TA/ TK/ 2011/ 24

PRA RANCANGAN PABRIK *FORMALDEHYDE* DARI METANOL DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 15.000 TON / TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama : Suraji Iswantoro

No. Mahasiswa : 06 521 036

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2011

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK *FORMALDEHYDE* DARI METANOL DAN UDARA KAPASITAS 15.000 TON/ TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Suraji Iswantoro

No. Mahasiswa : 06 521 036

Yogyakarta, Maret 2011

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya 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.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Suraji Iswantoro

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK *FORMALDEHYDE* DARI METANOL DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 15.000 TON / TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama : **Suraji Iswantoro**

No. Mahasiswa : **06 521 036**

Yogyakarta, Maret 2011

Pembimbing,

Farham HM. Saleh, Dr., Ir., MSIE.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK *FORMALDEHYDE* DARI METANOL DAN UDARA KAPASITAS PRODUKSI 15.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Suraji Iswantoro

No. Mahasiswa : 06 521 036

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Maret 2011

Tim Penguji,

Farham HM Saleh, Dr., Ir., MSIE
Ketua

Agus Taufiq, Ir., M.Sc
Anggota I

Dalyono, S. Teks., MSI
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS.

DAFTAR ISI

Lembar judul tugas akhir pra rancangan pabrik..... i

Lembar pernyataan keaslian pra rancangan pabrik..... ii

Lembar pengesahan dosen pembimbing..... iii

Lembar pengesahan penguji..... iv

Kata pengantar..... v

Daftar isi..... vii

Daftar tabel..... ix

Daftar gambar..... xi

Abstract..... xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang..... 1

1.2 Tinjauan Pustaka..... 4

BAB II PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk..... 8

2.2 Spesifikasi Bahan Baku..... 9

2.3 Pengendalian Produk..... 11

2.4 Pengendalian Kualitas..... 13

BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses..... 15

3.2 Spesifikasi Alat Proses..... 16

3.5 Perencanaan Produksi..... 29

BAB IV PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik..... 33

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)..... 36

4.3 Tata Letak Alat Proses 38

4.4 Alir Proses dan Material..... 41

4.5 Perawatan (*Maintenance*)..... 46

4.6 Pelayanan Teknik (*Utilitas*) 48

4.7 Organisasi Perusahaan..... 58

4.8 Evaluasi Ekonomi 84

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan..... 102

5.2 Saran..... 103

DAFTAR PUSTAKA..... 105

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produsen *Formaldehyde* di Indonesia ……..... 3

Tabel 4.1 Perincian Luas tanah dan Bangunan Pabrik..... 37

Tabel 4.2 Neraca Massa Total……..... 41

Tabel 4.3 Neraca Massa Vaporizer.....……..... 42

Tabel 4.4 Neraca Massa Separator……..... 42

Tabel 4.5 Neraca Massa Reaktor.....……..... 43

Tabel 4.6 Neraca Massa Absober.....……..... 43

Tabel 4.7 Neraca Panas Vaporizer.....…..... 44

Tabel 4.8 Neraca Panas Reaktor..... 44

Tabel 4.9 Neraca Panas Absober..... 45

Tabel 4.10 Kebutuhan Air Pembangkit Steam..... 54

Tabel 4.11 Kebutuhan Air Proses..... 54

Tabel 4.12 Kebutuhan Air Untuk Perkantoran dan Rumah Tangga..... 55

Tabel 4.13 Jadwal Kerja Shift Tiap Regu……..... 72

Tabel 4.14 Jabatan dan Keahlian……..... 73

Tabel 4.15 Perincian Jumlah Karyawan…..... 75

Tabel 4.16 Jumlah Karyawan.....……..... 76

Tabel 4.17 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan……..... 77

Tabel 4.18 Indeks Pada Tahun Referensi.....……..... 86

Tabel 4.19 Indeks Pada Tahun Perancangan..... 93

Tabel 4.20 *Physical Plant Cost*……..... 94

Tabel 4.21 *Direct Plant Cost*.....……..... 95

Tabel 4.22 *Fixed Capital Investment*.....…..... 95

Tabel 4.23 *Direct Manufacturing Cost*.....……..... 95

Tabel 4.24 *Indirect Manufacturing Cost*.....…..... 96

Tabel 4.25 *Fixed Manufacturing Cost*.....……..... 96

Tabel 4.26 *Total Manufacturing Cost*.....……..... 96

Tabel 4.27 *Working Capital*.....……..... 97

Tabel 4.28 *General Expense*.....……..... 96

Tabel 4.29 Total Biaya Produksi.....……..... 97

Tabel 4.30 *Fixed Cost*.....……..... 98

Tabel 4.31 *Variable Cost*.....……..... 98

Tabel 4.32 *Regulated Cost*.....……..... 98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	*Lay Out* Pabrik…….....	40
Gambar 4.2	Tata Letak Alat Proses.....	41
Gambar 4.3	Diagram Alir Kualitatif.....	45
Gambar 4.4	Diagram Alir Kuantitatif.....	46
Gambar 4.5	Struktur Organisasi.....	62
Gambar 4.6	Grafik Indeks Harga ……..……..	88
Gambar 4.7	Grafik Hubungan Harga vs Kapasitas ……..……..	101

Lampiran

Gambar PEFD

ABSTRACT

The Formaldehyde plant gives very good prospect, considering the requirement of Formaldehyde in Indonesia which progressively increase. Preliminary design of Formaldehyde plant from methanol and air is planned to built in Bontang, the province of East Borneo, in the area of land of 10,979 m^2 with production capacity 15,000 tons/year. This chemical plant will be operated for 330 days or 24 hours a day with total 120 employees. Raw materials needed are methanol 6,269.6542 tons/year and air 54,658.6958 tons/year. The production process will be operated at temperature 350°C and pressure about 1,2 atm using a fixed bed reactor, as a reactor cooler is used Dowterm A. The convert reaction is 96.81%, resulting product formaldehyde, water, Carbon Monoxid, Carbon Dioxid, Dimethil Ether. This plant are needed 5.841,4232 *kg/hour of water from Sangatta river which proceed in utility unit,* 20.286,6920 *kg/hour of steam, and 180 kWh of electricity power provided by PLN and also need a generator as reserve. A parameter of appropriatness uses an economic analysis with total capital investment* 97.846.971.106 *consisted of Rp* 59.908.867.782,05*88 as a Fixed Capital Investment, and Rp* 17.696.202.288 *as a Working Capital. Total Cost Rp* 97.846.971.107*and Annual Sales Rp* 115.500.000.000 *thus it can get profit Rp* 17.653.028.894 *before taxes, and Rp* 8.826.514.447 *after taxes. A count result of parameter after taxes is percentage of Return On Investment (ROI) 32.63 %, Pay Out Time (POT) 4.4 year after taxes, Discounted Cash Flow (DCF) 2*0.07 *%, Break Event Point (BEP)* 40.36 *%, while Shut Down Point (SDP)* 20.12 *%. From the analyses above it showed that the result was satisfied so the plant are interesting and appropriate to build.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang saat ini tengah melakukan pembangunan disegala bidang termasuk bidang industri. Salah satu industri yang penting adalah industri kimia.

Formaldehyde (HCHO) merupakan senyawa Aldehid, yang juga dikenal dengan nama Metanal adalah salah satu bahan kimia organik yang sangat penting dalam industri kimia. Bahan kimia ini banyak digunakan sebagai bahan baku maupun bahan pembantu untuk berbagai industri kimia.

Kegunaan *formaldehyde* dalam bidang pertanian, adalah sebagai bahan pendukung dalam pembuatan pupuk urea, sedangkan dalam industri, *formaldehyde* digunakan sebagai :

1. Industri tekstil

Turunan *formaldehyde*, yaitu n-Methylol digunakan untuk memproduksi tekstil yang tahan terhadap lipatan, sukar hancur, dan tidak mudah kusut.

2. Industri kertas

Formaldehyde digunakan untuk memproduksi kertas yang tidak mudah kusut dan tahan terhadap minyak.

3. Industri minyak bumi

Formaldehyde digunakan sebagai bahan untuk pemurnian dan penyaring bahan bakar cair dan produk hidrokarbon lain.

4. Industri kesehatan dan farmasi

Formaldehyde digunakan sebagai bahan untuk mengurangi efek racun yang disebabkan oleh virus, gigitan ular atau reptil lainnya. Selain itu penggunaan formaldehid secara langsung adalah untuk pembunuh kuman, pembunuh fungi atau jamur, dan digunakan juga sebagai pembasmi bakteri

Dilihat dari fungsi atau kegunaannya yang beragam, maka dapat disimpulkan bahwa kebutuhan akan *formaldehyde* akan semakin meningkat.

1.1.2 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan faktor yang sangat penting untuk kelangsungan hidup suatu pabrik. Untuk menjamin kontinuitas produksi pabrik, bahan baku harus mendapat perhatian yang serius dengan tersedianya secara periodik dalam jumlah yang cukup. Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan *Formaldehyde* adalah metanol dan oksigen. Untuk bahan baku berupa metanol diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri (KMI) di Bontang, Kalimantan Timur dan udara diambil dari udara bebas.

1.1.3 Kapasitas Perancangan

Pabrik yang sudah beroperasi di indonesia adalah sebagai berikut :

Tabel 1.1 Produsen *Formaldehyde* di Indonesia

No	Nama Perusahaan	Lokasi Pabrik	Kapasitas (Ton/ Tahun)
1	PT. CAKRAM UTAMA JAYA	Ds. Rawa Makmur, Palaran Samarinda,	10.492
2	PT. UFORIN PRAJEN ADHESIVE	Dusun Prajen,Kab.Muba Sumatera Selatan	30.000
3	PT. SUSEL PRIMA PERMAI	Sei Putat, Kel.Sei Selincah Palembang, Sumsel.	38.000
4	PT. SUPERIN	Jl.Medan-Belawan Km.7,5 Medan	28.000
5	PT. SABAK INDAH	Kuala Dendang Muara Sabak, Jambi	45.000
6	PT. PAMOLITE ADHESIVE INDUSTRY	Nusantara Building Lantai 6, Jl. MH. Thamrin 59, Jakarta	36.000
7	PT. NUSA PRIMA PRATAMA	Ds. Waisarisa, Seram Barat Maluku Tengah	28.000
8	PT. LAKOSTA INDAH	Mangkujenang, Samarinda	30.000

Dari hasil pabrik *Formaldehyde* yang sudah ada diindonesia ini, ditentukan kapasitas 15.000 Ton/Tahun. Dengan melihat pabrik yang sudah ada maka kami ingin memenuhi separuh dari pabrik yang sudah ada.

1.2. Tinjauan Pustaka

Pada suhu kamar, *formaldehyde* murni berupa gas berwarna yang mepunyai bau tajam dan bisa menyebabkan iritasi pada selaput lendir yang terdapat pada mata, hidung, dan saluran pernapasan.

Formaldehyde dalam bentuk gas dapat larut dalam air, alkohol dan pelarut polar lainnya. Sebagian kecil dapat larut dalam pelarut non polar, meskipun formaldehid cair secara cepat dapat bercampur dengan beberapa pelarut, seperti toluen, chloroform dan ethyl acetate pada temperatur di bawah titik didih dan hanya sebagian kecil saja yang dapat bercampur dengan petroleum eter. (Kirk and Othmar, 1979)

Bahan baku dalam pembuatan *Formaldehyde* biasanya adalah methanol. Proses pembuatan *formaldehyde* digolongkan dalam dua proses utama :

1. Proses Hidrokarbon

Proses ini dibuat dengan mereaksikan metana dengan campuran methanol, udara dan steam dengan menggunakan katalis tembaga atau perak pada suhu 500^0C. Proses ini mempunyai kelemahan yaitu pada hasil akhir dari *formaldehyde* terbentuk juga acetaldehid, propanol, propaniol, asam-asam organik dan sisa methanol, sehingga tentu saja diperlukan pemurnian lebih lanjut untuk mendapatkan formaldehid dengan kadar yang diinginkan dan itu menyebabkan proses menjadi mahal dengan hasil yang tidak memuaskan. Alasan inilah yang membuat proses hidrokarbon tidak dikembangkan lagi. (Faith, WL, Keyes DB, 1959)

2. Proses Methanol

Ada dua macam proses pembentukan *formaldehyde* dari methanol :

A. Proses Perak

Dalam proses ini *formaldehyd*e dihasilkan dengan reaksi oksidasi dan dengan reaksi dehidrogenasi

Reaksi yang terjadi adalah :

$$CH_3OH + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{Ag} HCHO + H_2O \quad \text{.....} \quad (1)$$

$$CH_3OH \xrightarrow{Ag} HCHO + H_2O \quad \text{.....} \quad (2)$$

Pada reaksi (1) di atas, 50% - 60% *formaldehyde* dibentuk oleh reaksi eksoterm, sedangkan pada reaksi (2) formaldehid dari sisa methanol dibentuk oleh reaksi endoterm. Hasil reaksi samping tersebut karbonmonoksida, karbondiosida, dan asam format. Menggunakan katalis perak dan dalam kondisi khusus T = 1040 – 1148 ^{0}F atau 560 – 620 ^{0}C dan P = sedikit lebih besar dari tekanan atm Konversi methanol 65% - 75 % per siklus. Umpan reaktor dijaga batas eksplosif dan semua oksigen dikonversikan.

Methanol yang tidak bereaksi dipisahkan dari campuran dan direcycle. Konversi methanol dalam reactor 65,1 % dan yield proses keseluruhan dari formaldehid 89,1 %. Kemungkinan untuk menjalankan proses perak pada konversi methanol yang lebih tinggi adalah dengan menggunakan perbandingan udara / methanol sebesar 0,5 – 1,5 lb steam / lb methanol dengan kondisi reaktor 600 – 700 ^{0}C yang bertujuan untuk mencapai hasil akhir dengan methanol berisi 2 – 5 % berat dan tanpa perlu untuk distilasi. Konsentrasi dari *formaldehyde* dapat dipertinggi dalam hasil akhir yang dikehendaki, sisa air make

up penyerap dapat digunakan. Dengan cara yang sama dapat diinginkan 0,5 % berat methanol dalam produk dimana lebih rendah dari yang dibutuhkan, penyesuaian dapat dibuat pada perancangan dan operasi pada penyulingan.

Kelemahan proses methanol dengan menggunakan katalis perak atau tembaga, antara lain :

1. Perbandingan komposisi antara methanol dan udara diperlukan methanol yang lebih banyak dari kebutuhan stokiometri, sehingga hasil akhir masih mengandung sisa methanol yang cukup banyak.
2. Konversi reaksi cukup tinggi, tapi ada reaksi samping yang mengurangi hasil akhir.
3. Katalis perak sangat terpengaruh terhadap racun katalis yang terbentuk pada permukaannya, hingga umumnya menjadi pendek.
4. Bila kecepatan aliran makin besar, maka suhu juga semakin besar, sehingga terjadi dekomposisi *formaldehyde* menjadi gas H_2 dan CO.

(Kirk and Othmer, 1979)

B. Proses Oksida

Dalam proses ini *formaldehyde* dibentuk hanya oleh reaksi oksidasi.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$CH_3OH + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{MoO_3} HCHO + H_2O$$

Dengan sebagian kecil dari *formaldehyde* dioksidasi lebih lanjut menjadi :

$$HCHO + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{MoO_3} CO + H_2O$$

Reaksi diatas memakai katalis oksida campuran yang berisi molybdenum oksida dan oksida besi dalam sebuah perbandingan dari 1,5 sampai 3. Reaksi terjadi dalam kondisi T = 300 – 400 ^{0}C, tekanan sedikit di atas tekanan atm. Sedang reaksi samping terjadi apabila suhu berada di atas 400 ^{0}C dengan hasil reaksi samping karbonmonoksida. Udara berlebihan digunakan untuk menjamin konversi mendekati sempurna dan untuk menghindari batas eksplosif. methanol yang digunakan yaitu 6,7 sampai dengan 36,5 % volume dalam udara. Konversi dari methanol yang dipakai 98,4 %, yield pabrik keseluruhan dari formaldehyde adalah 94,4 %.

