_{298} = -385,2674 - (-376,2891) = -8,9782$ KJ/mol

Menghitung ΔH reaktan :

$$\Delta H_{\text{reaktan}} = \int_T^{298} \sum_{\text{reaktan}} \Delta C_p \cdot dT$$

(J.M. Smith)

Data persamaan kapasitas panas (C_p), J/mol K

(Yaws)

Reaktan

Komponen	$\Delta H = A T + B/2 T^2 + C/3 T^3 + D/4 T^4 + E/5 T^5$					Hr J/mol
	A	B	C	D	E	
Isoeugenol	85,681	1,6545	-3,46E-03	2,93E-06		-38481,2051
Oksigen	29,526	6,89E-03	3,60E-05	3,26E-08	8,66E-12	-3988,2626
						-42469,4677

$$\Delta H_r = -42.469,4677 \text{ J/mol}$$

$$= -42,4695 \text{ KJ/mol}$$

Menghitung ΔH produk

$$\Delta H_{\text{produk}} = \int_{298}^{403} \sum_{\text{produk}} \Delta C_p \cdot dT$$

Produk

Komponen	$\Delta H = A T + B/2 T^2 + C/3 T^3 + D/4 T^4 + E/5 T^5$					Hp J/mol
	A	B	C	D	E	
Vanillin	-8,95	1,7878	3,6684E-03	2,9525E-06		126177,6750
Asetilen	19,36	1,1519E-01	1,2374E-04	7,237E-08	-1,659E-11	8187,2413
Air	92,053	-3,995E-02	2,1108E-04	5,3469E-07		13410,1227
						147775,0390

$$\Delta H_p = 147.775,0390 \text{ J/mol}$$

$$= 147,7750 \text{ KJ/mol}$$

Maka didapatkan :

$$\Delta H_{tot} = -8,9782 + (-42,4695) + 147,7750 = 96,3273 \text{ KJ/mol}$$

$$= 238,8459 \times 96,3273 = 23.007,3868 \text{ cal/mol}$$

$$E = \Delta H - RT$$

$$= 23.007,3868 - (1,987 \times 403) = 22.206,6258 \text{ cal/mol}$$

$$k = A \cdot e^{-E/RT}$$

$$= 1,4322 \text{ L/mol dtk}$$

$$= 85,9309 \text{ L/mol menit}$$

$$= 5.155,8531 \text{ L/mol jam}$$

$$= 5,1559 \text{ m}^3/\text{mol jam}$$

2. Menghitung Konsentrasi umpan masuk, mol/m³

Fase cair

Komponen	BM	kmol/jam	kg/jam
Isoeugenol	164	1,4305	234,6020
Air	18	14,7932	266,2773
Natrium Hidroksida	40	2,8403	113,6136
		19,0640	614,4929

Fase gas

Komponen	BM	kmol/jam	kg/jam
Oksigen	32	1,4305	45,7760
Nitrogen	28	6,1502	172,2049
		7,5807	217,9809

Densitas

Densitas cairan (ρ_L) (yaws)

komponen	$\rho = A \cdot B^{-(1-(T/T_c))^n}$					ρ Kg/L
	A	B	n	T _c (K)	T (K)	
Isoeugenol	0,3502	0,2773	0,2857	778	403	0,9922
NaOH	0,1998	0,09703	0,25382	2820	403	1,8823
Air	0,3471	0,274	0,26571	647,13	403	0,9428

Densitas gas (ρ_G)

komponen	$\rho = P \cdot BM / nRT$					ρ Kg/L
	P	BM	n	R	T (K)	
Oksigen	8	32	2	82,057	403	3,8707E-03
Nitrogen	8	28	2	82,057	403	3,3869E-03

dimana : ρ_G = densitas gas, gr/cm³

P = tekanan, atm

BM = berat molekul, Kg/Kmol

n = jumlah mol gas

R = 82,057 atm.cm³/mol.K

T = 403 K

Laju volumetrik ($F_v = F_w/\rho$), L/jam

Cairan (F_{vl})

komponen	ρ Kg/L	F_w kg/jam	F_v L/jam
Isoeugenol	0,99215	234,602	236,4579
Natrium Hidroksida	1,88232	266,2773	141,4625
Air	0,94276	113,6136	120,5119
		614,4929	498,4324

Gas (F_{vg})

Komponen	ρ Kg/L	F_w kg/jam	F_v L/jam
Oksigen	3,8707E-03	45,776	1,1826E+04
Nitrogen	3,3869E-03	217,9809	6,4361E+04
		263,7569	7,6187E+04

Maka konsentrasi umpan adalah $C_o = F_o / F_v$

$$\begin{aligned} C_{ao} &= 1,4305 \times 7,6187E+04 = 1,8776E-05 \text{ Kmol/L} \\ &= 1,8776E-02 \text{ Kmol/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{bo} &= 1,4305 \times 498,4324137 = 0,0029 \text{ Kmol/L} \\ &= 2,8700 \text{ Kmol/m}^3 \end{aligned}$$

3. Menghitung Difusivitas gas dalam cairan

Difusivitas gas dalam cairan dapat dihitung dengan persamaan *Wilke-Chang* :

$$D_{AB} = \frac{7,4 \cdot 10^{-8} (\phi_L \cdot M_B)^{1/2} \cdot T}{\mu_L \cdot V_A^{0,6}} \quad (\text{Perry Ed.7 p 5-51})$$

Dimana :

D_{AB} = Difusivitas solute A (O_2) melalui solvent B ($C_{10}H_{12}O_2$), cm^2/dtk

ϕ = Faktor asosiasi solvent B ($C_{10}H_{12}O_2$) (Perry Ed.7 p.5-50)

$$= 1,00$$

Viskositas Cairan (μL), cP (Yaws)

komponen	$\log n = A + B/T + C T + D T^2$				log n	n cP
	A	B	C	D		
Isoeugenol	-28,2625	5,6522E+03	4,636E-02	-2,686E-05	0,0841	1,2136

μL = Viskositas solvent $C_{10}H_{12}O_2$ (Yaws)

$$= 1,2136 \text{ cP}$$

$$= 0,0121 \text{ gr/cm.dtk}$$

V_A = Volume molekular O_2 (Coulson vol.6 p.256. tabel 8.6)

$$= 0,0256 \text{ m}^3/\text{kmol}$$

$$= 25,6 \text{ cm}^3/\text{mol}$$

M_B = Berat molekular $C_{10}H_{12}O_2$

$$= 164 \text{ gr/mol}$$

T = Suhu Operasi = 403 K

maka,

$$D_{AB} = \frac{7,4 \times 10^{-8} (1 \times 164)^{1/2} 403}{0,0121 \times 25,6^{0,6}}$$

$$= 0,0045 \text{ cm}^2/\text{dtk}$$

4. Menghitung diameter gelembung

Hubungan antara diameter gelembung dengan diameter *orifice* :

$$D_B = \left(\frac{6 \cdot D_0 \cdot \sigma}{g(\rho_L - \rho_G)} \right)^{1/3} \quad (\text{Perry Ed.5 p.18-68})$$

Untuk keadaan gelembung yang stabil berlaku syarat :

$$D_B < 0,078 \left(\frac{\sigma}{\rho_L - \rho_G} \right)^{0,5} \quad (\text{Perry Ed.5 p.18-68})$$

Dimana :

D_B = Diameter gelembung, cm

D_0 = Diameter *orifice*, cm

g = Gravitasi bumi

$$= 980 \text{ cm/dt}^2$$

ρ_L = Densitas cairan ($C_{10}H_{12}O_2$)

$$= 0,9922 \text{ kg/l}$$

$$= 992,1511 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,9922 \text{ g/cm}^3$$

ρ_G = Densitas gas (O_2)

$$= 0,0039 \text{ kg/l}$$

$$= 3,8707 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,0039 \text{ g/cm}^3$$