Pada perancangan ini dipilih proses oksida logam. Keuntungan proses oksida logam dibandingkan proses perak, adalah :

1. Pada proses oksida campuran methanol dan udara memerlukan komposisi methanol yang lebih kecil disbanding udara dan hasil yang didapat mengandung sejumlah kecil methanol (1%) yang relatif tidak perlu recovery lagi seperti pada proses perak.
2. Konvesi reaksi dan yield keseluruhan dari proses oksida lebih tinggi dibanding dengan proses perak. Dan pada proses oksidasi umur katalis lebih panjang, karena tidak terdapat racun katalis pada permukaan katalis.

(Kirk and Othmer, 1979)

Dimana untuk pabrik yang berproduksi kurang dari 80.000lb per tahun sebaiknya menggunakan proses perak dan untuk pabrik yang beroperasi lebih dari

80.000 lb per tahun sebaiknya menggunakan proses oksida. (Faith,WL,Keyes DB,1959)

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. SPESIFIKASI PRODUK

2.1.1. *Formaldehyde* (CH_2O) 37 %

Penampakan	: Jernih
Flash point, ^oC	: 185
Titik Didih, ^oC	: 99
Spesific gravity (25^oC)	: 1,1119

Sifat Fisis *Formaldehyde* 100%

Temperatur Kritis, ^oC	: 135,8
Tekanan Kritis, atm	: 65
Berat Molekul, Kg/Kgmol	: 30,026
Panas Pembakaran, Kkal/gmol	: 134,1
Panas Pembentukan, 25^oC, Kkal	: -27700
Panas Penguapan, Kkal/gmol	: 5570
Heat Capacity, cal/mol ^oK	: $5,607 + 7,54.10^{-3}\ T + 7,13.10^{-6}\ T^2 - 5,494.10^{-10}\ T^3$

2.2 SPESIFIKASI BAHAN

2.2.1. Methanol (CH_3OH)

Bahan baku ini dapat diperoleh dari pabrik PT. Methanol Kaltim Industri yang beroperasi di Bontang.

Berat Molekul, Kg/Kgmol	: 32,042
Titik Didih, ^oC	: 64,7
Temperatur Kritis, ^oC	: 240,0
Tekanan Kritis, atm	: 78,5
Kapasitas Panas, Kal/mol K	: $5{,}052+1{,}694.10^{-2}T+ 6{,}179.10^{-6}T^2-6{,}811.^{10-9}T^3$
Panas Penguapan, 64,7^oC, Kal/mol	: 8430
Panas Pembakaran, 25^oC, Kal/mol	: -173,65
Panas Pembentukan, 25^oC, Kal/mol, cair	: -57,036
Panas Pembentukan, 25^oC, Kal/mol, gas	: -48,100
Kemurnian	: 99,85%
Impuritis	: H_2O 0,15%

2.2.2. Udara

Berat Molekul, Kg/Kgmol	: 28,84
Temperatur Kritis, ^oC	: 238,4
Tekanan Kritis, atm	: 37,19
Berat Jenis, 1 atm, 60 ^oF, lb/cuft	: 0,0765
Panas Jenis, 1 atm, 60 ^oF, Btu/lbmol ^oF	: 1,406

Komposi : 21,08% O_2,78,9% N_2 dan 0,018%H_2O

2.2.3. H_2O

Berat molekul, kg/kgmol : 18

Boiling Point, ^oC : 100

Tc, ^oC : 101,15

Pc, atm : 218,4

Heat Capacity, cal/mol ^oK : $3,47+1,45.10^{-3}T +0,121.10^5 T^2$

2.2.4. KATALISATOR

Molybdenum Oxide (MoO_3)

Berat Molekul, Kg/Kgmol : 143,95

Titik Didih, ^oC : 1155

Titik Lebur, ^oC : 801

Umur Katalis,bulan : 12 – 15

Diameter Katalis,cm : 0,0002

2.2.5. PENDINGIN

Dowtherm A

Komposisi Dowtherm A : 73,5% Diphenyl Oxyde
26,5% Diphenyl

Kapasitas Panas, Kal/g K : $0,11152 + 3,402.10^{-4} T$

Densitas, gr/cm^3 : 1,4-1,0368.10^{-3} T

2.3. PENGENDALIAN PRODUK

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau di*set* baik itu *flow meter* bahan baku atau produk, *level controler*, maupun *temperature controler*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau *set* semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Alat kontrol yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :

- ***Level Controler***

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, level yang terukur akan dicocokkan dengan set

point bila belum sesuai maka suhu tersebut akan dikoreksi sampai diperoleh level yang diinginkan.

- ***Flow Controler***

Merupakan alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

- ***Temperature Controler***

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Temperatur yang terukur akan dicocokkan dengan set point bila belum sesuai maka suhu tersebut akan dikoreksi sampai diperoleh temperatur yang diinginkan.

- ***Pressure Controler***

Merupakan alat yang dipasang pada alat proses untuk mengendalikan tekanan di dalam alat sesuai dengan kondisi operasi alat tersebut.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilakukan pengendalian produksi sebagai berikut :

2.4. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik *Formaldehyde* ini meliputi:

a. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada *supplier*.

b. Pengendalian Kualitas Bahan Pembantu

Bahan - bahan pembantu untuk proses pembuatan *Formaldehyde* di pabrik ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisisnya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

Bahan-bahan tersebut antara lain :

- MoO_3, sebagai katalisator
- *Dowtherm A*, sebagai pendingin di rektor, cooler dan pemanas di heat Exchanger.
- Air, untuk keperluan utilitas, pendingin dan pemanas.
- Pasir, sebagai penyaring di Bak Saringan Pasir.
- Zeolit, sebagai pengisi di kation dan anion exchanger.

- ❖ Kaporit, sebagai bahan pembuat larutan desinfektan untuk keperluan rumah tangga.
- ❖ Larutan NaCl, untuk meregenerasi kation exchanger.
- ❖ Larutan NaOH, untuk meregenerasi anion exchanger.
- ❖ $Al_2(SO_4)_3$, untuk proses koagulan.
- ❖ Residual oil No.6, sebagai bahan bakar boiler.
- ❖ *Diesel oil* (Solar), sebagai bahan bakar diesel (Genzet).

c. Pengendalian Kualitas Bahan selama Proses

Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengendalian/ pengawasan bahan selama proses berlangsung. Pengendalian tersebut meliputi jumlah methanol, kadar udara, dan perbandingan udara/ methanol.

d. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi *formaldehyde.* Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pemindahan (dari satu tempat ke tempat lain).

Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk terutama *Formaldehyde* pada saat akan dipindahkan dari *storage tank* ke mobil truk dan ke kapal.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 URAIAN PROSES

Methanol 99,85% dari tangki penyimpan bahan baku (T-01) yang mempunyai kondisi suhu 30^{o}C dan tekanan 1atm, dipompa menuju vaporizer (VP), untuk diuapkan. Selanjutnya uap hasil dari vaporizer (VP) dipisahkan dengan menggunakan separator (SP-01), pada kondisi suhu 133,48^{o}C dan tekanan 1,2 atm. Sedangkan methanol yang tidak teruapkan akan dikembalikan ke vaporizer (VP). Uap methanol yang keluar dari separator (SP-01), kemudian dipanaskan dalam heater (HE-04) dan (HE-05), dengan menggunakan pemanas Dowtherm A dan steam, sehingga suhunya naik menjadi 350^{o}C.

Udara dari lingkungan yang mempunyai kondisi suhu 30^{o}C dan tekanan 1 atm disaring dengan menggunakan filter udara (FU). Setelah melewati filter, udara dialirkan dengan menggunakan blower (BL), setelah itu udara ditekan dengan menggunakan kompresor (C-01), sehingga tekanannya naik menjadi 1.2 atm. Kemudian udara dipanaskan ke dalam heater (HE-01), (HE-02) dengan menggunakan pemanas Dowtherm A dan (HE-03) dengan pemanas steam, sehingga suhunya naik menjadi 350^{o}C.

Selanjutnya uap methanol dan udara direaksikan di dalam Reaktor Fixed Bed Multitubular (R). Reaksi yang terjadi adalah :

$$CH_3OH + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{MoO_3} HCHO + H_2O$$

Reaksi tersebut terjadi di dalam pipa-pipa yang berisi butiran-butiran katalisator Molybdenum oksida (MoO_3). Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis dan gas inert N_2 dalam udara akan membantu menyerap panas yang timbul karena reaksi. Untuk menjaga agar suhu tidak keluar dari kisaran suhu operasi, maka dipakai pendingin Dowtherm A yang dilewatkan pada shell. Gas hasil reaksi yang keluar dari reaktor (R) masih mempunyai suhu yang tinggi yaitu 322,1140^oC dan tekanan 1,2 atm yang kemudian didinginkan dalam cooler (CL-01) dan (CL-02) dengan menggunakan pendingin Dowtherm A, sehingga suhunya turun menjadi 90^oC.

Kemudian gas yang telah didinginkan dalam cooler (CL-02) yang mempunya kondisi suhu 90^oC dan tekanan 1,2 atm, dimasukkan ke dalam absorber (AB), untuk diserap formaldehydenya dengan menggunakan penyerap air. Hasil bawah absorber (AB) yang merupakan produk utama yaitu *formaldehyde* 37%, disimpan dalam tangki penyimpan produk (T-02) pada kondisi suhu 35^oC dan tekanan 1 atm.

3.2 SPESIFIKASI ALAT PROSES

1. TANGKI PENYIMPAN BAHAN BAKU,T-01 (Methanol 99,85 %)

Tugas : Menyimpan bahan baku Methanol 99,85%

selama 2 minggu sebanyak 265985.3241 Kg

Kondisi penyimpanan : Atmosferik, suhu perancangan 30 °C

Jenis : Tangki silinder vertikal dengan *disc head*

Ukuran : Volume : 600.9709 m^3

Tinggi : 9.1440 m

Diameter : 9.1440 m

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Tebal shell : 5/16, 1/4, 3/16, 7/16 in

Tebal head : 3/16 in

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 113.860,54

2. TANGKI PENYIMPAN PENYIMPAN PRODUK AKHIR,T-02

Tugas : Menyimpan produk akhir *Formaldehyde* 37% sebanyak 308788.8198 Kg selama 7 hari.

Kondisi penyimpanan : Atmosferik, suhu 30 °C

Jenis : Tangki silinder vertikal dengan dished head

Ukuran : Volume : 600.9709 m^3

Tinggi : 9,1440 m

Diameter : 9.1440 m

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Tebal Shell : 0.36, 0.3, 0.26, 0.21, 3/16 in

Tebal Head : 3/16 in

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 113.860,54

3. SEPARATOR – 01

Tugas : Memisahkan fase uap dan fase cair yang terbentuk di dalam Vaporizer

Kondisi : Tekanan 1.2 atm, suhu 133.2921 ^{o}C

Jenis : Vertikal Drum Separator

Ukuran : Diameter : 0,4572 m

Tinggi : 1,9458 m

Tebal shell : 3/16 in

Tebal head : 3/16 in

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : $ 19.479,44

4. VAPORIZER

Tugas : Menguapkan Methanol sebagai umpan Reaktor dari suhu 67,26°Cmenjadi 97,84°C dengan Dowtherm A pada suhu 374,55° dengan kecepatan umpan 1381,2848 Kg/jam.

Beban Panas	: 6459713.6004 Kkal/jam		
Jenis	: *Shell and Tube Heat Exchanger*		
Luas perpindahan panas	: 795.0882 ft^2		
Ukuran alat	:		
Pipa	OD	: 1,05 in	
	ID	: 0,824 in	
	Pass	: 2	
Shell	ID	: 8 in	
	Pass	: 1	
	BWG	: 16	
Bahan	: *Carbon Steel SA 283 Grade C*		
Nt	: 36		
L	: 12 ft		
Harga	: $ 55.043,16		

5. KOMPRESSOR-01

Tugas	: Menaikkan tekanan udara dari 1 atm menjadi 1.2 atm dengan kecepatan umpan 2796.1067 Kg / jam
Jenis	: *Sentrifugal Compressor* 1 tingkat
Kondisi Operasi	: T = 350 ^oC
	P = 1 atm – 1.2 atm

Motor Penggerak : 100 Hp

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 74.164,23

6. HEATER-01

Tugas : Memanaskan udara umpan reaktor dari suhu 30^{o}C menjadi suhu 124 ^{o}C dengan pemanas Dowtherm A dengan kecepatan umpan 2796,1067 Kg / jam

Beban panas : 272672.3287 Kj/ j

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Luas perpindahan panas: 27.2795 ft^2

Ukuran Alat :

Inner Pipe :

OD : 3.500 in

ID : 3.0680 in

Annulus :

OD : 4.500 in

ID : 4.0260 in

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 22.482,39

7. HEATER-02

Tugas : Memanaskan udara umpan reaktor dari suhu 124 ^{o}C menjadi suhu 240 ^{o}C dengan pemanas Dowtherm A dengan kecepatan umpan 2796,1067 Kg / jam

Beban panas : 347005.7158 Kj/ j

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Luas perpindahan panas: 52.5162 ft^2

Ukuran Alat :

Inner Pipe :

OD : 3.500 in

ID : 3.0680 in

Annulus :

OD : 4.500 in

ID : 4.0260 in

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 22.482,39

8. HEATER-03

Tugas : Memanaskan udara umpan reaktor dari suhu 240 ^{o}C menjadi suhu 350 ^{o}C dengan pemanas Steam dengan kecepatan umpan 2796,1067 Kg / jam

Beban panas : 342594.9686 Kj/ j

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Luas perpindahan panas: 68.8943 ft^2

Ukuran Alat :

Inner Pipe :

OD : 3.500 in

ID : 3.0680 in

Annulus :

OD : 4.500 in

ID : 4.0260 in

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 22.482,39

9. HEATER-04

Tugas : Memanaskan Methanol keluaran (SP-01) sebagai umpan (HE-05) dari suhu 133.2910 ^{o}C menjadi suhu 257 ^{o}C dengan pemanas Dowterm A dengan kecepatan umpan 791.6230 Kg / jam

Beban panas : 211182.5391 Kj/ j

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Luas perpindahan panas: 34.9829 ft^2

Ukuran Alat :

Inner Pipe :

OD : 3.500 in

ID : 3.0680 in

Annulus :

OD : 4.500 in

ID : 4.0260 in

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 22.482,39

10. HEATER-05

Tugas : Memanaskan Methanol keluaran (HE-04) sebagai umpan reaktor dari suhu 257 ^{o}C menjadi suhu

350 ^{o}C dengan pemanas Steam dengan kecepatan umpan 791.6230 Kg / jam

Beban panas : 407113.0026 Kj/ j

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Luas perpindahan panas: 63.5422 ft^2

Ukuran Alat :

Inner Pipe :

OD : 3.500 in

ID : 3.0680 in

Annulus :

OD : 4.500 in

ID : 4.0260 in

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 22.482,39

11. COOLER – 01

Tugas : Mendinginkan uap keluar Reaktor dari suhu 322.1140^{o}C menjadi suhu 180^{o}C dengan kecepatan umpan 7691.8419 Kg / jam

Beban panas : 1423575.0375 Kj/ j

Jenis : *Shell and Tube Exchanger*

Luas perpindahan panas: 240.6084 ft^2

Ukuran alat :

Pipa :

OD : 0,75 in

BWG : 16

Jumlah pipa : 114

Panjang : 12 ft

Passes : 2

Shell :

ID : 13,25 in

Passes : 1

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : $ 22.482,39

12. COOLER-02

Tugas : Mendinginkan uap keluar (CL-01) dari suhu 180^oC menjadi suhu 90^oC dengan kecepatan umpan 7691.8419 Kg / jam

Beban panas : 1423575.0375 Kj/ j

Jenis : *Shell and Tube Exchanger*

Luas perpindahan panas : 240.6084 ft^2

Ukuran alat :

Pipa :

OD : 0,75 in

BWG : 16

Jumlah pipa : 98

Panjang : 12 ft

Passes : 2

Shell :

ID : 13,25 in

Passes : 1

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : $ 22.482,39

13. **REAKTOR**

Tugas : Mereaksikan uap Methanol dengan udara menjadi *Formaldehyde* sebanyak7691,8419

Jenis : *Fixed Bed Multitube*

Diameter : 1,2144 m

Tinggi : 7,008 m

Tebal Shell : 3/16 in

Tebal Head : 3/16 in

Fase : Gas

Katalis : Molybdenum Oksida (MoO_3)

Suhu reaktor : 350^oC

Tekanan : 1.2 atm

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : $ 130.160,45

14. **ABSORBER**

Tugas : Menyerap *Formaldehyde* yang keluar dari separator (SP-02)dengan kecepatan umpan 9973,6159 Kg/jam, dengan menggunakan penyerap air

Jenis : Menara bahan isian

Suhu absorber : 90^oC

Tekanan absorber : 1 atm

Bahan isian : *Raching Ring*

Tinggi menara : 20.4050 m

Diameter menara : 1,5901 m

Tebal shell : 3/8 in

Tebal head : 3/8 in

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga : $ 19.479,44

15. **POMPA-01**

Tugas : Mengalirkan methanol dari produsen menuju

tangki 01 (T-01) dengan kecepatan 1000 kg/j

Jenis : Pompa sentrifugal

Kapasitas : 6.67 gpm

Motor penggerak : 0.13Hp, 3500 rpm

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 pompa

Harga : $ 1.080,41

16. POMPA-02

Tugas : Mengalirkan methanol dari tangki 01 (T-01) menuju vaporizer (VP)

Jenis : Pompa sentrifugal

Kapasitas : 5.28 gpm

Motor penggerak : 0,05Hp, 3500 rpm

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 pompa

Harga : $ 1.080,41

17. POMPA-03

Tugas	: Mengalirkan air penyerap dari area utilitas menuju absorber (AB)
Jenis	: Pompa sentrifugal
Kapasitas	: 3.04 gpm
Motor penggerak	: 0.17Hp, 3500 rpm
Bahan	: *Carbon Steel SA 283 Grade C*
Jumlah	: 1 pompa
Harga	: $ 1.080,41

18. POMPA-04

Tugas	: Mengalirkan Produk Formaldehyd ke tangki penyimpan (T-02)
Jenis	: Pompa sentrifugal
Kapasitas	: 12.26 gpm
Motor penggerak	: 0,25Hp, 3500 rpm
Bahan	: *Carbon Steel SA 283 Grade C*
Jumlah	: 1 pompa
Harga	: $ 1.080,41

19. POMPA-05

Tugas	: Mengalirkan *Formaldehyde* dari tangki 02 (T-02) menuju konsumen
Jenis	: Pompa sentrifugal
Kapasitas	: 6.67 gpm
Motor penggerak	: 0,05Hp, 3500 rpm
Bahan	: *Carbon Steel SA 283 Grade C*
Jumlah	: 1 pompa
Harga	: $ 1.080,41

20. BLOWER

Tugas	: Menghisap dan menghembuskan udara dari lingkungan dengan kecepatan umpan 2796.1067 Kg/jam
Jenis	: Exhouse fan blower
Kondisi Operasi	: T = 30 ^{o}C P = 1 atm
Motor Penggerak	: 0.17 Hp
Bahan	: *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 2.619,82

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan *Formaldehyde* di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan *Formaldehyde* dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan *Formaldehyde* akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri - industri yang menggunakan *Formaldehyde* sebagai bahan baku dan bahan tambahan. Dan juga dengan melihat kapasitas pabrik – pabrik *Formaldehyde* yang telah berdiri. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 15.000 ton/ tahun.

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

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

   Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam “Statistik Perdagangan Indonesia” tentang kebutuhan *Formaldehyde* di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat.

   Dengan kapasitas tersebut diharapkan :

   a. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

b. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena laju import *Formaldehyde* dapat ditekan seminimal mungkin.

2. Ketersediaan bahan baku

Kontinuitas ketersediaan bahan baku dalam pembuatan *Formaldehyde* adalah penting dan mutlak yang harus diperhatikan pada penentuan kapasitas produksi suatu pabrik. Diharapkan kebutuhan bahan baku *methanol* dapat diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri (KMI) di Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi 660.000 ton/tahun, sedangkan udara diambil dari udara bebas.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

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

a) Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :

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

b) Kemampuan Pabrik

Pada umunya 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.

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan *Formaldehyde* di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan *Formaldehyde* dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan *Formaldehyde* akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri - industri yang menggunakan *Formaldehyde* sebagai bahan baku dan bahan tambahan. Dan juga dengan melihat kapasitas pabrik – pabrik *Formaldehyde* yang telah berdiri. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 15.000 ton/ tahun.

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

3. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

   Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam “Statistik Perdagangan Indonesia” tentang kebutuhan *Formaldehyde* di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat.

   Dengan kapasitas tersebut diharapkan :

   c. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

   d. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena laju import *Formaldehyde* dapat ditekan seminimal mungkin.

4. Ketersediaan bahan baku

Kontinuitas ketersediaan bahan baku dalam pembuatan *Formaldehyde* adalah penting dan mutlak yang harus diperhatikan pada penentuan kapasitas produksi suatu pabrik. Diharapkan kebutuhan bahan baku *methanol* dapat diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri (KMI) di Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi 660.000 ton/tahun, sedangkan udara diambil dari udara bebas.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

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

c) 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.

d) Kemampuan Pabrik

Pada umunya 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.

BAB IV
PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pabrik *Formaldehyde* dengan kapasitas produksi 15.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Bontang – Kalimantan Timur, yang merupakan daerah kawasan industri.

Adapun pertimbangan-pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah sebagai berikut :

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan 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. Penyediaan Bahan Baku

   Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan laut jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri.

   Bahan baku pabrik *Formaldehyde* ini adalah methanol yang diperoleh dari Kaltim Methanol Industri (KMI), Bontang.

2. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Lokasi di kawasan Bontang relatif strategis untuk pemasaran produk terutama bagi pabrik - pabrik yang menggunakan *Formaldehyde.*

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dan murah karena area kawasan ini memiliki sumber aliran sungai, yaitu sungai Sangatta. Sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik dapat diperoleh dengan cukup mudah.

4. 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.

5. Transportasi

Untuk mempermudah lalu lintas produk dan pemasarannya, pabrik didirikan di Bontang karena dekatnya lokasi pabrik dengan pelabuhan,

serta jalan raya yang memadai, sehingga diharapkan pemasaran *Formaldehyde* baik ke daerah - daerah di pulau Jawa atau ke pulau - pulau lain di Indonesia maupun keluar negeri dapat berjalan dengan baik.

6. Letak Geografis

   Daerah Bontang – Kalimantan Timur merupakan suatu daerah yang terletak di daerah kawasan industri dan pesisir pantai yang memiliki daerah alam yang sangat menunjang. Daerah Bontang dan sekitarnya telah direncanakan oleh pemerintah sebagai salah satu pusat pengembangan wilayah produksi industri.

   Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting yang akan menentukan kelancaran perusahaan dalam menjalankan operasinya. Dari pertimbangan tersebut maka area tanah yang tersedia memenuhi persyaratan untuk pembangunan sebuah pabrik.

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. Adapun faktor-faktor sekunder adalah sebagai berikut :

1. Perluasan Areal Unit.

   Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan pengembangan produksi Kalimantan Timur untuk kawasan Bontang, sehingga memungkinkan

adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perizinan

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. Selain itu fasilitas-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 bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan

bahan baku dan produk, dan sarana lain seperti utilitas, taman dan tempat parkir. Secara garis besar lay out pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

1. Daerah administrasi/ perkantoran dan laboratorium

   Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan yang dijual.

2. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

   Merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang control sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

3. Daerah pergudangan, umum, bengkel, dan garasi
4. Daerah Utilitas dan Power Station

   Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan.

Adapun perincian luas tanah sebagai bagunan pabrik dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1. Perincian luas tanah dan bangunan pabrik

Lokasi	panjang, m	lebar, m	luas, m^2
Kantor utama	44	14	616
Pos Keamanan/satpam	8	4	32
Mess	16	36	576
Parkir Tamu	12	22	264
Parkir Truk	20	12	240
Ruang timbang truk	12	6	72
Kantor teknik dan produksi	20	14	280

Tabel 4.1. Perincian luas tanah dan bangunan pabrik (Lanjutan)

Klinik	12	10	120
Masjid	14	12	168
Kantin	16	12	192
Bengkel	12	24	288
Unit pemadam kebakaran	16	14	224
Gudang alat	22	10	220
Laboratorium	12	16	192
Utilitas	24	10	240
Area proses	65	35	2275
Control Room	28	10	280
Control Utilitas	10	10	100
Jalan dan taman	60	40	2400
Perluasan pabrik	110	20	2200
Luas Tanah			10979
Luas Bangunan			6379
Total	533	331	10979

4.3. Tata Letak Alat Proses

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

1. Aliran bahan baku dan produk

   Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran udara

   Aliaran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia

berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

3. Pencahayaan

   Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia dan kendaraan

   Dalam perancangan lay out peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

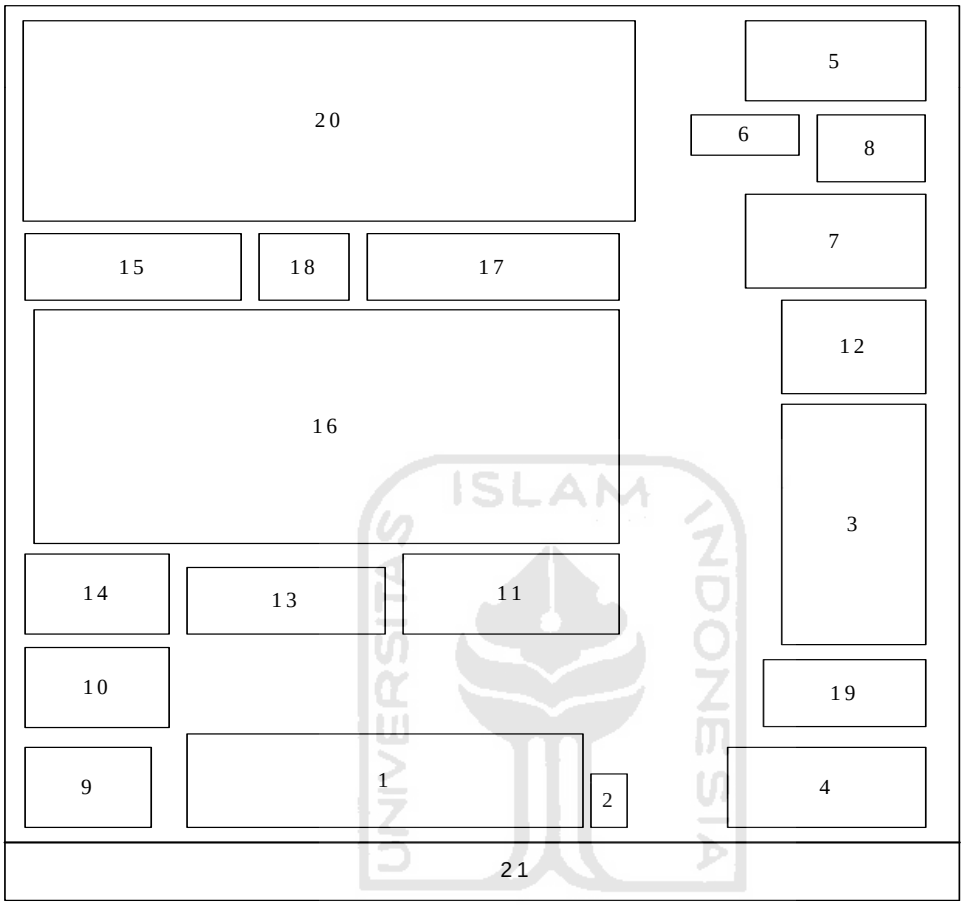
5. Pertimbangan Ekonomi

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

6. Jarak antar alat proses

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

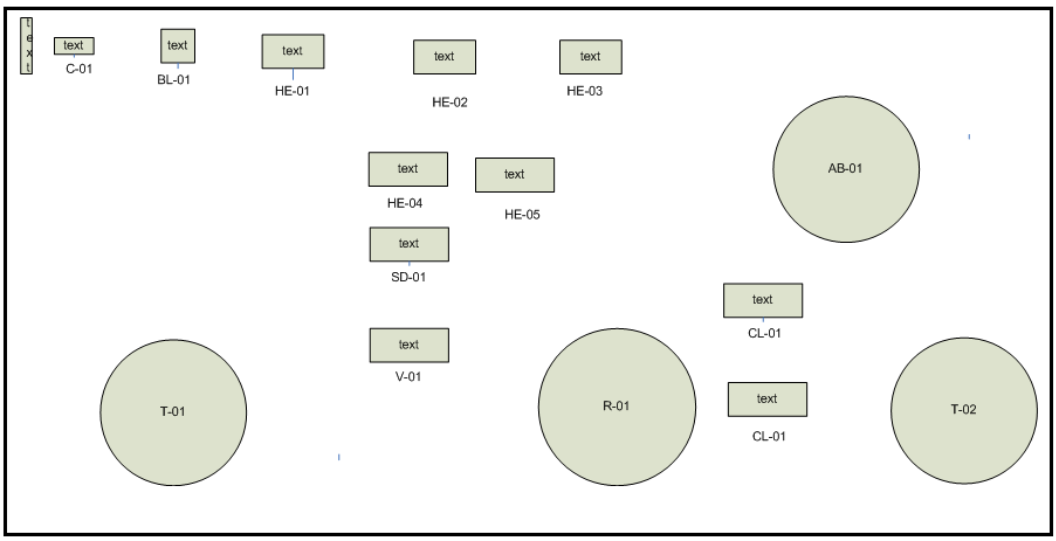
LAY OUT PABRIK *FORMALDEHYDE*



Gambar 4.1 Tata letak Pabrik

Keterangan gambar :

1. Kantor Utama
2. Pos Keamanan
3. Mess
4. Parkir Tamu
5. Parkir truk
6. Ruang timbang truk
7. Kantor teknik dan produksi
8. Klinik
9. Masjid
10. Kantin
11. Bengkel
12. Unit pemadam kebakaran
13. Gudang alat
14. Laboratorium
15. Utilitas
16. Area Proses
17. Kontrol room
18. Kontrol Utilitas
19. Taman
20. Perluasan pabrik
21. Jalan raya



Gambar 4.2 Tata letak alat proses Pabrik

Keterangan :

T	: Tangki	BL	: Blower
VP	: Vaporizer	FU	: Filter Udara
SP	: Separator	C	: Kompresor
R	: Reaktor Fiksbed Multitube	ABS	: Absober
HE	: Heater		
CL	: Cooler		

4.4. Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa

4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4.2 Neraca Massa Total

Komponen	Masuk, Kg/ jam	Keluar, Kg/ jam
CH_3OH	789,8240	25,1954
H_2O	697,4810	1.142,6234
O2	1.579,6480	1.183,6697

Tabel 4.2 Neraca Massa Total (lanjutan)

N2	5.199,6747	5.199,6747
CH_2O		688,7759
CO		22,8753
CO_2		2,2806
CH_3OCH_3		1,5328
Total	8.266,6277	8.266,6277

4.4.1.2 Neraca Massa Setiap Alat

4.4.1.2.1 Vaporizer (VP-01)

Tabel 4.3 Neraca Massa Vaporizer

Komponen	Masuk, Kg/ jam		Keluar, Kg/ jam
	Fres feed	Recycle SP	
CH_3OH	789,8240	197,4560	987,2800
H_2O	0,6674	0,1669	0,8343
Total	988,1143		988,1143