Menghitung Tegangan muka (*surface tension*)

Data untuk menghitung *surface tension* (σ)

(yaws)

Komponen	$\sigma = A ((1-T/Tc))^n$				σ dyne/cm
	A	Tc	T	n	
Isoeugenol	67,4	776	403	1,1508	29,0088

Range diameter *orifice* $0.004 < D_0 < 0.95 \text{ cm}$

(Perry Ed.5 p.18-70)

Diambil diameter *orifice* : 0,1 cm

D_B = Diameter gelembung, cm

$$= 0,2623 \text{ cm}$$

D_{AB} = Diffusivitas *solute* A (O_2) melalui *solvent* B ($C_{10}H_{12}O_2$)

$$= 0,0045 \text{ cm}^2/\text{dtk}$$

ρ_L = Densitas cairan $C_{10}H_{12}O_2$

$$= 0,9922 \text{ gr/cm}^3$$

ρ_G = Densitas gas O_2

$$= 0,0039 \text{ gr/cm}^3$$

$\Delta\rho$ = Selisih antara densitas cairan dan densitas gas

$$= 0,9883 \text{ gr/cm}^3$$

μ_B = Viskositas *solvent* B ($C_{10}H_{12}O_2$)

$$= 0,0121 \text{ gr/cm.dt}$$

g = Gravitasi bumi = 980 cm/dt^2

jadi, $k_{AL} = 0,5798 \text{ cm/dt}$

6. Menentukan *Film Conversion Parameter, M*

Untuk menentukan kecepatan reaksi digunakan parameter konversi film sebagai berikut

$$M = \left(\frac{\text{Konversi maksimum yang terjadi dalam film}}{\text{Diffusivitas maksimum melalui film}} \right) \quad (\text{Levenspiel Ed.2 p.418})$$

$$M = \frac{k \cdot C_{b0} \cdot D_{AL}}{K_{AL}^2}$$

Dimana :

M = Parameter film konversi

k = Konstanta kecepatan reaksi

$$= 1,4322 \text{ L/mol.dt}$$

$$= 1432,1814 \text{ L/kmol.dtk}$$

C_{B0} = Konsentrasi $C_{10}H_{12}O_2$

$$= 0,0029 \text{ kmol/L}$$

D_{AB} = diffusivitas solute A (O_2) melalui solvent B ($C_{10}H_{12}O_2$)

$$= 0,0045 \text{ cm}^2/\text{dt}$$

k_{AL} = koefisien transfer massa

$$= 0,5798 \text{ cm/dt}$$

Dari perhitungan, $M = 0,055$

diketahui :

$M > 4$ = Reaksi terjadi pada film

$0,0004 < M < 4$ = Reaksi terjadi pada intermediet

$M < 0,0004$ = Reaksi sangat lambat

jadi, reaksi pembentukan ini terjadi pada fase intermediet, maka persamaan kecepatan reaksinya adalah :

$$-r_A = \frac{P_A}{\frac{1}{k_{Ag} \cdot a} + \frac{H_A}{k_{AL} \cdot a} + \frac{H_A}{kC_B}} \quad (\text{Levenspiel Ed.2 p.417})$$

7. Kecepatan linier gelembung

Untuk menghitung volumetrik gas O_2 pada tiap lubang *orifice* digunakan persamaan :

$$Q^{6/5} = \frac{D_B^3 \cdot \pi \cdot g^{3/5}}{8,268} \quad (\text{Perry Ed.5 p.18-69})$$

Menghitung jumlah *orifice*

Jumlah gelembung :

$$N_B = \frac{F_{vg}}{V_o}$$

Dimana :

F_{vg} = kecepatan laju volumetrik umpan masuk fase gas

$$= 76.187,04 \text{ L/jam}$$

$$= 21.163,07 \text{ cm}^3/\text{dt}$$

V_o = volume gelembung

$$= 0,0094 \text{ cm}^3$$

Didapat, $N_B = 2.241.198$ gelembung/dt

Jumlah lubang *orifice* :

$$N_{\text{hole}} = \frac{N_B}{f_b}$$

$$N_B = 2.241.198 \text{ gelembung/dt}$$

$$f_b = 440 \text{ gelembung/dt}$$

$$N_{\text{hole}} = 5.088,71 \text{ hole}$$

$$= 5.089 \text{ hole}$$

8. Menentukan *Rising Velocity (Terminal Velocity)*

Untuk $D_b > 0.14$ cm, *Terminal velocity* dapat dihitung dengan persamaan :

$$V_t = \sqrt{\frac{2\sigma}{D_B \cdot \rho_L} + \frac{g \cdot D_B}{2}} \quad (\text{Treyball Ed.3 p.142})$$

Dimana :

V_t = *terminal velocity*, cm/dt

σ = *surface tension*

$$= 29,0088 \text{ dyne/cm} = 29,0088 \text{ g/dt}^2$$

D_b = diameter gelembung = 0,2623 cm

ρ_L = densitas cairan = 0,9922 g/cm³

g = gravitasi bumi = 980 cm/dt²

Didapat, V_t = 18,7475 cm/dt

Reynold gelembung :

$$R_e = \frac{\rho_L \cdot D_b \cdot V_t}{\mu_L} \quad (\text{Treyball Ed.3 p.603})$$

Dimana :

R_e = Reynold gelembung

ρ_L = densitas cairan = 0,9922 g/cm³

D_b = diameter gelembung = 0,2623 cm

V_t = *terminal velocity* = 18,7475 cm/dt

μ_B = viskositas *solvent* B (C₁₀H₁₂O₂)

$$= 0,0121 \text{ gr/cm.dt}$$

$$R_e = 402,0034$$

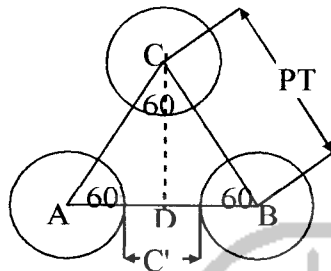
9. Menentukan diameter *sparger*

Perhitungan *orifice* :

Dipilih alat berupa *perforated plate* dengan susunan *Triangular Pitch*, dengan pertimbangan:

1. Jumlah lubang tiap satuan luas lebih banyak daripada susunan *square pitch*

2. Ukuran reaktor menjadi kecil dan turbulensi menjadi lebih terjamin



(Kern,1965 p.139)

Diketahui : Diameter *orifice* (D_0) = 0,1 cm

Jumlah lubang *orifice* (N_{hole}) = 5.089 hole

Jika P_t adalah jarak antara pusat lubang *orifice*

$$P_t = 1,25 D_0$$

(Coulson vol.6 p.521)

$$= 0,125 \text{ cm}$$

Luas lubang *orifice* : $L_0 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_0^2$

$$= 0,0079 \text{ cm}^2$$

Pada *orifice* susunan *Triangular Pitch*, diperoleh hubungan :

$$CB^2 = CD^2 + DB^2$$

$$P_t^2 = CD^2 + \left(\frac{1}{2} P_t\right)^2$$

$$CD = \frac{1}{2} \sqrt{3} \cdot P_t$$

Luas ΔABC = $1/4 \sqrt{3} \cdot P_t^2$

$$= 0,0068 \text{ cm}^2$$

Luas lubang ΔABC = $3 \cdot 1/6 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot D_0^2$

$$= 1/8 \cdot \pi \cdot D_0^2$$

Luas Plate yang diperlukan tiap lubang (An)

An = (luas 1 lubang *orifice* x luas Δ ABC) / luas lubang Δ ABC

$$An = \frac{1}{2} \sqrt{3} \cdot P_i^2$$

$$An = 0,0135 \text{ cm}^2$$

Luas sparger (Asp) :

Asp = jumlah lubang *orifice* x luas *plate* yang diperlukan tiap lubang *orifice*

$$= 68,8586 \text{ cm}^2 = 0,0069 \text{ m}^2$$

Maka diameter sparger (Dsp) : $D_{SP} = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{SP}}{\pi}}$

$$D_{SP} = 9,3658 \text{ cm}$$

$$D_{SP} = 0,0937 \text{ m}$$

Kecepatan superficial gas dalam reaktor (Vgs)

dimana : $V_{gs} = \frac{F_{vg}}{A_{SP}}$

Fvg = kecepatan volumetris gas

$$= 21.163,067 \text{ cm}^3/\text{dt}$$

Asp = luas *sparger*

$$= 68,8586 \text{ cm}^2$$

$$V_{gs} = 307,3408 \text{ cm}/\text{dt}$$

Hold up gas : $H_g = \frac{V_{gs}}{(v_{gs} + V_t)}$

dimana :

(Ullmann's vol.B4)

Hg = hold up gas

Vgs = Kecepatan *superficial gas* dalam reaktor

$$= 307,3408 \text{ cm/dt}$$

Vt = *terminal velocity*

$$= 18,7475 \text{ cm/dt}$$

$$H_g = 0,943$$

10. Menentukan koefisien transfer massa fase gas (k_{Ag})

$$\frac{k_{ag} \cdot P_t \cdot S_c^{0.56}}{G_m} = 0,281 \cdot R_e^{0.4} \quad (\text{Treybal Ed.3 p.74 tabel 3.3})$$

Pada kondisi $Re = 400 - 25.000$

Dimana :

k_{Ag} = koefisien transfer massa fase gas, mol/jam.m².Pa

Pt = tekanan total

$$= 8 \text{ atm} = 810.600 \text{ Pa}$$

Re = Reynold gelembung

$$= 402,0034$$

Gm = Kecepatan massa molar O₂ (*molar mass velocity*)

$$= F_o / A_{sp}$$

dimana :

Fo = umpan O₂ masuk reaktor

$$= 1,4305 \text{ kmol/jam}$$

Asp = luas *sparger*

$$= 0,0069 \text{ m}^2$$

$$G_m = 207,7445 \text{ kmol/jam.m}^2$$

Sc = *Schimidt number*

$$S_c = \frac{\mu_G}{\rho_G \cdot D_{AB}} \quad (\text{Treybal Ed.3 p.68 tabel 3.2})$$

dimana :

μ_g = viskositas gas O₂, gr/cm.dt

diketahui dari Yaws tabel

Komponen	n = A + BT + CT ²				n μP
	A	B	C	T	
Oksigen	44,224	5,6200E-01	-1,130E-04	403	252,3578

$$\mu = 252,3578 \text{ } \mu\text{P}$$

$$= 0,0252 \text{ cP}$$

$$= 0,0003 \text{ gr/cm.dt}$$

ρ_G = Densitas gas

$$= 0,0039 \text{ gr/cm}^3$$

D_{AB} = diffusivitas *solute* A (O₂) melalui *solvent* B (C₁₀H₁₂O₂)

$$= 0,0045 \text{ cm}^2/\text{dt}$$

$$\text{Didapat, } S_c = 14,4970$$

Jadi dari perhitungan didapat :

$$k_{Ag} = 1,7734\text{E-}04 \text{ kmol/jam.m}^2.\text{Pa}$$

$$= 0,1773 \text{ mol/jam.m}^2.\text{Pa}$$

11. Menentukan konstanta Henry (Ha)

Harga konstanta Henry untuk gas O₂ pada larutan *Isoeugenol* didapatkan dari pendekatan harga konstanta Henry untuk gas O₂ dalam air pada kondisi operasi 130°C

Dimana :

Harga konstanta Henry gas O₂ pada air :

$$T (^{\circ}\text{C}) = 20 \quad H_a = 7,400, \text{E}+04 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{mol}$$

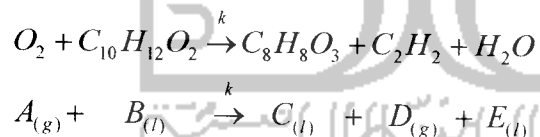
$$T (^{\circ}\text{C}) = 60 \quad H_a = 1,13\text{E}+05 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{mol}$$

Dengan cara ekstrapolasi maka :

$$T (^{\circ}\text{C}) = 130 \quad H_a = 1,813, \text{E}+05 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{mol}$$

12. Menentukan volume dan ukuran reaktor

Persamaan reaksi :



Persamaan perancangan reaktor yang digunakan adalah sebagai berikut

$$V = F_L \int_{x_{B0}}^{x_{B1}} \frac{dx_B}{-r_A}$$

Dimana :

$F_L = F_{BO}$ = kecepatan alir molar umpan cair B masuk reaktor, mol/jam

$$= C_{b0} \cdot F_{v1}$$

$$= 1.430,5 \text{ mol/jam}$$

C_{BO} = konsentrasi B umpan cair masuk reaktor, kmol/L

X = konversi reaksi

$$= 0,95$$

Untuk *staged bubble column* maka mempunyai harga :

a = luas kontak gas dan cairan

$$= 200 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

$$1 / (k_{AG} \cdot a) = 2,8195E-02 \text{ m}^3 \cdot \text{jam} \cdot \text{Pa} / \text{mol}$$

$$H_A / (k_{AL} \cdot a) = 1562,9783 \text{ m}^3 \cdot \text{jam} \cdot \text{Pa} / \text{mol}$$

$$\frac{1}{k_{AG} \cdot a} + \frac{H_A}{k_{AL} \cdot a} = 1563,0065 \text{ m}^3 \cdot \text{jam} \cdot \text{Pa} / \text{mol}$$

$$\frac{H_A}{kC_{B0}(1-x)} = 12,2489 \frac{1}{(1-x)} \text{ m}^3 \cdot \text{jam} \cdot \text{Pa} / \text{mol}$$

$$r_A = \frac{8,106 \cdot 10^5}{1563,0065 + 12,2489 \frac{1}{(1-x)}} \text{ mol} / \text{m}^3 \cdot \text{jam}$$

maka volume reaktor

$$V = F_L \int_{x_{B0}}^{x_{B1}} \frac{dx_B}{-r_A}$$

$$V = 1430,5 \frac{\text{mol}}{\text{jam}} \int_0^{0,95} \frac{dx_B}{\frac{8,106 \cdot 10^5}{1563,0065 + 12,2489 \frac{1}{(1-x)}}} \frac{\text{m}^3 \cdot \text{jam}}{\text{mol}}$$

$$V = 1430,5 \left[\frac{1}{\frac{8,106 \cdot 10^5}{1563,0065 + 12,2489 \frac{1}{(1-0,95)}}} - \frac{1}{\frac{8,106 \cdot 10^5}{1563,0065 + 12,2489 \frac{1}{(1-0)}}} \right] \text{ m}^3$$

$$V = 0,4107 \text{ m}^3 = 410,7057 \text{ L}$$

Waktu reaksi :

$$\tau = \frac{V}{Fv}$$

V = volume reaktor

$$= 410,706 \text{ L}$$

F_{v1} = kecepatan laju volumetrik umpan masuk fase cair

$$= 498,4324 \text{ L/jam}$$

T = 0,8240 jam

Volume reaktor

Volume teoritis reaktor = volume cairan + volume gas

$$V_t = V_{\text{cairan}} + V_t \cdot H_g$$

$$V_t - V_t \cdot H_g = V_{\text{cairan}}$$

$$V_t (1 - H_g) = V_{\text{cairan}}$$

$$V_t = V_{\text{cairan}} / (1 - H_g)$$

dimana :

$$V_{\text{cairan}} = 410,7057 \text{ L}$$

$$H_g = \text{hold up gas}$$

$$= 0,943$$

$$V_t = 7144 \text{ L}$$

$$= 7,1437 \text{ m}^3$$

Faktor keamanan *over design* = 20%

$$V_{\text{design reaktor}} = 1,2 \times V_{\text{teoritis reaktor}} = 8572 \text{ L} = 8,5724 \text{ m}^3$$