4.4.1.2.2 Separator (SP-01)

Tabel 4.4 Neraca Massa Vaporizer

Komponen	Masuk, Kg/ jam	Keluar, Kg/ jam	
		umpan Reaktor	Recycle ke Vap
CH_3OH	987,2800	789,8240	197,4560
H_2O	0,8343	0,6674	0,1669
Total	988,1143	988,1143	

4.4.1.2.3 Reaktor (R-01)

Tabel 4.5 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk, Kg/ jam	Keluar, Kg/ jam
CH_3OH	789,8240	25,1954
H_2O	122,6952	567,8376
O2	1.579,6480	1.183,6697
N2	5.199,6747	5.199,6747
CH_2O	-	688,7759
CO	-	22,8753
CO_2	-	2,2806
CH_3OCH_3	-	1,5328
Total	7.691,8419	7.691,8419

4.4.1.2.4 Absober (ABS-01)

Tabel 4.6 Neraca Massa Absober

Komponen	Masuk, Kg/ jam	Keluar, Kg/ jam	
		Atas	Bawah
CH_3OH	25,1954	0,2520	24,9434
H_2O	1.142,6234	11,4262	1.131,1971
O2	1.183,6697	1.183,6697	-
N2	5.199,6747	5.199,6747	-
CH_2O	688,7759	6,8878	681,8881
CO	22,8753	22,8753	-
CO_2	2,2806	2,2806	-
CH_3OCH_3	1,5328	1,5328	-
Total	8.266,6277	8.266,6277	

4.4.2 Neraca Panas

4.4.2.1 Neraca Panas Vaporizer

Tabel 4.7 Neraca Panas Vaporizer

Komponen	Masuk, Kj/ jam	Keluar, Kj/ Jam
CH_3OH	444147,8783	625947,6628
H_2O	1298,2002	1672,6927
Beban Panas	912413,4058	-
Panas Penguapan	-	730.239,1
Total	1357859,4843	1357859,4843

4.4.2.2 Neraca Panas Reaktor

Tabel 4.8 Neraca Panas Reaktor

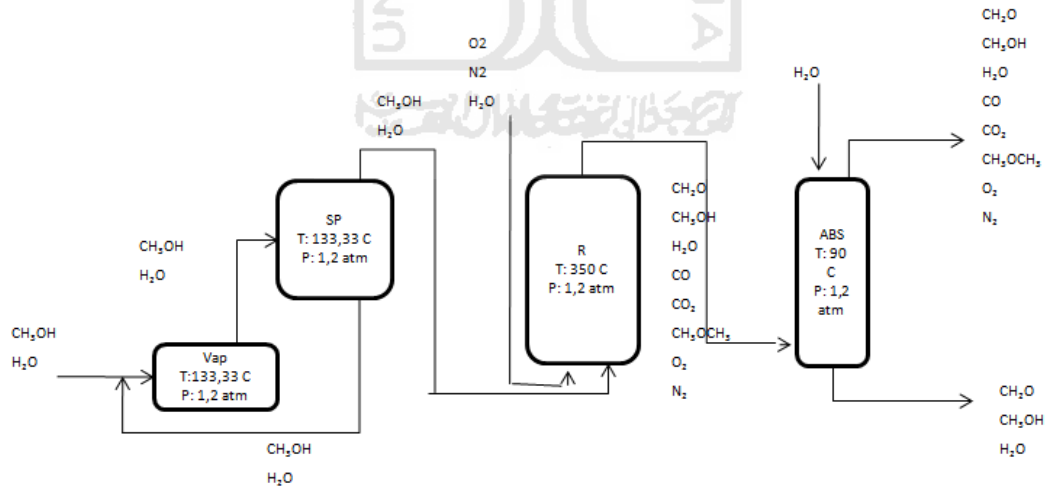
Komponen	Masuk, Kj/ jam	Keluar, Kj/ Jam
CH_3OH	1.045.651,7948	30.885,9545
CH_2O	-	650.180,3348
CO	-	14.811,0519
CO_2	-	1.433,6299
CH_3OCH_3	-	2.060,5410
O_2	990.271,4584	337.272,2316
N_2	3.470.782,8400	752.630,6055
H_2O	155.001,5570	6.224.110,3446
Panas Reaksi	12.410.032,3200	-
Pendingin	-	10.058.355,2764
Total	18.071.739,9702	18.071.739,9702

4.4.2.3 Neraca Panas Absober

Tabel 4.9 Neraca Panas Absober

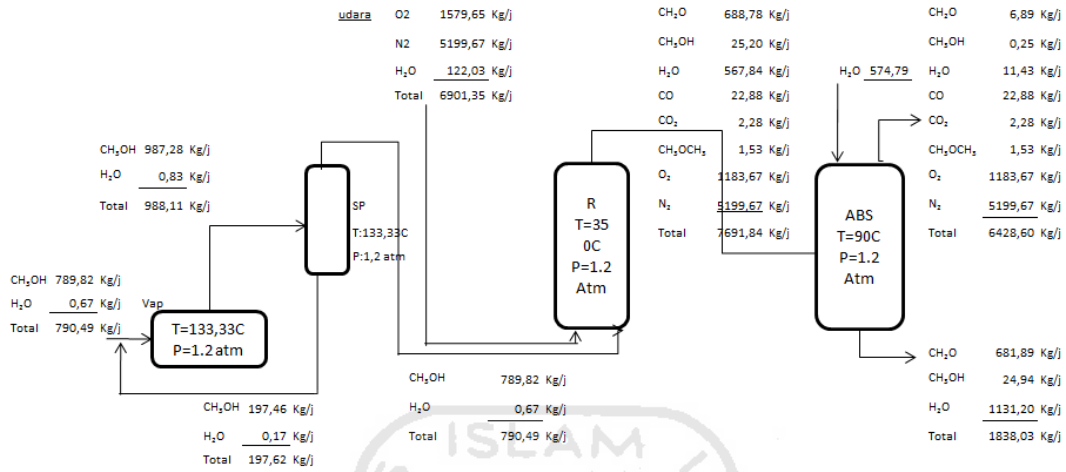
Komponen	Masuk, Kj/ jam	Keluar, Kj/ Jam
CH_3OH	14.044,7425	11.855,3930
CH_2O	316.853,5694	271.754,8107
CO	8.681,5875	7.690,3762
CO_2	760,2536	656,2120
CH_3OCH_3	899,5077	744,7581
O_2	192.640,7791	397.448,4023
N_2	447.828,9622	3.151.234,8789
H_2O	3.894.022,5697	688.972,2769
Qloss	-	345.374,8635
Total	4.875.731,9717	4.875.731,9717

4.4.3 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif Pabrik *Formaldehyd*

4.4.4 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantitatif Pabrik *Formaldehyde*

4.5. Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance berguna untuk menjaga saran atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk 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 berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat - alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi :

1) *Over head* 1 x 1 tahun

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

2) *Repairing*

   Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

   Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

   - 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 meyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

   - Tenaga manusia

     Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi :

1) Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2) Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
3) Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4) Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
5) Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

4.6.1.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik *Formaldehyde* ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai Sangatta. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.

- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
- Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

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 silika.

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 : Di bawah suhu udara
- Warna : Jernih
- Rasa : Tidak berasa
- Bau : Tidak berbau

b) Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bakteri.

4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Tahapan - tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1) Clarifier

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

a) $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$, yang berfungsi sebagai flokulan.

b) Na_2CO_3, yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($Al_2(SO_4)_3.18H_2O$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2) Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/ menyaring partikel - partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira - kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

3) Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam - garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion - ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

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

a) Cation Exchanger

Cation 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 *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+.

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

Reaksi:

$CaCO_3 \longrightarrow Ca^{2+} + CO_3^-$

$MgCl_2 + R - SO_3 \longrightarrow MgRSO_3 + Cl^- + H^+$

Na_2SO_4 (resin) $\longrightarrow Na^{2+} + SO_4^{2-}$

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

Reaksi:

$Mg + RSO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow R_2SO_3H + MgSO_4$

b) 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:

$CO_3^- \longrightarrow CO_3$

$Cl^- + RNOH \longrightarrow RN\,Cl^- + OH^-$

Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

Reaksi:

$RN\,Cl^- + NaOH \longrightarrow RNOH + NaCl$

c) Deaerasi

Dearasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan *hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi:

$2N_2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2N_2$

Air yang keluar dari deaerator ini dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

4.6.1.3 Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Tabel 4.10 Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
HE-03	857,6794
HE-05	1019,1989
V-01	12613,6160
Jumlah	14490,4943

Air pembangkit *steam* 80% dimanfaatkan kembali, maka *make up* yang diperlukan 20%, sehingga *make up steam* = 20% 14490.4943 kg/jam

= 2898.0989 kg/jam

2. Air Proses

Tabel 4.11 Kebutuhan Air Proses

Nama alat	jumlah (kg/jam)
ABS-01	574,7858

Air yang digunakan untuk proses yaitu untuk menyerap Formaldehyd 37% di Absober.

3. Air Untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

Dianggap 1 orang membutuhkan air = 100 lt/hari (Sularso,2000)

Jumlah karyawan = 120 orang

Tabel 4.12 Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/hari)
1.	Karyawan	12.000
2	Perumahan	24.000
3.	Laboratorium	500
4.	Bengkel	200
5.	Kantin	1.500
6.	Kebersihan, Pertamanan, dan Lain-lain	1.000
	Jumlah	**44.100**

Kebutuhan air total = (2898.0989 + 574,7858 + 44.100/24) kg/jam

= 5.310,3847 kg/jam

Diambil angka keamanan 10% = 1,1 x 5.310,3847 = 5.841,4232 kg/jam

4.6.2 Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)

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

- Kapasitas : 20.286,6920 kg/jam
- Jenis : *Fire Tube Boiler*
- Jumlah : 1 buah

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

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O_2, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan - bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya 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 150°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boile*r, 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.

4.6.2 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power - power yang

dinilai penting antara lain *boiler*, kompresor, pompa. Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :

- Kapasitas : 180 KWatt
- Jenis : Generator Diesel
- Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari 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 listrik PLN 100%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

4.6.3 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 70.23 m^3/jam.

4.6.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan *boiler*. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (*Industrial Diesel Oil*) yang diperoleh dari PT. Badak, Bontang. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada *boiler* adalah *Residual Oil* no. 6 yang juga diperoleh dari PT. Badak, Bontang.

4.8 Organisasi Perusahaan

4.8.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Pabrik *Formaldehyde* yang akan didirikan ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Untuk perusahaan - perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi). Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan (PT) ini adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

1. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
4. Efisiensi dari manajemen

   Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.

5. Lapangan usaha lebih luas

   Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
6. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
7. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
8. Mudah bergerak di pasar global.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang - undang hukum dagang.
2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.
3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham - saham.
4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang - undang pemburuhan.

4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Untuk menjalankan segala aktivitas di dalam perusahan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing - masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat

menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing - masing personil dalam perusahaan tersebut.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

a) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
b) Pendelegasian wewenang
c) Pembagian tugas kerja yang jelas
d) Kesatuan perintah dan tanggung jawab
e) Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
f) Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap azas - azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu : sistem *line* dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

1) Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

2) Sebagai staf yaitu orang - orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

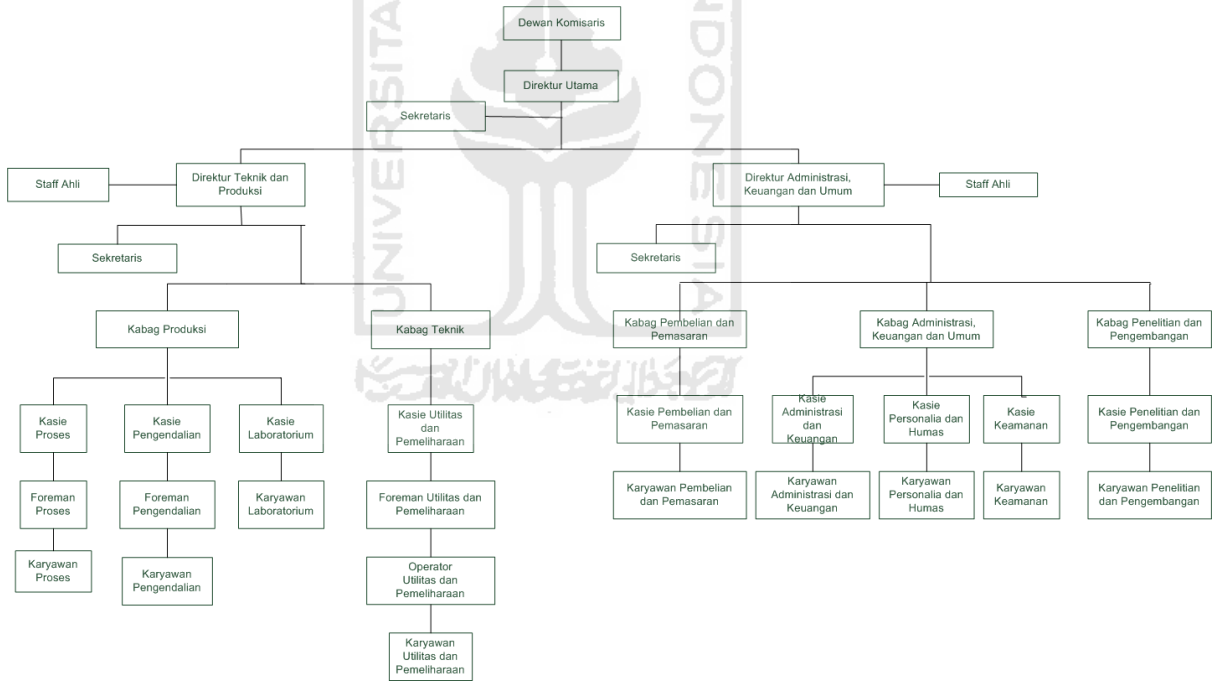
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari - harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi, keuangan dan umum, serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

a) Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
b) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
c) Penempatan pegawai yang lebih tepat.
d) Penyusunan program pengembangan manajemen.
e) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Berikut gambar struktur organisasi pabrik *Formaldehyde* dari metanol dan udara dengan kapasitas 15.000 ton/tahun.



Gambar 4.5 Struktur organisasi perusahaan

4.8.3 Tugas dan Wewenang

4.8.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

a) Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
b) Mengangkat dan memberhentikan direktur
c) Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

4.8.3.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari - hari daripada pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham.Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber – sumber dana dan pengarah pemasaran.
b. Mengawasi tugas - tugas direktur.
c. Membantu direktur dalam tugas - tugas penting.

4.8.3.3 Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan

kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain:

a) Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
b) Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
c) Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
d) Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:

a) Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
b) Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala - kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

a) Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.

b) Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala - kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.8.3.4 Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang:

a) Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
b) Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
c) Mempertinggi efisiensi kerja.

4.8.3.5 Kepala Bagian

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala Bagian Produksi membawahi:

- Seksi Proses

Tugas Seksi Proses meliputi :

- ❖ Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
- ❖ Mengawasi jalannya proses produksi.

➢ Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian meliputi:

- ❖ Menangani hal - hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

➢ Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium meliputi:

- ❖ Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- ❖ Mengawasi dan menganalisa produk.
- ❖ Mengawasi kualitas buangan pabrik.

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain:

⇒ Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan.

⇒ Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi:

➢ Seksi Pemeliharan

Tugas Seksi Pemeliharan antara lain:

- ❖ Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan *table* pabrik.
- ❖ Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik .

➢ Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas antara lain:

- ❖ Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listik.

c. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

Tugas Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran antara lain:

⇒ Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

⇒ Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian pembelian dan pemasaran membawahi:

➢ Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian antara lain:

- ❖ Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- ❖ Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

➢ Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran antara lain:

- ❖ Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- ❖ Mengatur distribusi barang dari gudang.

d. Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum

Tugas Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

⇒ Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia dan humas, serta keamanan.