Mencari diameter dan tinggi reaktor berdasarkan volume *over design*

Reaktor berupa *vessel* yang terdiri dari silinder dengan tutup dan dasar berbentuk *torispherical*. Bentuk reaktor dipilih silinder tegak dengan $H : D = 2 : 1$

Volume reaktor = volume silinder + (2 x volume *head*)

Diketahui :

$$\text{Vol. teoritis reaktor} = 7,1437 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. design reaktor} = 8,5724 \text{ m}^3 = 302,7319 \text{ ft}^3$$

Volume silinder/shell =

$$V_r = 1/4 \pi \cdot D_r^2 \cdot H_r$$

$$4V_r = \pi \cdot D_r^2 \cdot 2D_r$$

$$4V_r = 2 \pi D_r^3$$

$$D_r = (4V_r / 2\pi)^{1/3}$$

$$\text{Diameter reaktor (Dr)} = 1,7609 \text{ m}$$

$$= 5,7772 \text{ ft}$$

$$= 69,3259 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi silinder reaktor (Hs)} = 2 \cdot D_r = 3,5218 \text{ m} = 11,5543 \text{ ft}$$

Volume head to straight flange (Vh)

$$V_h = 0,000049 \cdot D_r^3 \quad (\text{Brownell \& Young Eq.5.11 p.88})$$

Dimana :

$$V_h = \text{volume torispherical dished head to straight flange, ft}^3$$

$$D_r = \text{diameter dalam reaktor, inchi}$$

Diperoleh :

$$V_h = 16,3261 \text{ ft}^3 = 0,4623 \text{ m}^3$$

Volume cairan dan gas dalam shell

$$= \text{volume cairan dan gas} - \text{volume cairan di head bagian dasar}$$

$$= 6,6814 \text{ m}^3$$

Luas penampang reaktor (A_r)

$$\begin{aligned} A_r &= (\pi / 4) D^2 \\ &= 2,4341 \text{ m}^2 \\ &= 26,1998 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Menentukan jarak *sparger* (*perforated plate*) dengan dinding reaktor

$$D_r = D_{sp} + 2.ID$$

$$ID = 0,8336 \text{ m}$$

Tinggi cairan dan gas dalam reaktor

$$= (\text{Volume cairan} / \text{Luas penampang reaktor})$$

$$= 2,7449 \text{ m}$$

13. Perancangan tebal dinding dan *head* reaktor

Tebal dinding reaktor

Untuk bentuk silinder (*Cylindrical*), maka persamaan yang dipakai :

$$t_{\text{min}} = \frac{P.r}{f.\varepsilon - 0,6.P} + C$$

(Rase&Barrow tabel 12.2 p202)

dimana :

t_s = tebal dinding minimum, inch

P = tekanan *design*, psi

$$= 1,2. P \text{ operasi} = 147 \text{ psi}$$

r = jari-jari dalam reaktor, inch

$$= 0,8804 \text{ m} = 34,6633 \text{ inch}$$

ϵ = efisiensi sambungan jika memakai *type double-welded butt joint*

$$= 0,8$$

(Rase&Barrow tabel 12.1 p200)

C = faktor korosifitas (umumnya diambil 1/8 ")

$$= 0,125 \text{ inch}$$

Bahan yang dipakai adalah *carbon steel SA-283 grade C* karena paling banyak digunakan untuk proses bertekanan sedang, tahan lama, anti korosi, alirannya baik dan dapat digunakan pada suhu operasi di bawah 650°F, dengan tebal plate tidak lebih dari 5/8 inch, yang mempunyai nilai :

f = *maximum allowable stress* (Brownell&Young table 13.1 p.251)

$$= 12.650 \text{ psi}$$

Diperoleh :

$$t_s = 0,6124 \text{ inch}$$

Dipilih ukuran tebal dinding standar = 5/8"

$$t_s \text{ standart} = 0,6250 \text{ inch}$$

$$= 0,0159 \text{ m}$$

$$OD = D_r + (2.t_s \text{ standart})$$

$$D_r = 1,7609 \text{ m}$$

$$= 69,3266 \text{ inch}$$

Diperoleh :

$$OD = 70,5766 \text{ inch} = 1,7926 \text{ m}$$

Perancangan Dimensi *Head*

Pertimbangan yang dilakukan dalam pemilihan jenis *head* meliputi :

1. *Flanged & Standard Dished Head*

Umumnya digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangki dengan diameter kecil.

2. *Torispherical Flanged & Dished Head*

Digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar (14,802 atm) dan harganya cukup ekonomis.

3. *Eliptical Dished Head*

Digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup mahal. (100 psia – 200 psia)

4. *Hemispherical Head*

Digunakan untuk tekanan operasi sangat tinggi, kuat dan ukuran yang tersedia

Dipilih bentuk *head* "*Torispherical dished head*" (Brownell and Young, p.85)

Tebal *head* dihitung dengan persamaan 13-12 Brownell and Young p.258

$$t_{H \min} = \frac{0,885 \cdot P \cdot r_i}{f \cdot \epsilon - 0,1 \cdot P} + C$$

Dimana :

t_h = tebal *head* minimum, inch

P = tekanan *design*, psi

= 147 psi

ϵ = efisiensi sambungan jika memakai *type double-welded butt joint*
= 0,8 (Rase&Barrow tabel 12.1 p200)

C = faktor korosifitas (umumnya diambil 1/8 ")
= 0,125 inch

f = *maximum allowable stress* (Brownell&Young table 13.1 p.251)
= 12.650 psi

ri = jari-jari dalam reaktor
= 34,6633 inch

Diperoleh, th = 0,5713 inch

Dipilih t head standart = 5/8"

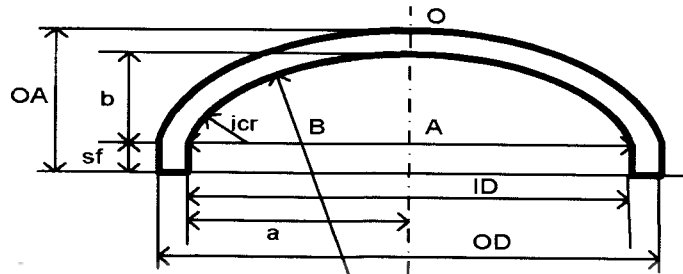
th standart = 0,6250 inch
= 0,0159 m

Dari th standart = 0,6250 inch maka diperoleh nilai *standard straight flange* (sf)
antara 1,5 - 3,5 inch. Diambil : (Brownell&Young table 5.6 p.88)
nilai *standard straight flange* (sf) = 2 inch

= 0,0508 m

Inside corner radius (icr) = 1,875 inch

Hubungan dimensional untuk *flanged and dished heads* (*Torispherical Dished Head*)



$$a = ID/2$$

$$b = r - (BC^2 - AB^2)^{1/2}$$

$$AB = (ID/2) - icr$$

$$BC = r - icr$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{1/2}$$

$$OA = \text{th standart} + b + sf$$

$$ID = 69,3266 \text{ inch}$$

Sehingga diperoleh harga :

$$a = 34,6633 \text{ inch}$$

$$BC = 32,7883 \text{ inch}$$

$$AB = 32,7883 \text{ inch}$$

$$b = 34,6633 \text{ inch}$$

$$sf = 2 \text{ inch}$$

$$\text{tinggi head (OA)} = 37,2883 \text{ inch}$$

jadi digunakan jenis *Torispherical Dished Head* dengan spesifikasi :

$$\text{ts standard} = 0,6250 \text{ inch} = 0,0159 \text{ m}$$

$$\text{th standard} = 0,6250 \text{ inch} = 0,0159 \text{ m}$$



$$\begin{aligned} \text{tinggi head (OA)} &= 37,2883 \text{ inch} \\ &= 0,9471 \text{ m} \end{aligned}$$

Volume Total Reaktor

a. Volume total sebuah head

$$\begin{aligned} V_{t.\text{head}} &= 0,000049 \text{ di}^3 \\ &= 16,3261 \text{ ft}^3 \\ &= 0,4623 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b. Volume total reaktor

$$\begin{aligned} V \text{ total reaktor} &= V \text{ silinder reaktor} + (2 \times V_{t.\text{head}}) \\ &= 335,3841 \text{ ft}^3 \\ &= 9,4970 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tinggi Total Reaktor

$$\begin{aligned} \text{Tinggi total reaktor} &= \text{tinggi shell} + (2 \times \text{tinggi head}) \\ &= 5,4160 \text{ m} \end{aligned}$$

14. Perancangan pengaduk dalam reaktor

Jenis *impeller* yang umum digunakan untuk *gas dispersion* ialah radial turbin dengan 6 *blade* vertikal dengan jumlah *baffle* 4 buah.

Banyaknya *impeller* yang digunakan ditentukan berdasarkan parameter sebagai berikut :

$$h/D \leq 1, \text{ digunakan } 1 \text{ impeller} \quad (\text{Walas p.297})$$

$$1 \leq h/D \leq 1,8 \text{ digunakan } 2 \text{ impeller}$$

Diketahui :

Tinggi cairan dalam reaktor (h) = 2,7449 m

Diameter reaktor (D) = 1,7609 m

Diperoleh :

$$h/D = 1,5588$$

Jadi digunakan 2 *impeller*

Jarak antara *impeller* atas dan bawah dihitung berdasarkan tinggi cairan dalam

reaktor : $1/3 \cdot h \text{ cairan} = 0,9150 \text{ m}$

$$2/3 \cdot h \text{ cairan} = 1,8299 \text{ m}$$

Ukuran *impeller*

Diameter *impeller* (di)

Range untuk diameter *impeller* adalah $0,3 \leq di/D \leq 0,6$ (Walas p.287)

untuk *gas dispersion* diambil $di/D = 0,3$

Diperoleh : $di = 0,3 \cdot D$

$$= 0,5283 \text{ m}$$

Lebar *impeller* (wi)

Range untuk lebar *impeller* (wi) adalah $w/di = 1/8$ (Walas fig.10.6 p.292)

Diperoleh : $w = 1/8 \cdot di$

$$= 0,0660 \text{ m}$$

Lebar *baffle* (wb)

Lebar *baffle* (wb) = $D/12$ (Walas p.287)

$$= 0,1467 \text{ m}$$

Jarak *baffles* dari dinding bawah reaktor = $1/6 \cdot wb = 0,0245 \text{ m}$

Diperoleh :

$$Re = 731896,2435$$

Harga Re diplotkan pada grafik fig.10,6 p.292 Walas dan didapatkan harga N_p

(*Number power*) untuk *vertical blade* : $N_p = 2,5$

Kebutuhan daya (*Power consumption*)

$$N_p = \frac{P \cdot g_c}{N^3 \cdot d_i^5 \cdot \rho} \quad (\text{Walas p.292})$$

Dimana :

P = Kebutuhan daya (*Power consumption*), ft.lb force/sec

g_c = faktor konversi

$$= 32,2 \text{ (lb mass)(ft)/(lb force)(sec)}^2$$

$$N_p = 2,5$$

$$\rho \text{ lartn} = 70,8787 \text{ lb/cuft}$$

$$N = 2,876 \text{ rps}$$

$$d_i = 1,7331 \text{ ft}$$

Diperoleh :

$$P = 2046,6529 \text{ ft.lb force/sec}$$

Koreksi untuk kebutuhan daya :

$$P_c = P \cdot \sqrt{\left(\frac{D}{d_i}\right)\left(\frac{h}{d_i}\right)_{\text{desired}} / \left(\frac{D_t}{D_i}\right)\left(\frac{Z_l}{D_i}\right)_{\text{graph}}} \quad (\text{Brown p.508})$$

Dimana :

$$P = 2046,6529 \text{ ft.lb force/sec}$$

$$D = \text{diameter reaktor} \\ = 1,7609 \text{ m} = 5,7772 \text{ ft}$$

$$h = \text{tinggi cairan dalam reaktor (h)} \\ = 2,7449 \text{ m} = 9,0055 \text{ ft}$$

$$d_i = \text{diameter impeller} \\ = 0,5283 \text{ m} = 1,7331 \text{ ft}$$

Dari tabel fig.477 p.507 Brown diperoleh :

$$D_t/D_i = 3$$

$$Z_l/D_i = 2,70 - 3,9 \quad \text{diambil} = 3$$

$$P_c = 2839,2133 \text{ ft.lb force/sec} \\ = 5,1622 \text{ Hp} \quad (1 \text{ Hp} = 550 \text{ lbf.ft/sec})$$

$$\text{Eff} = 0,85$$

$$P_c = 6,1 \text{ Hp}$$

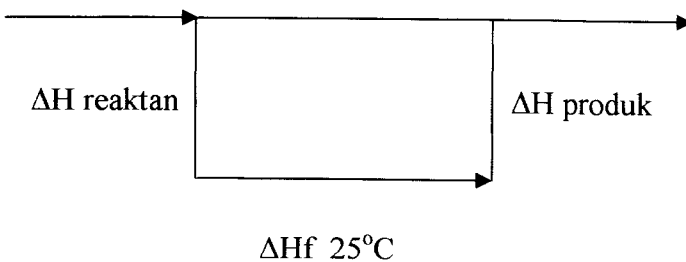
digunakan motor standard = 7,5 Hp

15. Neraca panas dalam reaktor

Panas yang ada di reaktor adalah

umpan 130°C

hasil 130°C



$$\Delta H_{\text{total}} = \Delta H_{\text{reaktan}} + \Delta H_{298\text{K}} + \Delta H_{\text{produk}}$$

Umpan masuk

cair

Komponen	kg/jam	Cp,kcal/kg C	ΔT	Q=m.Cp. ΔT
Isoeugenol	234,6020	0,5574	-105	-13730,6786
Air	266,2773	1,0174	-105	-28445,9744
Natrium Hidroksida	113,6136	0,5182	-105	-6181,8304
				-48358,4834

gas

Komponen	kg/jam	Cp,kcal/kg C	ΔT	Q=m.Cp. ΔT
Oksigen	45,776	0,2256	-105	-1084,2398
Nitrogen	172,2049	0,2497	-105	-4515,6087
				-5599,8485

Umpan keluar

cair

Komponen	kg/jam	Cp,kcal/kg C	ΔT	m.Cp. ΔT
Isoeugenol	11,726	0,5574	105	686,2940
Air	290,741	1,0174	105	31059,3920
Natrium Hidroksida	113,6136	0,5182	105	6181,8304
Vanillin	206,5701	0,4854	105	10528,5906
				48456,1069

gas

Komponen	kg/jam	Cp,kcal/kg C	ΔT	m.Cp. ΔT
Oksigen	2,288	0,2256	105	54,1930
Nitrogen	172,2049	0,2497	105	4515,6087
Asetilen	35,334	0,45917	105	1703,5528
				6273,3546

Panas reaksi

Data untuk menentukan nilai ΔH_f , KJ/mol

(Yaws)

T referensi = 298 K

Reaktan

Komponen	$\Delta H_f = A + B.T + C.T^2$			Hf KJ/mol
	A	B	C	
Isoeugenol	-343,423	-1,322E-01	7,3527E-05	-376,28911
Oksigen	-	-	-	-
				-376,28911