⇒ Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian administrasi, keuangan dan umum membawahi:

- ➢ Seksi Administrasi dan Keuangan

  Tugas Seksi Administrasi dan Keuangan antara lain:

  - ❖ Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.
- ➢ Seksi Personalia

  Tugas Seksi Personalia antara lain:

  - ❖ 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 dinamis.
  - ❖ Melaksanakan hal - hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

- Seksi Humas

  Tugas Seksi Humas antara lain:

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

- Seksi Keamanan

  Tugas Seksi Keamanan antara lain:

  - Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.
  - Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan.
  - Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

e. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan antara lain:

⇒ Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang penelitian dan pengembangan produksi.

⇒ Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi:

- Seksi Penelitian
- Seksi Pengembangan

4.8.3.6 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.8.3.7 Status Karyawan

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan ini dapat dibagi menjadi 3 golongan, sebagai berikut :

a) Karyawan Tetap

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

b) Karyawan Harian

   Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

c) Karyawan Borongan

   Karyawan yang digunakan oleh pabrik/perusahaan bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

4.8.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shut down*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu :

a) Karyawan *Non Shift*

Karyawan *non shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan *non shift* adalah : Direktur Utama, Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan *non shift* dalam satu minggu bekerja selama 6 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja : Senin – Jumat : jam 07.00 – 16.00
Jumat : jam 07.00 – 17.00
Jam istirahat : Senin – Kamis : jam 12.00 – 13.00
Jumat : jam 11.00 – 13.00

b) Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* ini adalah operator produksi, bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan akan bekerja

secara bergantian sehari semalam. Karyawan *shift* dibagi dalam 3 *shift* dengan pengaturan sebagai berikut :

- *Shift* pagi : jam 07.00 – 15.00
- *Shift* siang : jam 15.00 – 23.00
- *Shift* malam : jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* dibagi menjadi 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu lainnya istirahat dan ini berlaku secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap *shift*, dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.13 Jadwal kerja *shift* tiap regu

Regu	**Hari**											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

Keterangan : P = *shift* pagi

S = *shift* siang

M = *shift* malam

L = libur

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.

4.8.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.8.5.1 Jabatan dan Keahlian

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjana S-1 sampai lulusan SMP. Perinciannya sebagai berikut :

Tabel 4.14 Jabatan dan keahlian

No.	Jabatan	Keahlian
1	Direktur Utama	Magister Teknik Kimia
2	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4	Staf Ahli	Sarjana Teknik Kimia dan Ekonomi
5	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
6	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin
7	Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8	Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
9	Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
10	Kepala Seksi Personalia dan Humas	Sarjana Sosial

Tabel 4.14 Jabatan dan keahlian (Lanjutan)

11	Kepala Seksi Keamanan	Ahli Madya
12	Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Industri/Ekonomi
13	Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	Sarjana Industri/Ekonomi
14	Kepala Seksi Proses	Sarjana Teknik Kimia
15	Kepala Seksi Pengendalian	Sarjana Teknik Kimia
16	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia
17	Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	Sarjana Teknik Kimia
18	Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
19	*Foreman* Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
20	Operator Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
21	*Foreman* Teknik	Ahli Madya Teknik Mesin
22	Operator Teknik	Ahli Madya Teknik Mesin
23	*Foreman* Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
24	Operator Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
25	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	Ahli Madya Teknik Industri / Ekonomi
26	Karyawan Administrasi dan Keuangan	Ahli Madya Ekonomi
27	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	Ahli Madya Teknik Kimia
28	Karyawan Personalia dan Humas	Ahli Madya Sosial
29	Karyawan Keamanan	Lulusan SMA
30	Karyawan Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
31	Karyawan Pengendalian	Ahli Madya Teknik Kimia
32	Karyawan Laboratorium	Ahli Madya Teknik Kimia
33	Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	Ahli Madya Teknik Kimia
34	Sekretaris	Ahli Madya Sekretaris
35	Medis	Dokter
36	Paramedis	Sarjana Keperawatan
37	Sopir	Lulusan SMP
38	*Cleaning Service*	Lulusan SMP

4.8.5.2 Perincian Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada. Penentuan jumlah karyawan proses dapat digambarkan sebagai berikut :

Tabel 4.15 Perincian Jumlah Karyawan

Nama Alat	∑Unit	Orang/Unit.Shift	Orang/shift
Reaktor Fiksbed	1	0,5	0,5
Separator	1	0,25	0,25
Vaporizer	1	0,25	0,25
Heater	5	0,2	1
Cooler	2	0,2	0,4
Tangki	2	0,1	0,2
Pompa	5	0,05	0,25
Kompresor	1	0,05	0,05
Filter Udara	1	0,05	0,05
Absober	1	0,5	0,5
Total			3,45

- Jumlah operator untuk alat proses = 4 x 4 Shift

  = 16 Orang

- Jumlah operator utilitas = 0,5 x Jumlah operator produksi

  = 0,5 x 16 Orang

  = 8 Orang

Sehingga total keseluruhan operator lapangan = 16 Orang + 8 Orang

= 24 Orang

Tabel 4.16 Jumlah karyawan

Jabatan	Jmlh
Direktur Utama	1
Direktur Teknik dan Produksi	1
Direktur Keuangan dan Umum	1
Staff Ahli	2
Ka. Bag. Pembelian dan Pemasaran	1
Ka. Bag. Administrasi, Keuangan dan umum	1
Ka. Bag. Teknik	1
Ka. Bag. Produksi	1
Ka. Sek. Personalia dan Humas	1
Ka. Sek. Keamanan	1
Ka. Sek. Pembelian dan Pemasaran	1
Ka. Sek. Administrasi dan Keuangan	1
Ka. Sek. Proses	1
Ka. Sek. Pengendalian	1
Ka. Sek. Laboratorium	1
Ka. Sek. Utilitas dan Pemeliharaan	1
Ka. Sek. Penelitian dan Pengembangan	1
Karyawan Personalia dan Humas	3
Karyawan Keamanan	12
Karyawan Pembelian dan Pemasaran	4
Karyawan Administrasi dan Keuangan	3
Foremen Proses	4
Karyawan Proses	12
Foreman Teknik	4
Karyawan Teknik	10
Foreman Utilitas	2
Karyawan Utilitas	6
Karyawan Pengendalian	5

Lanjutan Tabel 4.16 Jumlah karyawan

Karyawan Laboratorium	4
Karyawan Pemeliharaan	7
Karyawan KKK	6
Sekretaris	3
Medis	1
Paramedis	3
Sopir	6
Cleaning Service	7

4.8.5.3 Penggolongan Gaji

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

a) Gaji bulanan

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

b) Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c) Gaji lembur

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

Tabel 4.17 Penggolongan gaji menurut jabatan

Jabatan	**Jmlh**	**Gaji per Bulan (Rp)**	**Total Gaji (Rp)**
Direktur Utama	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Direktur Teknik dan Produksi	1	15.000.000,00	15.000.000,00

Tabel 4.17 Penggolongan gaji menurut jabatan (Lanjutan)

Direktur Keuangan dan Umum	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Staff Ahli	2	5.000.000,00	10.000.000,00
Ka. Bag. Pembelian dan Pemasaran	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Bag. Administrasi, Keuangan dan umum	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Bag. Teknik	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Bag. Produksi	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Personalia dan Humas	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Keamanan	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Pembelian dan Pemasaran	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Administrasi dan Keuangan	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Proses	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Pengendalian	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Laboratorium	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Utilitas dan Pemeliharaan	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Penelitian dan Pengembangan	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Karyawan Personalia dan Humas	3	1.500.000,00	4.500.000,00
Karyawan Keamanan	12	1.500.000,00	18.000.000,00
Karyawan Pembelian dan Pemasaran	4	1.500.000,00	6.000.000,00
Karyawan Administrasi dan Keuangan	3	1.500.000,00	4.500.000,00
Foremen Proses	4	2.000.000,00	8.000.000,00
Karyawan Proses	12	1.500.000,00	18.000.000,00
Foreman Teknik	4	2.000.000,00	8.000.000,00
Karyawan Teknik	10	1.500.000,00	15.000.000,00
Foreman Utilitas	2	2.000.000,00	4.000.000,00
Karyawan Utilitas	6	1.500.000,00	9.000.000,00
Karyawan Pengendalian	5	1.500.000,00	7.500.000,00
Karyawan Laboratorium	4	1.500.000,00	6.000.000,00

Tabel 4.17 Penggolongan gaji menurut jabatan (Lanjutan)

Karyawan Pemeliharaan	7	1.500.000,00	10.500.000,00
Karyawan KKK	6	1.500.000,00	9.000.000,00
Sekretaris	3	1.500.000,00	4.500.000,00
Medis	1	2.000.000,00	2.000.000,00
Paramedis	3	1.500.000,00	4.500.000,00
Sopir	6	1.500.000,00	9.000.000,00
Cleaning Service	7	800.000,00	5.600.000,00
Total	120		279.600.000,00

4.8.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa :

1) Tunjangan
   a) Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
   b) Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
   c) Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
2) Cuti
   a) Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu (1) tahun.
   b) Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3) Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

4) Pengobatan

a) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang - undang yang berlaku.

b) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5) Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)

ASTEK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp 1.000.000,00 per bulan.

Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain:

a. Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
b. Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.
c. Sarana peribadatan seperti masjid.
d. Pakaian seragam kerja dan peralatan - peralatan keamanan seperti *safety helmet, safety shoes* dan kacamata, serta tersedia pula alat - alat keamanan lain seperti *masker*, *ear plug*, sarung tangan tahan api.
e. Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis dan paramedis.

4.8.7 Manajemen Produksi

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

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengandalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan 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 diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

a. Perencanaan Produksi

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

1. Kemampuan Pasar

   Dapat dibagi dua kemungkinan :

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

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

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

b. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard 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 kuatitas 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.

4. Pengendalian bahan proses

   Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

4.9 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan *(estimation)* tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor - faktor yang ditinjau adalah :

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

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut :

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment*) Meliputi :
   a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)

b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*) Meliputi :

   a. Biaya pembuatan *(Manufacturing Cost*)

   b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

3. Pendapatan modal

   Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :

   a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)

   b. Biaya variabel (*Variable Cost*)

   c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Pabrik *Formaldehyde* beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2014. Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mancari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2014 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1955 sampai 2014, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4.18 Harga indek

Tahun (X)	tahun ke	indeks (Y)
1975	1	182
1976	2	192
1977	3	204
1978	4	219
1979	5	239
1980	6	261
1981	7	297
1982	8	314
1983	9	317
1984	10	323
1985	11	325
1986	12	318
1987	13	324
1988	14	343
1989	15	355
1990	16	356
total		4569

Sumber : (Peter Timmerhaus,1990)

Persamaan yang diperoleh adalah : y = 11.99 x + 183.6

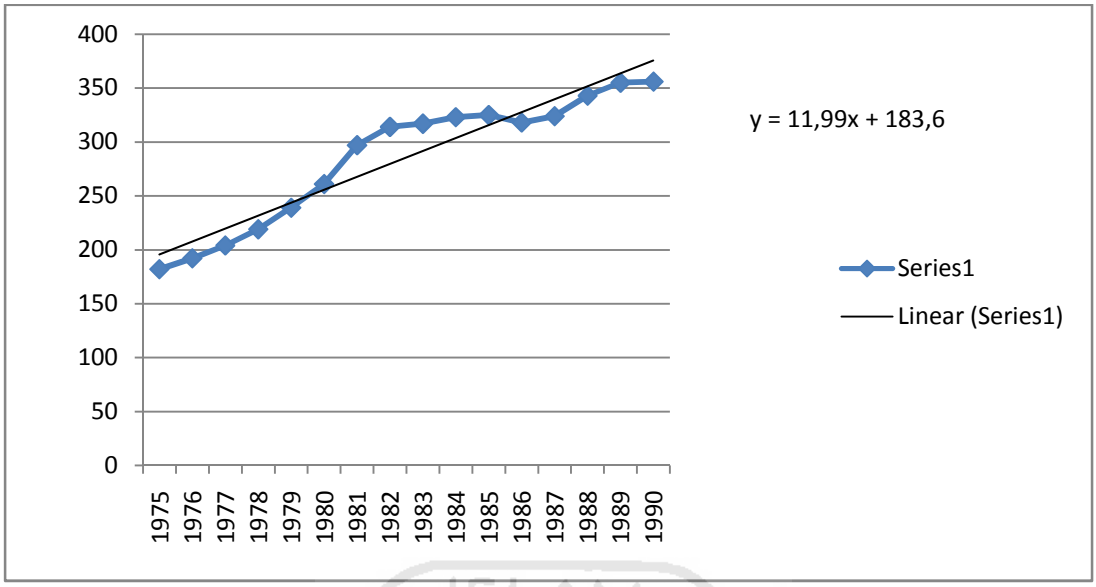
Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2014 adalah:

Tabel 4.19 Harga indeks pada tahun perancangan

Tahun	tahun ke	Indeks
1991	17	387,43
1992	18	399,42
1993	19	411,41
1994	20	423,4

1995	21	435,39
1996	22	447,38
1997	23	459,37
1998	24	471,36
1999	25	483,35
2000	26	495,34
2001	27	507,33
2002	28	519,32
2003	29	531,31
2004	30	543,3
2005	31	555,29
2006	32	567,28
2007	33	579,27
2008	34	591,26
2009	35	603,25
2010	36	615,24
2011	37	627,23
2012	38	639,22
2013	39	651,21
2014	**40**	**663,2**

Jadi indeks pada tahun 2014 = **663.2**



Gambar 4.6. Indeks harga

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi Peters & Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries & Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan :

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$ (Aries & Newton, 1955)

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2014

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

Nx : Index harga pada tahun 2014

Ny : Index harga pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

4.9.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi *Formaldehyde* = 15.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan pada tahun = 2014

Kurs mata uang = 1 US$ = Rp 9.000,-

Harga bahan baku (metanol) = Rp 37.931.407.668

Harga bahan pembantu :

- Katalis (*Iron Molybdenum Oxyde*) = Rp 1.122.126.955

Harga Jual = Rp 115.500.000.000

4.9.3 Perhitungan Biaya

4.9.3.1 *Capital Investment*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran – pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital *investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

   Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik.

b. *Working Capital Investment*

   Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

4.9.3.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct, Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost,* yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries & Newton (Tabel 23), *Manufacturing Cost* meliputi :

a. *Direct Cost*

   Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

   Indirect Cost adalah pengeluaran–pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. *Fixed Cost*

   Fixed Cost adalah biaya – biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

4.9.3.3 *General Expense*

Genaral Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran–pengeluaran yang berkaitan dengan 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 suatu analisa atau evaluasi kelayakan.

Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

4.9.4.1 *Percent Return On Investment*

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$\text{ROI} = \frac{\textit{Keuntungan}}{\textit{Fixed}\ \text{Capital}} \times 100\,\%$$

4.9.4.2. *Pay Out Time* (POT)

***Pay Out Time* (POT)** adalah :

- Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.
- Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
- Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$\text{POT} = \frac{\textit{Fixed}\ \text{Capital Investment}}{(\textit{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi})}$$

4.9.4.3 *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah :

- Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menetukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
- Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4.9.4.4 *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

- Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa

juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*).

- Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mancapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
- Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

4.9.4.5 *Discounted Cash Flow Rate Of Return* (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

- Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

- Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

$$(FC+WC)(1+i)^N = C\sum_{n=0}^{n=N-1}(1+i)^N + WC + SV$$

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

4.9.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik *Formaldehyde* memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.20 *Physical Plant Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	Harga alat	18.369.785.821,17	1.669.980,53
2	Biaya pemasangan	2.401.432.001	266.825,78
3	Biaya pemipaan	8.229.664.047,88	914.407,12

Tabel 4.20 *Physical Plant Cost* (Lanjutan)

4	Biaya instrumentasi	3.747.436.308	416.381,81
5	Biaya listrik	2.254.473.714,42	250.497,08
6	Biaya isolasi	567.793.380	63.088,15
7	Biaya bangunan	2.870.550.000,00	318.950,00
8	Biaya tanah	2.744.750.000	304.972,22
***Physical Plant Cost* (PPC)**		41.603.380.404,20	4.622.597,82

Tabel 4.21 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Construction Cost* (20%.PEC)	8.320.676.080,84	924.519,56
	Total (DPC + PPC)	61.018.291.259	5.547.117,39

Tabel 4.22 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Direct Plant Cost (DPC)*	61.018.291.259	5.547.117,39
2	*Contractors fee* (10%.DPC)	6.101.829.125,95	554.711,74
3	*Contigency* (10%.DPC)	4.992.405.648,50	554.711,74
	Total	59.908.867.782,05	6.656.540,86

Tabel 4.23 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1.	*Raw Material*	39.053.534.623	4.339.282
2.	*Labor*	3.301.200.000,00	300.109,09
3.	*Supervisor*	825.300.000,00	75.027,27
4.	*Maintenance*	1.198.177.356	108.925,21

Tabel 4.23 *Direct Manufacturing Cost (DMC)* (Lanjutan)

5.	*Plant Suplies*	179.726.603,35	16.338,78
6.	*Royalty and Patent*	1.155.000.000	105.000,00
7.	Bahan utilitas	20.247.836.876,29	2.249.759,65
	Total	65.960.775.458,37	5.996.434,13

Tabel 4.24 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	**Komponen**	**Harga (Rp)**
1	*Payroll Overhead*	495.180.000,00
2	*Laboratory*	330.120.000
3	*Plant Overhead*	1.650.600.000
4	*Packaging n Shipping*	11.550.000.000
Total IMC		14.025.900.000

Tabel 4.25 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	Depresiasi	4.792.709.422,56	435.700,86
2.	*Propertay tax*	599.088.678,00	54.462,61
3.	Asuransi	599.088.678	54.462,61
	Total	5.990.886.778	544.626,07

Tabel 4.26 *Total Manufacturing Cost (MC)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	*Direct Manufacturing Cost*	65.960.775.458,37	403.940,36
2.	*Indirect Manufacturing Cost*	14.025.900.000	1.275.081,82
3.	*Fixed Manufacturing Cost*	599.088.678	544.626,07
	Total	85.977.562.237	7.816.142,02

Tabel 4.27 *Working Capital (WC)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**
1.	*Raw Material Inventory*	591.720.222,00
2.	*Inproses Inventory*	130.269.033,69
3.	*Product Inventory*	3.908.071.010,75
4.	*Extended credit*	5.250.000.000,00
5.	*Available cash*	7.816.142.021,51
	Total	17.696.202.288

Tabel 4.28 *General Expense (GE)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	Administrasi	2.579.326.867,10	234.484,26
2.	*Sales expense*	4.298.878.111,83	390.807,10
3.	*Research*	3.439.102.489,46	312.645,68
4.	*Finance*	1.552.101.401,39	141.100,13
	Total	11.869.408.870	1.079.037,17

Tabel 4.29 Total biaya produksi

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	*Manufacturing Cost*	85.977.562.237	7.816.142,02
2.	*General Expense*	11.869.408.870	1.079.037,17
	Total	97.846.971.107	8.895.179,19

Tabel 4.30 *Fixed cost (Fa)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**
1.	Depresiasi	4.792.709.422,56
2.	*Property tax*	599.088.678,00
3.	Asuransi	599.088.678
	Total	5.990.886.778

Tabel 4.31 *Variable cost (Va)*

No	**Komponen**	**Harga (Rp)**
1	*Raw Material*	39.053.534.623
2	*Packing n Shipping*	11.550.000.000
3	Utilitas	20.247.836.876
4	*Royalties & patents*	1.155.000.000
	Total Va	72.006.371.499

Tabel 4.32 *Regulated cost (Ra)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**
1	Gaji karyawan	3.301.200.000
2	*Payroll overhead*	495.180.000
3	*Plant overhead*	1.650.600.000
4	Supervisi	825.300.000
5	*Laboratorium*	330.120.000
6	*Maintenance*	1.198.177.356
7	*General expense*	11.869.408.870
8	*Plant supplies*	179.726.603
	Total	19.849.712.829

4.9.6 Analisa Keuntungan

Harga jual produk *Formaldehyde*	= Rp 6.300,00 /kg
Annual Sales (Sa)	= Rp 115.500.000.000
Total Cost	= Rp 97.846.971.106
Keuntungan sebelum pajak	= Rp 17.653.028.894
Pajak Pendapatan	= 50%
Keuntungan setelah pajak	= Rp 8.826.514.447

4.9.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

4.9.7.1 *Percent Return On Investment (ROI)*

$$ROI = \frac{Keuntungan}{Fixed\ \text{Capital}} \times 100\,\%$$

ROI sebelum pajak = 29 %

ROI sesudah pajak = 15 %

4.9.7.2 *Pay Out Time (POT)*

$$\text{POT} = \frac{Fixed\ \text{Capital Investment}}{(Keuntungan\ \text{Tahunan} + \text{Depresiasi})}$$

POT sebelum pajak = 2.67 tahun

POT sesudah pajak = 4.40 tahun

4.9.7.3 *Break Even Point (BEP)*

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

BEP = 40,36 %

4.9.7.4 *Shut Down Point (SDP)*

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

SDP = 20.12 %

4.9.7.5 *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp 59.908.867.782

Working Capital = Rp 17.696.202.288

Salvage Value (SV) = Rp 4.792.709.423

Cash flow (CF) = *Annual profit + depresiasi + finance*

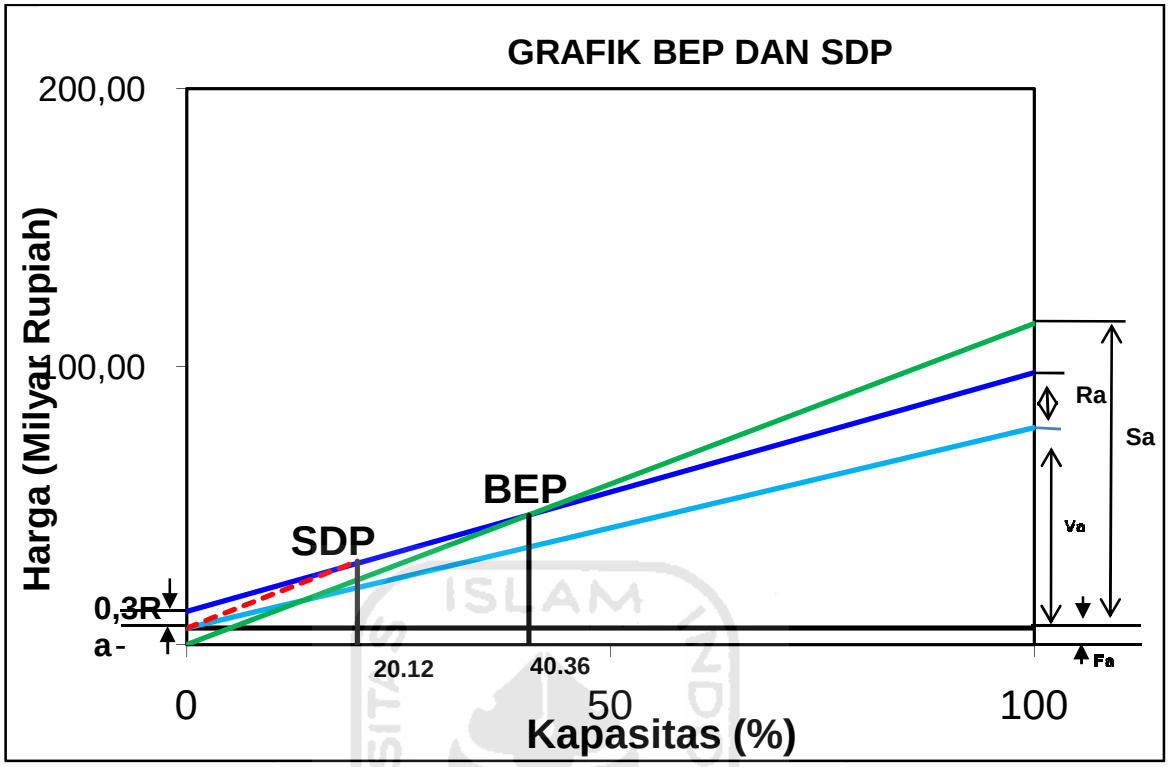
CF = Rp 15.171.325.271

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

$$(FC+WC)(1+i)^N = C\sum_{n=0}^{n=N-1}(1+i)^N + WC + SV$$

R = S

Dengan *trial & error* diperoleh nilai i = 20.07 %



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Harga vs Kapasita

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pabrik *Formaldehyde* dari metanol dan udara dengan kapasitas 15.000 ton/tahun, dapat digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena :

1. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik, maka pabrik *Formaldehyde* dari methanol dan udara ini tergolong pabrik beresiko rendah.
2. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
   1) Keuntungan yang diperoleh :

      Keuntungan sebelum pajak Rp 17.653.028.894 /tahun, dan keuntungan setelah pajak (50%) sebesar Rp 8.826.514.447 /tahun.

   2) *Return On Investment* (ROI) :

      Presentase ROI sebelum pajak sebesar 29%, dan ROI setelah pajak sebesar 15%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% (Aries & Newton, 1955).

   3) *Pay Out Time* (POT) :

      POT sebelum pajak selama 2.67 tahun dan POT setelah pajak selama 4.4 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

4) *Break Event Point* (BEP) pada 40,36 %, dan *Shut Down Point* (SDP) pada 20.12 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.
5) *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 20.07 %. Suku bunga pinjaman di bank saat ini adalah 6,5 % (www.bi.go.id, 5 Januari 2011). Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga pinjaman bank (1,5 x 6,5% = 9,8%).

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik *Formaldehyde* dari metanol dan udara dengan kapasitas 15.000 ton/tahun ini layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep - konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut :

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses/ alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik - pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.

3. Produk *Formaldehyde* dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc Graw Hill Handbook Co., Inc., New York

Biro Pusat Statistik, 2004-2007, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta

Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978, *Unit Operation*, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Ic., New York

Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design*, John Wiley and Sons, Inc., New York

Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*, Vol 1 $ 6, Pergamon Internasional Library, New York

Evans, F.L., 1979, *Equipment Design Handbook for Refineries and Chemical Plants*, Gulf Publishing Company, Book Division, Houston

Faith, W.L., and Keyes, D.B., 1961, *Industrial chemical*, John Wiley and Sons, Inc., New York

Fromment, F.G., and Bischoff, B.K., 1979, *Chemical Reactor Analysis and Design*, John Wiley and Sons, Inc., New York

Geankoplis, C.J., 1983, *Transport Process and Unit Operation*, 2nd ed., Allyn and Bacon Inc., Boston

Groggins, P.H., 1958, *Unit Processes in Organics Synthesis*, 5th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Holman, J., 1981, *Heat Transfer*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Kern, D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1983, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York

Levenspiel, O., 1972, *Chemical Reaction Engineering*, 2nd ed., John Wiely and Sons, Inc., New York

Ludwig, E.E., 1964, *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, Gulf Publishing, Co., Houston

Mc Adams, W.H., 195, *Heat Transmission*, 3rd ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Mc Cabe, Smith, J.C., and Harriot, 1985, *Unit Operation of Chemical Engineering*, 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Perry, R.H., and Green, D.W., 1986, *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 6th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1980, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 3rd ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Powell, S.P., 1954, *Water Conditioning for Industry*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Rase, F.H., 1977, *Chemical Reactor Design for Process Plants*, John Wiley and Sons, Inc., New York

R.K.Sinnot, 1983, *"An Introduction to Chemical Engineering Design"*, Pergamon Press

LAMPIRAN - LAMPIRAN

LAMPIRAN REAKTOR

Perhitungan Reaktor

Jenis : Reaktor *Fixed Bed Multitube*

Kondisi Operasi : Suhu = 350 ^{o}C

Tekanan = 1,2 atm

Reaksi = Eksotermis

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor:

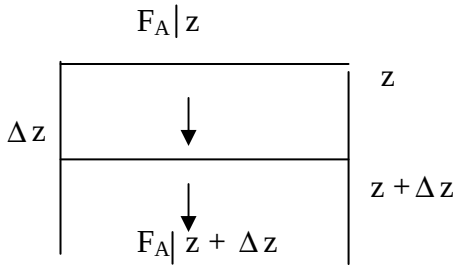
1. $CH_3OH + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CH_2O + H_2O$ (X_1 = 93,02%)
2. $CH_3OH + O_2 \longrightarrow CO + 2H_2O$ (X_2 = 3,31%)
3. $CH_3OH + \frac{3}{2} O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$ (X_3 = 0,21%)
4. $2CH_3OH \longrightarrow CH_3OCH_3 + H_2O$ (X_4 = 0,27%)

1. Persamaan-persamaan Matematis Reaktor

a. Neraca Massa Reaktor

Reaksi berlangsung dalam keadaan steady state dalam reactor setebal ΔZ dengan konversi X. Neraca massa CH3OH pada elemen volume :

Input – Output – Yang bereaksi = 0



Input - Output - Yang Bereaksi = 0

$FA|_Z - (FA|_{Z+\Delta Z} + (-ra)\,\Delta v) = 0$

$\Delta v = \frac{\pi Di^2}{4} \varepsilon \Delta z$

Δv = volume gas diantara katalis pada elemen volum

$FA|_Z - FA|_{Z+\Delta Z} - (-ra)\ \pi/4\ Di^2\ \varepsilon\ .\ \Delta Z = 0$

$$\frac{FA|_{Z+\Delta Z} - FA|_Z}{\Delta Z} = (-ra)\ \pi/4\ Di^2\ \varepsilon$$

$$\frac{-FA}{\Delta Z} = \frac{-rA.\pi Di^2}{4}\ \varepsilon$$

Dimana $F_A = - F_{A}o\ (1 - X_A)$

$\Delta F_A = -$ FAo. Δx_A

$$FAo\ .\ \frac{\Delta XA}{\Delta Z} = \frac{-(rA)\pi Di^2}{4}\ \varepsilon$$

$$\frac{\Delta XA}{\Delta Z} = \frac{-(rA)\pi Di^2}{4FAo}\ \varepsilon$$

Lim $\Delta Z \longrightarrow 0$

$$\frac{dXA}{dz} = \frac{(-rA)\pi Di^2\varepsilon}{4FAo}$$

dimana : $\frac{dXA}{dz}$ = perubahan konversi persatuan panjang

ε = porositas

$(-r_A)$ = kecepatan reaksi = k C_A. C_B

Z = tebal tumpukan katalisator

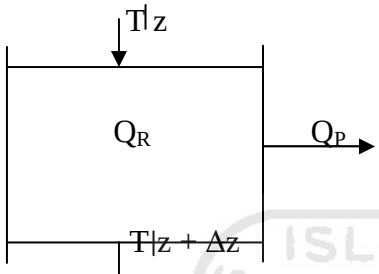
Di = diameter dalam pipa

KOMPOSISI DENGAN PERHITUNGAN KAPASITAS

INPUT	M, Kg/j		OUTPUT	M, Kg/j
CH3OH	789,8240		CH3OH	25,1954
O2	1579,6480		CH2O	688,7759
N2	5199,6747		CO	22,8753
H2O	122,6952		CO2	2,2806
total	**7691,8419**		CH3OCH3	1,5328
			H2O	567,8376

			O2	1183,6697
			N2	5199,6747
			total	**7691,8419**

b. Neraca Panas Elemen Volum



Q_R = panas reaksi

Q_P = panas yang dibuang, ada pendinginan

Input - Output =Acc

Σ m.Cp ($T|_Z$ - To) – [(Σ m.Cp) ($T|_{Z+\Delta Z}$ – To) + Q_R + Q_P]

Σ m.Cp ($T|_Z$ - $T|_{Z+\Delta Z}$) = Q_R + Q_P

(Σ m.Cp) ($-\Delta T$) = Q_R + Q_P

$Q_R = \Delta H_R F_{Ao} \Delta_{XA}$

$Q_P = UA (T - T_S)$

$A = \pi$ Do Δz

$Q_P = U \pi$ Do $\Delta z(T - T_S)$

(Σ m.Cp) ($-\Delta T$) = ΔHR . Fao . ΔXA + U.π.Do.ΔZ (T-Ts)

: ΔZ

$$(\Sigma \text{ m.Cp}) \left(\frac{-\Delta T}{\Delta Z}\right) = \Delta\text{HR} \cdot \text{Fao} \cdot \left(\frac{\Delta XA}{\Delta Z}\right) + \text{U.}\pi\text{.Do.}\Delta\text{Z (T-Ts)}$$

$$\left(\frac{-\Delta T}{\Delta Z}\right) = \frac{\Delta\text{HR} \cdot \text{Fao} \cdot \left(\frac{\Delta XA}{\Delta Z}\right) + \text{U.}\pi\text{.Do.}\Delta\text{Z (T-Ts)}}{(\Sigma \text{ m.Cp})}$$

lim $\Delta Z \longrightarrow 0$

$$\frac{dT}{dZ} = \frac{\Delta\text{HR} \cdot \text{Fao} \cdot \left(\frac{dXA}{dZ}\right) + \text{U.}\pi\text{.Do.}\Delta\text{Z (T-Ts)}}{(\Sigma \text{ m.Cp})}$$

Dimana:

$\frac{dT}{dZ}$ = Perubahan Suhu persatuan panjang katalis

ΔH_R = Panas Reaksi

U = Overall heat transfer coefficient

Do = Diameter luar

T = Suhu gas

Ts = Suhu penelitian

Ts = Kapasitas panas

c. Neraca Panas untuk Pendingin

Pendingin yang dipakai adalah Dowtherm A yang stabil pada suhu 93,3 – 540 ^{0}C

Komposisi Dowtherm A : - 73,5 % Diphenyl Oxyde

- 26,5 % Diphenyl

Sifat-sifat fisis Dowtherm A (T dalam K) dari Hidrocarbon Processing.