Produk

Komponen	$\Delta H_f = A + B.T + C.T^2$			Hf KJ/mol
	A	B	C	
Vanillin	-347,013	-9,602E-02	6,082E-05	-370,2259007
Asetilen	227,216	-3,5467E-04	-3,9611E-06	226,7585468
Air	-	-	-	-241,8
				-385,2673539

$$\begin{aligned} \Delta H_{298K} &= -8,9782 \text{ KJ/mol} \\ &= -2,1444 \text{ kcal/mol} \\ &= -2144,4172 \text{ kcal/kmol} \end{aligned}$$

$$\text{yang bereaksi} = 1,3590 \text{ kmol/jam}$$

maka

$$\Delta H_{298K} = -2914,2629 \text{ kcal/jam}$$

$$\text{Jadi, } \Delta H_{\text{total}} = \Delta H_{\text{reaktan}} + \Delta H_{298K} + \Delta H_{\text{produk}}$$

$$= -2143,1332 \text{ kcal/jam} \quad (\text{eksotermis})$$

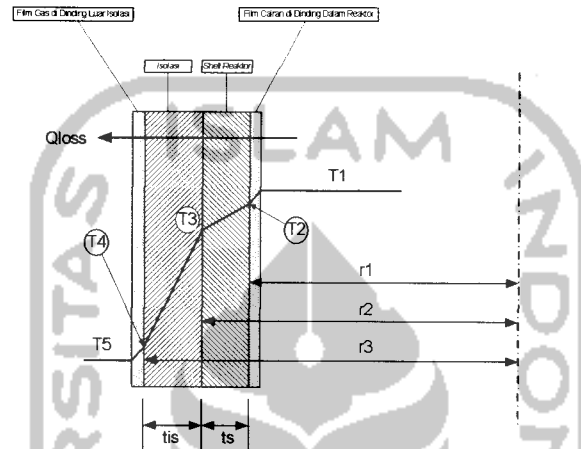
Jadi panas yang dihasilkan sebesar

$$Q = 2143,1332 \text{ kcal/jam}$$

$$= 8504,6385 \text{ Btu/jam}$$

16. Menentukan Tebal Isolasi

Isolasi diperlukan agar suhu dinding reaktor tidak terlalu tinggi demi keamanan dan kenyamanan kerja operator.



Keterangan gambar :

T_1 = Suhu cairan dalam reaktor

T_2 = Suhu dinding dalam reaktor

T_3 = Suhu dinding luar reaktor

T_4 = Suhu dinding luar isolasi

tis = Tebal isolasi

ts = Tebal dinding reaktor

r_1 = Jari-jari dalam reaktor

r_2 = Jari-jari luar reaktor = $r_1 + ts$

r_3 = Jari-jari luar isolasi = $r_2 + tis$

Dirancang :

$$T_4 (T_w) = 50 \text{ } ^\circ\text{C} = 122 \text{ } ^\circ\text{F} = 582 \text{ } ^\circ\text{R}$$

$$T_1 = 130 \text{ } ^\circ\text{C} = 266 \text{ } ^\circ\text{F} = 726 \text{ } ^\circ\text{R}$$

$$T_5 = T_u = 30 \text{ } ^\circ\text{C} = 86 \text{ } ^\circ\text{F} = 546 \text{ } ^\circ\text{R}$$

$$ID = 1,7609 \text{ m} = 5,7772 \text{ ft}$$

$$z_p = 3,5218 \text{ m} = 11,5545 \text{ ft}$$

$$r_1 = 0,8804 \text{ m} = 2,8886 \text{ ft}$$

$$t_s = 0,0159 \text{ m} = 0,0521 \text{ ft}$$

$$r_2 = 0,8963 \text{ m} = 2,9407 \text{ ft}$$

Tahap-tahap perpindahan panas dari cairan dalam reaktor ke lingkungan sekitar :

1. Konveksi dari cairan ke dinding dalam reaktor

$$Q_1 = h_{c1} A_i (T_1 - T_2)$$

Dengan : h_{c1} = Koefisien perpindahan panas konveksi dari cairan ke dinding dalam reaktor, Btu/jam.ft².R

Asumsi : $h_{c1} \gg$ sehingga $T_1 \sim T_2$

2. Konduksi dari dinding dalam reaktor ke dinding luar reaktor

$$Q_2 = \frac{2\pi r_p k_s (T_2 - T_3)}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$$

Dengan : k_s = Konduktifitas bahan reaktor (baja), Btu/jam.ft².(R/ft)

3. Konduksi melalui dinding isolasi

$$Q_3 = \frac{2\pi r_p k_{is} (T_3 - T_4)}{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}$$

Dengan : k_{is} = Konduktifitas bahan isolator, Btu/jam.ft².(R/ft)

4. Konveksi bebas dan radiasi dari dinding luar isolasi ke sekitar

$$Q = (h_c + h_r) A_{is} (T_4 - T_3)$$

Dengan : h_c = Koefisien perpindahan panas konveksi dari dinding luar isolasi ke sekitar, Btu/jam.ft².R

h_r = Koefisien perpindahan panas radiasi dari dinding luar isolasi ke sekitar, Btu/jam.ft².R

A_{is} = Luas permukaan dinding luar isolasi, ft²

Asumsi : Tidak ada akumulasi panas (*steady state*)

Sehingga, $Q_{loss} = Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4$

Dipilih isolasi dengan spesifikasi sebagai berikut :

* Bahan = Asbes

* Konduktivitas, $k_{is} = 0,114$ Btu/jam.ft².(R/ft)

* Emisifitas, $\epsilon_{is} = 0,9375$ (kisaran ϵ untuk asbes = 0.93 - 0.945)

Sifat fisis dinding reaktor :

* Konduktifitas, $k_s = 26$ Btu/jam.ft².(R/ft)

Perhitungan suhu dinding luar reaktor

Persamaan 2 diatur kembali sehingga diperoleh persamaan berikut :

$$T_3 = T_2 - \left(\frac{Q_2 \ln \left(\frac{r_2}{r_1} \right)}{2 \cdot \pi \cdot z_p \cdot k_s} \right)$$

Kemudian dengan menganggap $Q_2 = Q_{loss}$ dan $T_2 = T_1$ maka diperoleh :

$$T_3 = 725,9194 \text{ R}$$

Perhitungan suhu dinding luar isolasi

Persamaan 3 diatur kembali sehingga diperoleh persamaan berikut :

$$T_4 = T_3 - \left(\frac{Q_3 \ln \left(\frac{r_3}{r_2} \right)}{2 \cdot \pi \cdot z_p \cdot k_{is}} \right)$$

$$\ln (r_3 / r_2) = 0,1400$$

$$\ln r_3 = 1,2186$$

$$r_3 = 3,3826 \text{ ft}$$

diketahui, $r_3 = r_2 + t_{is}$

$$t_{is} = 0,4419 \text{ ft}$$

$$= 13,4677 \text{ cm}$$

17. Perancangan Pipa Pemasukan dan Pengeluaran

Menentukan Ukuran Pipa Pemasukan untuk cairan

Komponen	kg/jam	ρ , kg/m ³	log μ , cP	fr. Massa	$\rho \cdot x$	log $\mu \cdot x$
Isoeugenol	234,6020	992,1511	0,0833	0,3818	378,7849	0,0318
NaOH	113,6136	1882,3169	1,9217	0,1849	348,0216	0,3553
Air	266,2773	942,7580	-0,6741	0,4333	408,5239	-0,2921
Σ	614,4929	3817,2259		1,0000	1135,3304	0,0950

$$\rho_m = 70,8764 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu_m = 1,0000 \text{ cp} = 0,0010 \text{ kg/m.s}$$

$$Q = 0,5412 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,0053 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$Di_{opt} = 3,9 \cdot Q^{0,45} \cdot \rho^{0,13}$$

$$= 0,6425 \text{ inch}$$

Diambil pipa standar *carbon-steel*

$$NPS = 3/4" \text{ Sch no.40}$$

$$OD = 1,0500 \text{ in}$$

$$ID = 0,8240 \text{ in} = 0,0209 \text{ m}$$

$$Q = 0,5412 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$A = 0,25\pi.ID^2$$