Cp = 0,11152 + 3,402 . 10^{-4} T, cal/g K

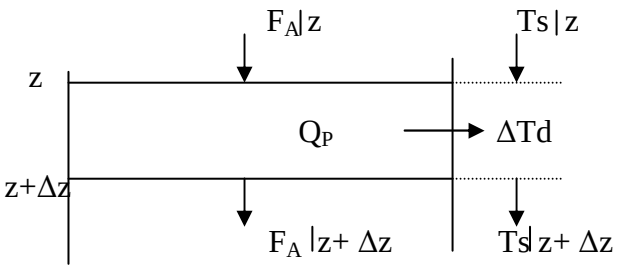
ρ = 1,4 – 1,0368 . 10^{-3} T , gr/cm^3

μ = 35,5808 – 0,04212 T , gr/cm,Jam

k = 0,84335 – 5,8076 . 10^{-4}, cal/J Cm K

Aliran pendingin dalam reaktor searah dengan aliran gas

Neraca Panas pada elemen volum



$mp.Cpp\ (\ Ts|_Z - T_o\ ) + Qp - mp\ Cpp\ (Ts|_{z+\Delta z} - To) = 0$

$mp.Cpp\ (Ts|_Z - Ts|_{z+\Delta z}) = -\ Qp$

$$(Ts|_Z - Ts|_{z+\Delta z}) = - \frac{U.\pi.Do.\Delta z.(T - Ts)}{(m.Cp)p}$$

$$(Ts|_Z - Ts|_{z+\Delta z}) / \Delta z = - \frac{U.\pi.Do.(T - Ts)}{(m.Cp)p}$$

$$- (Ts_{z+\Delta z} - Ts_Z) / \Delta z = - \frac{U.\pi.Do.(T - Ts)}{(m.Cp)p}$$

$$\frac{\Delta Ts}{\Delta Z} = \frac{U.\pi.Do(T - Ts)}{(m.Cp)p}$$

$$\lim \Delta Z \longrightarrow 0$$

$$\frac{dTs}{dZ} = \frac{U.\pi.Do(T - Ts)}{(m.Cp)p}$$

d. Penurunan Tekanan

Dalam pipa = penurunan tekanan dalam pipa berisi katalisator (Fixed bed) digunakan rumus 11.6 (chapter 11 hal 492 " Chemical Reactor Design For Process Plants".

$$\frac{dP}{dZ} = \frac{G}{\rho g Dp} \cdot \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon^3} \cdot \left[\frac{150(1-\varepsilon)\mu}{Dp} + 1{,}75G \right]$$

Dimana :

G = Kecepatan aliran massa gas dalam pipa, gr/cm^3

ρ = Densitas gas, gr/cm^3

Dp = Densitas pertikel katalisator, cm

G = Gaya Gravitasi, cm/det^2

ε = Porosity tumpukan katalisator,

μ = Viskositas gas, gr/cm jam

2. Data-data Sifat Fisis Bahan

a. viskositas gas

$$\eta_{gas} = A + BT + CT^2$$

formula	A	B	C

CH3OH	-14,236	3,89E-01	-6,28E-05
H2O	-36,826	4,29E-01	-1,62E-05
O2	44,224	5,62E-01	-1,13E-04
N2	42,606	4,75E-01	-9,88E-05

Komponen	**yi**	**Ƞ gas mikropoise**	**μ_{gas} (kg/s.m)**	**μ_{gas} (kg/jam.m)**	**μ_{gas} lb/ft.jam**
CH3OH	0,092592777	203,969298	0,000020	0,073429	0,000018
H2O	0,025571247	224,153310	0,000022	0,080695	0,000020
O2	0,185185555	350,491423	0,000035	0,126177	0,000031
N2	0,696650421	300,183855	0,000030	0,108066	0,000026
total	1	1078,797886	0,000108	0,388367	0,000094

Komponen	**yi.μ_{gas} (kg/s.m)**	**yi.μ_{gas} (kg/jam.m)**	**yi.μ_{gas} lb/ft.jam**	**Ƞ gas mikropoise**
CH3OH	0,000002	0,006799	0,000002	18,886084
H2O	0,000001	0,002063	0,000000	5,731880
O2	0,000006	0,023366	0,000006	64,905949
N2	0,000021	0,075284	0,000018	209,123209
total	0,000030	0,107513	0,000026	298,647121

μ_{gas} gas adalah 0,000030 kg/s.m

0,00029865 gr/cm.s

b. Kapasitas panas campuran gas

$Cp = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$ (Joule/mol.K)

formula	A	B	C	D	E
CH3OH	40,046	-3,83E-02	2,45E-04	-2,17E-07	5,99E-11
H2O	33,933	-8,42E-03	2,99E-05	-1,78E-08	3,69E-12
O2	29,526	-8,90E-03	3,81E-05	-3,26E-08	8,86E-12
N2	29,342	-3,54E-03	1,01E-05	-4,31E-09	2,59E-13

Komponen	yi	BM	Cp	Cp	Cp	Cpi = yi.Cp
		(kg/kmol)	joule/mol.K	kjoule/kmol.K	kjoule/kg.K	kjoule/kg.K
CH3OH	0,09259	32	6,80E+01	6,80E+01	2,13E+00	1,97E-01
H2O	0,02557	18	3,65E+01	3,65E+01	2,03E+00	5,19E-02
O2	0,18518	32	3,22E+01	3,22E+01	1,01E+00	1,86E-01
N2	0,69665	28	3,00E+01	3,00E+01	1,07E+00	7,48E-01
TOTAL	1		1,67E+02	1,67E+02	6,23E+00	1,18E+00

cP campuran Gas 34,1256 Kjoule/kmol.K

c. Panas Reaksi

Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, panas yang dikeluarkan adalah sebagai berikut:

$$\Delta H_R = \Delta H_{R298} + \int_{298}^{T} \Delta Cp.dT$$

(Chemical properties handbook,Mc Graw-hill Carl L.yaws)

Komponen	ΔHf (kj/mol)	ΔHf (kJ/kmol)	ΔH(J/mol)	ΔH(kJ/kmol)
CH_3OH	-201,17	-201170	18251,03	18251,02559
CH_2O	-115,9	-115900	13649,79	13649,78787
CO	-110,54	-110540	9670,767	9670,76682
CO_2	-393,51	-393510	13983,51	13983,50785
CH_3OCH_3	-184,05	-184050	28246,92	28246,92488
O_2	0	0	9995,217	9995,216804
N_2	0	0	9580,575	9580,574749
H_2O	-241,8	-241800	11346,36	11346,3616
total			114724,2	114724,1662

Dari data didapat

ΔHR 298 = -1248950 kj/kmol

ΔHR total =	-1241003,32	kj/kmol
	-296408,679	kkal/kmol

d. Data sifat katalis (Iron Molybdenum Oksid)

jenis	MoO3			
ujuran	D		0,0002	cm
	L	5/32 in	0,397	cm
density			4,69	gr/cm^3
bulk density			3,00544	gr/cm^3

3. Dimensi Reaktor

a. Menentukan ukuran dan jumlah tube

Diameter pipa reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas berjalan dengan baik. Mengingat reaksi yang terjadi eksotermis, untuk itu dipilih aliran gas dalam pipa turbulen agar koefisien perpindahan panas lebih panas lebih besar.

Pengaruh ratio Dp / Dt terhadap koefisien perpindahan panas dalam pipa yang berisi butir-butir katalisator dibandingkan dengan pipa kosong yaitu hw/h telah diteliti oleh Colburn's (smith hal 571) yaitu :

Dp/Dt	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
hw/h	5,5	7,0	7,8	7,5	7,0	6,6

dipilih Dp/Dt = 0,15

dimana

hw = koefisien perpindahan panas dalam pipa berisi katalis

h = koefisien perpindahan panas dalam pipa kosong

Dp = diameter katalisator

Dt = diameter tube

Sehingga :

Dp/Dt = 0,15

Dp = 0,397 cm

Dt = 0,397/0,15 = 2,64667 cm = 1,041996 in

Dari hasil perhitungan tersebut, maka diambil ukuran pipa standar agar koefisien perpindahan panasnnya baik.

Dari table 11 Kern dipilih pipa dengan spesifikasi sebagai berikut :

Nominal pipe size = 1,25 in

Outside diameter = 1,66 in = 4,2164 cm

Schedule number = 40

Inside number = 1,38 in = 3,5052 cm

Flow area per pipe = 1,52 in^2

Surface per in ft = 0,435 ft^2/ft

Dari fig 222 (hal 213) Brown " Unit Operation " berdasarkan perbandingan Dp/Dt untuk bentuk pipa smooth silinder didapat porosity, $\lambda = 0,36$

$$\text{Faktor spericity} = \frac{\text{Luas permukaan bola dengan volume area partikel}}{\text{Luas permukaan partikel}}$$

$$= \frac{(3,14.Dp^2)}{(3,14DL)+(2)(\pi/4D^2)}$$

$$= \frac{(3,14.0,4543^2)}{(3,14.0,397.0,397)+2(3.14/4x0,397^2)}$$

$$= 0,6667115$$

Dari fig 219 (hal 211) Brown didapat F_Re: 59

Sedangkan Re = 3100 (dari fig 125 Brown hal 140)

Dp = 0,0002 cm

μ = 0,000298 gr/dt cm

Maka :

$$\text{Re} = \frac{F_{\text{Re}} G_T Dp}{\mu}$$

Dimana

Re = Reynold number

Fre = Reynold number factor

Gt = Kecepatan massa gas, gr/dt cm^2

Dp = Diameter ekuivalent, cm

μ = Viskositas gas, gr/dt cm

$$\text{Re} = \frac{F_{\text{Re}} G_T Dp}{\mu}$$

$$3100 = \frac{59.Gt.0{,}0002}{0{,}000298}$$

$$Gt = 4629{,}0304 \text{ gr} / \text{cm}^2\text{dt}$$

Umpan total = 7691.84 Kg / jam . 1000 gr / 1kg . 1jam / 3600dt

= 2.136,6222 gr / dt

Luas penampang pipa = Ao = $0{,}25.3{,}14.ID^2$

= $0{,}25.3{,}14(3{,}5052\text{cm})^2$

= 4,4616 cm^2

$$G_T = \frac{\text{umpan masuk total}}{\text{Nt x Ao}}$$

Maka, jumlah pipa maksimal

$$\text{Nt max} = \frac{\text{umpan masuk}}{\text{Gt x Ao}}$$

$$= \frac{2.136{,}6222\, gr/dt}{(4.629{,}0304\, gr/cm^2 dt)(4{,}4616\, cm^2)}$$

= 0.1 pipa $\approx$ 1 pipa

Kecepatan volumetrik gas masuk reaktor = 2125,115959 cm^3/dt

Kecepatan linier maksimum suatu fluida melewati suatu padatan berpori dicari dengan persamaan 14 di Brown (hal 74)

$$Vmaks = \sqrt{\frac{4(\rho - \rho g) g Dp}{3 \rho u f_D}}$$

Dari fig 70 Brown (hal 76) didapat fd : 3,0

ρ bulk = 3,00544 gr / cm^3

ρ udara = $\frac{PtxBM}{RT}$

$= \frac{(1,2atm)(29,67)}{(82,06cm^3atm/gmolK)(623K)}$

$= 1,0054 \text{ gr} / \text{cm}^3$

g = 981 cm / dt^2

Dp = 0,0002 cm

Sehingga :

$$Vmaks = \sqrt{\frac{4(3,0054-1,0054)gr/cm^3(981cm/dt^2)(0,0002cm)}{3(1,0054gr/cm^3)(0,4)}}$$

= 1,1406 cm / dt

Untuk jumlah pipa minimum :

Kecepatan volumetrik gas 2125,115959 cm^3 / dt

Vmaks = 1.1406 cm / dt

Ao = 4,4616 cm^2

Diketahui : Vmaks = $\frac{Vo}{A.Nt}$

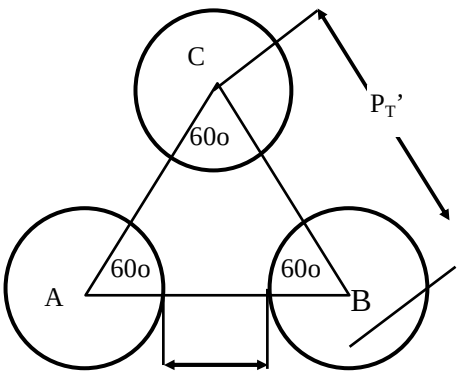
Maka : Nt min = $\frac{\text{Vo}}{\text{Vmaks x A}} = \frac{2125,1159\text{cm}^3/\text{dt}}{(1,1406\,\text{cm}/\text{dt})(4,4616\text{cm}^2)}$

= 417 pipa

Diambil jumlah pipa = 450 pipa

b. Menghitung diameter dalam reactor (IDs)

Dipilih susunan tube : Triangular pitch



C’