$$= 0,0003 \text{ m}^2$$

$$v = 1572,5632 \text{ m/jam}$$

$$= 0,4368 \text{ m/s}$$

$$Re = \rho v D_i / \mu$$

$$= 10379,7953 > 2100, \text{ maka aliran turbulen}$$

Menentukan Ukuran Pipa Pemasukan untuk gas

Komponen	kg/jam	ρ , kg/m ³	μ , cP	fr. Massa	$\rho \cdot x$	$\mu \cdot x$
Oksigen	45,7760	3,8707	0,0252	0,2100	0,8128	0,0053
Nitrogen	172,2049	3,3869	0,0218	0,7900	2,6756	0,0172
Σ	217,9809			1,0000	3,4885	0,0225

$$\rho_m = 0,2178 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu_m = 1,0532 \text{ cp} = 0,0011 \text{ kg/m.s}$$

$$Q = 62,4862 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,6130 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$D_i.\text{opt} = 3,9.Q^{0,45} \cdot \rho^{0,13}$$

$$= 2,5666 \text{ inch}$$

Diambil pipa standar *carbon-steel*

$$NPS = 3" \text{ Sch no.40}$$

$$OD = 3,5000 \text{ in}$$

$$ID = 3,0680 \text{ in} = 0,0779 \text{ m}$$

$$Q = 62,4862 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$A = 0,25\pi.ID^2$$

$$= 0,0048 \text{ m}^2$$

$$v = 13.096,0727 \text{ m/jam} = 3,6378 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Re} &= \rho v D_i / \mu \\ &= 938,9462 \end{aligned}$$

Menentukan Ukuran Pipa Pengeluaran untuk cairan

Komponen	kg/jam	ρ , kg/m ³	$\log \mu$, cP	fr. Massa	$\rho \cdot x$	$\log \mu \cdot x$
Vanillin	206,5701	1099,0000	0,0003	0,3318	364,6034	0,0001
Isoeugenol	11,7260	992,1511	0,0833	0,0188	18,6846	0,0016
NaOH	113,6136	1882,3169	1,9217	0,1825	343,4619	0,3506
Air	290,7410	942,7580	-0,6741	0,4669	440,2121	-0,3148
Σ	622,6507			1,0000	1166,9620	0,0375

$$\rho_m = 72,8511 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu_m = 1,0002 \text{ cp} = 0,0010 \text{ kg/m.s}$$

$$\begin{aligned} Q &= 0,5336 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0,0052 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{i,opt} &= 3,9 \cdot Q^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \\ &= 0,6407 \text{ inch} \end{aligned}$$

Diambil pipa standar *carbon-steel*

$$\text{NPS} = 3/4" \text{ Sch no.40}$$

$$\text{OD} = 1,0500 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 0,8240 \text{ in} = 0,0209 \text{ m}$$

$$Q = 0,5336 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} A &= 0,25\pi \cdot \text{ID}^2 \\ &= 0,0003 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$v = 1.550,2483 \text{ m/jam} = 0,4306 \text{ m/s}$$

$$Re = \rho v D_i / \mu$$

$$= 10.515,3767 > 2100, \text{ maka aliran turbulen}$$

Menentukan Ukuran Pipa Pengeluaran untuk gas

Komponen	kg/jam	ρ , kg/m ³	μ , cP	fr. Massa	$\rho \cdot x$	$\mu \cdot x$
Oksigen	2,2880	3,8707	0,0252	0,0109	0,0422	0,0003
Asetilen	35,3340	1,5725	0,0136	0,1684	0,2648	0,0023
Nitrogen	172,2049	3,3869	0,0218	0,8207	2,7796	0,0179
Σ	209,8269			1,0000	3,0866	0,0205

$$\rho_m = 0,1927 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu_m = 1,0482 \text{ cp} = 0,0010 \text{ kg/m.s}$$

$$Q = 67,9799 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,6669 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$D_i \text{ opt} = 3,9 \cdot Q^{0,45} \cdot \rho^{0,13}$$

$$= 2,6237 \text{ inch}$$

Diambil pipa standar *carbon-steel*

$$NPS = 3" \text{ Sch no.40}$$

$$OD = 3,5000 \text{ in}$$

$$ID = 3,0680 \text{ in} = 0,0779 \text{ m}$$

$$Q = 67,9799 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$A = 0,25 \cdot \pi \cdot ID^2$$

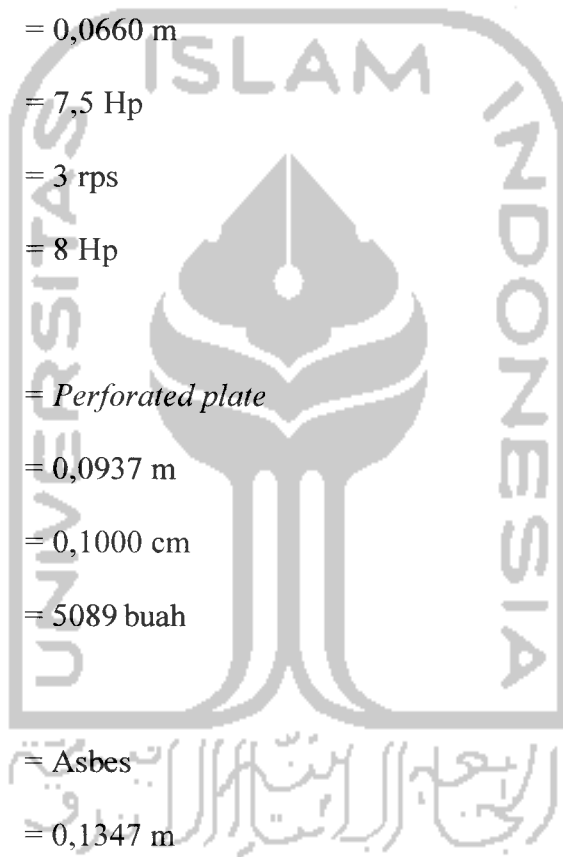
$$= 0,0048 \text{ m}^2$$

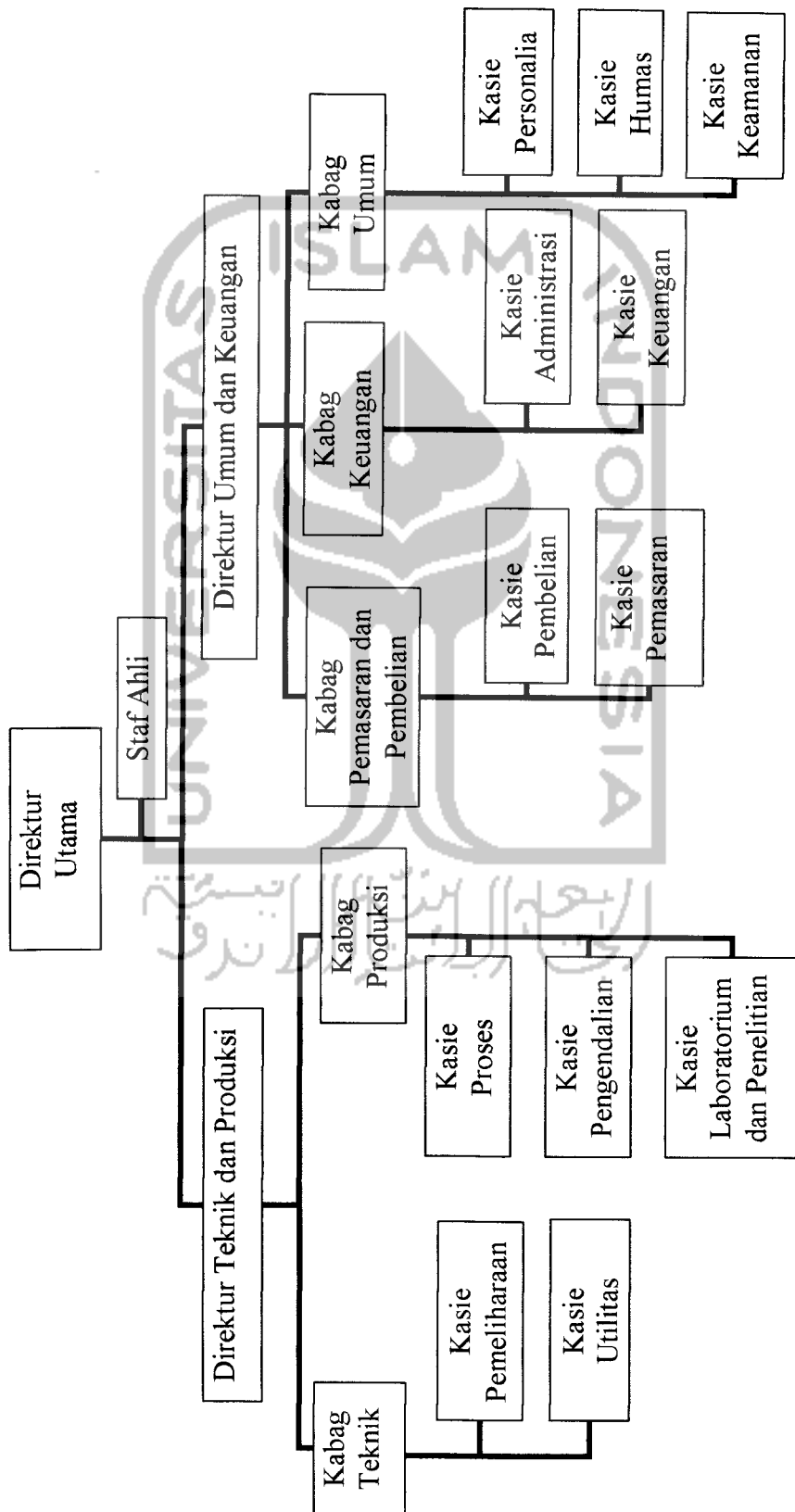
$$v = 14.247,4762 \text{ m/jam} = 3,9576 \text{ m/s}$$

$$Re = \rho v D_i / \mu$$

$$= 908,1306$$

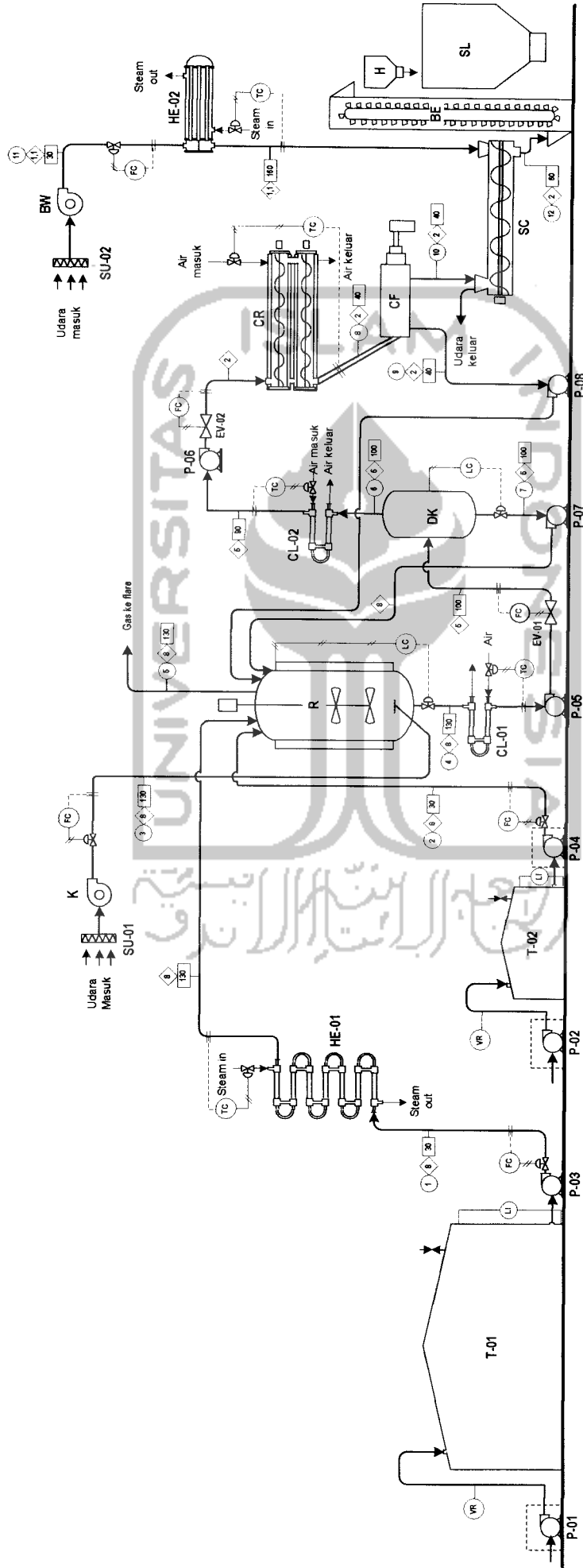
Jumlah <i>impeller</i>	= 2 buah
Jumlah <i>baffle</i>	= 4 buah
Lebar <i>baffle</i>	= 1467 m
Diameter <i>impeller</i>	= 0,5283 m
Lebar <i>impeller</i>	= 0,0660 m
Tenaga pengaduk	= 7,5 Hp
Kecepatan putaran	= 3 rps
Motor Pengaduk	= 8 Hp
<u>Dimensi <i>sparger</i> :</u>	
Jenis	= <i>Perforated plate</i>
Diameter	= 0,0937 m
Diameter lubang	= 0,1000 cm
Jumlah lubang	= 5089 buah
<u>Dimensi isolasi :</u>	
Bahan	= Asbes
Tebal	= 0,1347 m





Gambar. Struktur Organisasi Perusahaan

**PKA KAWANGAN PABRIK VANILIN
DARI OKSIDASI ISOEUGENOL
KAPASITAS PRODUKSI 1.640 TON/TAHUN**



NERACA MASSA (KG/j)

SENYAWA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C10H12O2	23,7509			11,7260	11,7260	11,7260	11,7260	11,7260	10,8511	0,8749		0,8749
O2			45,7760	206,5701	2,2880	206,5701	206,5701	206,5701		1,633,78		
C8H8O3				206,5701		206,5701				206,5701		206,5701
C2H2					35,1340							
H2O	1,1244	265,0984		200,7410		25,6426	265,0984	25,6426	0,0545	25,5881		0,8749
NaOH				113,6136			113,6136					
N2			172,2049	172,2049								6,162,06
JUMLAH	24,8753	372,72	217,9809	622,6507	209,9269	243,9387	372,72	243,9387	10,9056	233,0331	7.800,84	208,3199

Keterangan	
R	Reaktor
DK	Distilator
CR	Condensizer
CF	Centrifuge
SC	Screw Conveyor
BE	Bucket Elevator
H	Hopper
SL	Silo
FC	Flow Controller
LI	Level Indicator
LC	Level Controller
TC	Temperature Controller
VR	Volume Recorder
T	Tangki
P	Pompa
K	Kompresor
SU	Saringan Udara
HE	Heat Exchanger
CL	Cooler
BE	Blower
EV	Expand Valve
○	Nomor Arus
□	Suhu, C
◇	Tekanan, atm



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2008**

1. MARLIN BAYU KUSUNO (03521068)
2. RIO RAKHMAT DIONO (03521083)

DOSEN PEMBIMBING :
AGUS PRASETYA Ir.,MSc.,Ph.D