Pitch (P_T) = 1,25 x OD = 1,25 x 1,66 in

= 2,0750 in

Clereance (C’) = P_T – OD = 2,0750 in – 1,66 in

= 0,4150 in

$$IDs = \sqrt{\frac{4.Nt.P_T^{\,2}.0{,}866}{\pi}}$$

= 117,4308 cm

= 46,2326 in

Jadi diameter dalam reaktor = 117,4308 cm = 46,2326 in

c. Menghitung Tebal Dinding Reaktor

Tebal dinding reaktor (shell) dihitung dengan persamaan :

$$t_s = \frac{P.r}{f.E - 0{,}6.P} + C \qquad (Brownell\ ,\ pers.13-1,\ p.254)$$

Dimana :

t_s = tebal shell, in

E = efisiensi pengelasan

f = maksimum allowable stress bahan yang digunakan

(Brownell,tabel 13-1, p.251)

r = jari-jari dalam shell, in

C = faktor korosi, in

P = tekanan design, Psi

Bahan yang digunakan Carbon Steel SA 283 Grade C

E = 0,85

f = 12650 psi

C = 0,125

r = ID/2 = (46.2326/2) in

P = 1,2 atm

Jadi P = (120/100)*P = 17.64 psi

maka ts = $\frac{17,64.(46,2326/2)}{12650.0.85-0,6.17,64}+0,125$

= 0,1629 in

dipilih tebal dinding reaktor standar 0.1875 in

Diameter luar reactor = ID + 2*ts

= 46,2326 in + 2*0.1875 in

= 46,60761681 in

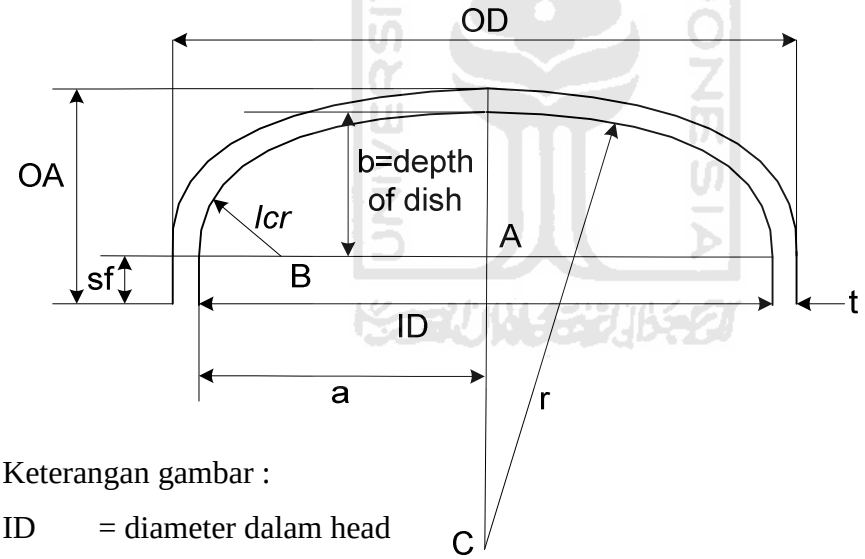
Maka digunakan diameter standar 48 in

d. Menghitung Head Reaktor

1. Menghitung Tebal Head Reaktor

Bentuk head : Elipstical Dished Head

Bahan yang digunakan: Carbon Steel SA 283 Grade C



Keterangan gambar :

ID = diameter dalam head

OD = diameter luar head

a = jari-jari dalam head

t = tebal head

r = jari-jari luar dish

icr = jari-jari dalam sudut icr

b = tinggi head

sf = straight flange

OA = tinggi total head

Tebal head dihitung berdasarkan persamaan :

$$t_h = \frac{P.IDs}{2.f.E - 0{,}2.P} + C$$ (Brownell, 1979)

P = tekanan design, psi = 17,64 psi

IDs = diameter dalam reactor, in = 46,2326 in

f = maksimum allowable stress, psi = 12650 psi

E = efisiensi pengelasan = 0,85

C = faktor korosi, in = 0,125

maka th = $\frac{17{,}64.46{,}2326}{2.12650.0{,}85 - 0{,}2.17{,}64} + 0{,}125$

= 0,1629 in

dipilih tebal head reaktor standar 0,1875 in

2. Menghitung Tinggi Head Reaktor :

Dari tabel 5.7 Brownell p.90

ODs = 40 in

ts = 0,1875 in

didapat: icr = 2,5 in

r = 40 in

a = IDs/2 = 19.906 in

AB = a - icr = 17,5 in

BC = r - icr = 37,5 in

AC =$(BC^2 - AB^2)^{1/2}$ = 33,1662 in

b = r - AC = 6,8338 in

Dari tabel 5.6 Brownell p.88 dengan th 1/2 in didapat sf = 1,5 – 3,5 in perancangan digunakan sf = 3,5 in

Tinggi head reactor dapat dihitung dengan persamaan :

hH = th + b + sf

= (0,1875 + 6,8338 + 3,5) in

= 10,5213 in

= 0.3 m

e. Tinggi Reaktor

Diketahui tinggi tube = 6,69 m

Tinggi reactor total = tinggi shell + (2*tinggi head)

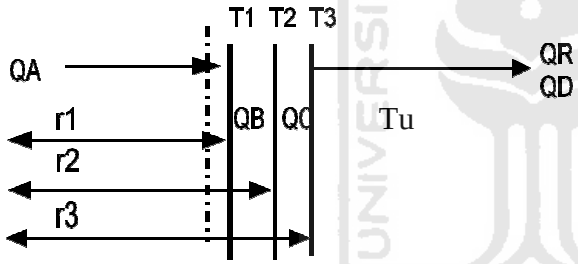
Htotal = 6,69 m + (2*0,3) m

= 7,29 m

4. Tebal Isolasi Reaktor

Asumsi :

1. Suhu dalam reaktor = suhu permukaan dinding dalam shell = suhu pendingin rata-rata
2. Keadaan steady state QA=QB=QC=(QD+QR)
3. Suhu dinding luar isolasi isotermal



Keterangan :

r_1 = jari-jari dalam reaktor

r_2 = jari-jari luar reaktor

r_3 =jari-jari isolator luar

QA = Perp. Konveksi dari gas ke dinding dalam reaktor

QB = Perp. Konduksi melalui dinding reaktor

QC = Perp. Konduksi melalui isolator

QD = Perp. konveksi dari permukaan luar isolator

QR = Perp. Panas radiasi

T1 = Suhu dinding dalam reaktor

T2 = Suhu dinding luar reaktor

T3 = Suhu isolator luar

Tu = Suhu udara luar

- sifat-sifat fisis bahan

* bahan isolasi : asbestos, dengan sifat-sifat fisis (kern) :

kis = 0,1672 W/m.^{o}C

ε = 0,96

* carbon steel : ks = 44,9982 W/m.^{o}C

* sifat-sifat fisis udara pada suhu Tf (Holman,1988. Daftar A-5)

Tf = 308,15

υ = 1,6516 x 10^{-5}

k = 0,0269 W/m.^{o}C

Pr = 0,7062

β = 0,003245 K^{-1}

μ = 1,8835 x 10^{-5} kg/m.s

g = 9,8 m/s^2

$r_3 = r_2 + x$

r_1 = 0,4794 m

r_2 = 0,508 m

L = 7,29 m

1. Perpindahan panas konduksi

$$Q_B = \frac{2.\pi.k_s.L.(T_1 - T_2)}{\ln\left(r_2 / r_1\right)} \qquad \text{.....(a)}$$

$$Q_C = \frac{2.\pi.k_{is}.L.(T_2 - T_3)}{\ln\left(r_3 / r_2\right)} \qquad \text{.....(b)}$$

2. Perpindahan panas konveksi

$$Q_D = hc.A.(T_3 - T_4)$$

$$Q_D = hc.2.\pi.r_3.L.(T_3 - T_4) \qquad \text{.....(c)}$$

Karena $Gr_L.Pr > 10^9$, sehingga :

$$hc = 1{,}31.(\Delta T)^{1/3}$$

$$Gr_L = \frac{g.\beta.(T_3 - T_u).L^3}{\nu^2}$$

3. Panas Radiasi

$$Q_R = \varepsilon.\sigma.A.(T_3^{\,4} - T_4^{\,4})$$

$$Q_R = \varepsilon.\sigma.2.\pi.r_3.L.(T_3^{\,4} - T_4^{\,4}) \qquad \text{.....(d)}$$

$\sigma = 5{,}669 \times 10^{-8}$ w/m^2.k^4

kemudian persamaan a, b, c dan d ditrial menggunakan excel dan didapat :

$T_2 = 315$ K

Tebal isolasi (x) = 12,56 cm

Hasil simulasi menggunakan excel

0,1000	Δz		
x	**z (m)**	**T (K)**	**Ts (K)**
0	0	623	368,0000
0,081628273	0,1000	620,7262	382,0465
0,151334409	0,2000	618,7437	395,2258
0,21175361	0,3000	616,9930	407,5940
0,264757966	0,4000	615,4311	419,2027
0,311723087	0,5000	614,0263	430,0994
0,353687744	0,6000	612,7543	440,3283
0,391454265	0,7000	611,5960	449,9308
0,425654242	0,8000	610,5363	458,9452
0,456793006	0,9000	609,5627	467,4075
0,48528059	1,0000	608,6652	475,3514
0,511453813	1,1000	607,8352	482,8084
0,535592373	1,2000	607,0656	489,8082
0,557930783	1,3000	606,3502	496,3784
0,578667386	1,4000	605,6838	502,5452
0,597971244	1,5000	605,0619	508,3330
0,615987485	1,6000	604,4804	513,7647
0,632841506	1,7000	603,9359	518,8620
0,648642289	1,8000	603,4253	523,6451
0,663485077	1,9000	602,9458	528,1330
0,677453522	2,0000	602,4949	532,3437
0,69062144	2,1000	602,0706	536,2940
0,703054255	2,2000	601,6707	539,9996

0,714810183	2,3000	601,2935	543,4754
0,725941228	2,4000	600,9375	546,7355
0,736494009	2,5000	600,6010	549,7928
0,746510459	2,6000	600,2828	552,6597
0,756028414	2,7000	599,9817	555,3479
0,765082114	2,8000	599,6965	557,8681
0,773702636	2,9000	599,4261	560,2307
0,781918259	3,0000	599,1698	562,4452
0,789754783	3,1000	598,9264	564,5207
0,797235799	3,2000	598,6954	566,4656
0,804382934	3,3000	598,4758	568,2880
0,811216054	3,4000	598,2671	569,9954
0,817753443	3,5000	598,0685	571,5947
0,824011969	3,6000	597,8795	573,0927
0,830007219	3,7000	597,6996	574,4955
0,83575362	3,8000	597,5281	575,8089
0,841264556	3,9000	597,3647	577,0386
0,846552456	4,0000	597,2089	578,1896
0,851628887	4,1000	597,0602	579,2667
0,856504625	4,2000	596,9183	580,2747
0,861189729	4,3000	596,7828	581,2176
0,865693596	4,4000	596,6533	582,0995
0,870025021	4,5000	596,5296	582,9243
0,874192246	4,6000	596,4114	583,6954
0,878203002	4,7000	596,2983	584,4162
0,882064548	4,8000	596,1900	585,0898
0,885783714	4,9000	596,0865	585,7192
0,889366927	5,0000	595,9873	586,3071
0,892820245	5,1000	595,8923	586,8561
0,896149381	5,2000	595,8013	587,3686
0,899359732	5,3000	595,7140	587,8469
0,902456395	5,4000	595,6304	588,2932
0,905444197	5,5000	595,5502	588,7095
0,908327703	5,6000	595,4732	589,0976
0,911111243	5,7000	595,3993	589,4594
0,913798921	5,8000	595,3284	589,7965
0,916394634	5,9000	595,2603	590,1104
0,918902081	6,0000	595,1949	590,4027
0,921324779	6,1000	595,1321	590,6747

0,923666076	6,2000	595,0716	590,9277
0,925929154	6,3000	595,0135	591,1630
0,928117046	6,4000	594,9577	591,3816
0,930232643	6,5000	594,9039	591,5846

Dari tabel diatas diketahui :

Konversi (x) = 0,930232643

Suhu gas masuk (Tin) = 623 K

Suhu gas keluar (Tout) = 594,9039 K

Panjang tube reaktor (z) = 6.5 m

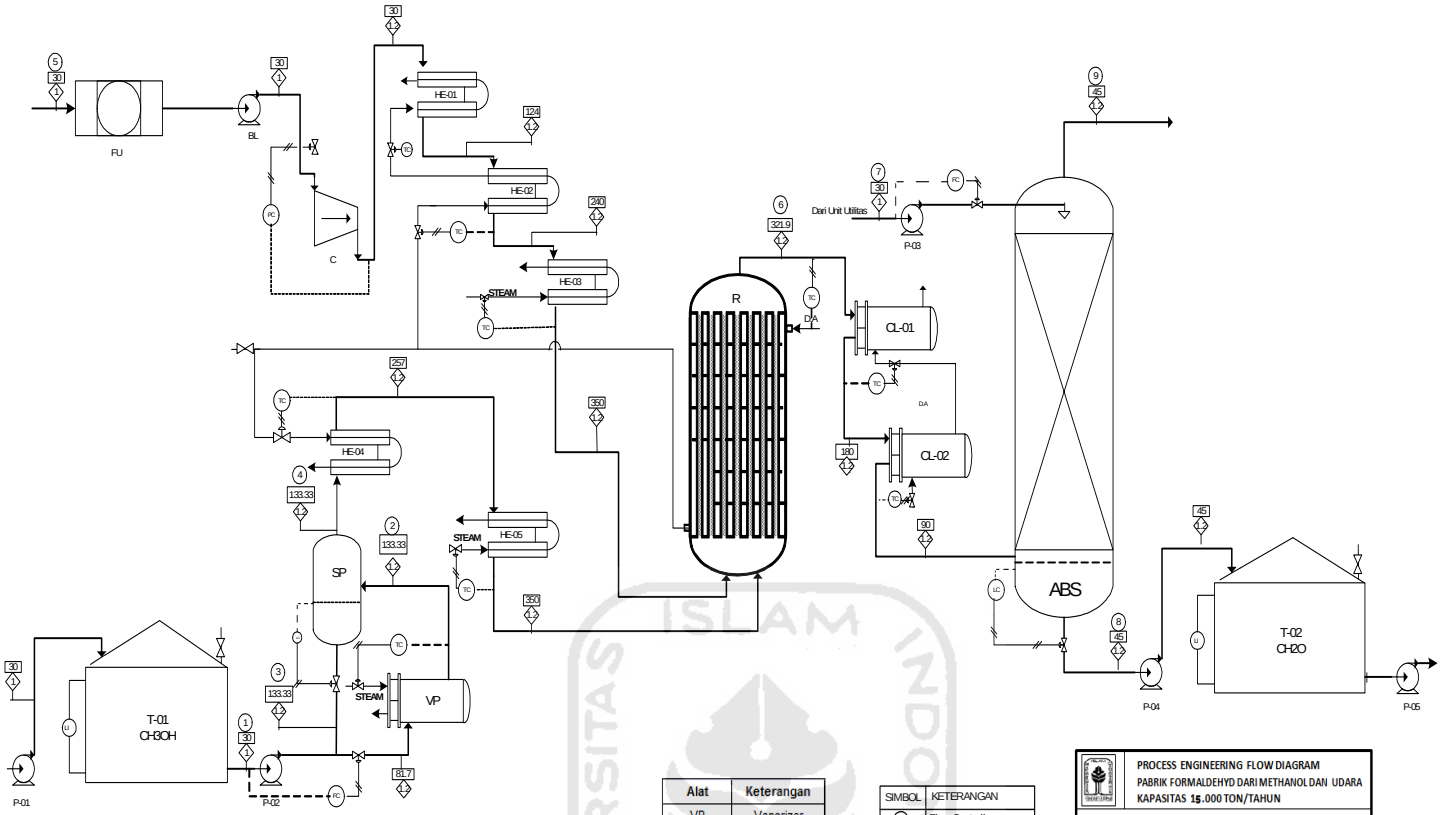
Tekanan masuk (Pin) = 1,2 atm

Tekanan keluar (Pout) = 1,2 atm

Suhu pendingin masuk (Tp in) = 373 K

Suhu pendingin keluar (Tp out) = 591,5846 K

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANCANGAN PABRIK FORMALDEHYDE DARI METHANOL DAN UDARA
KAPASITAS 15.000 TON/ TAHUN



Komponen	No Arus								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CH3OH	789,8240	987,2800	197,4560	789,8240	-	25,1954	-	24,9434	0,2520
H2O	0,6674	0,8343	0,1669	0,6674	122,0278	567,8376	574,7858	1.131,1971	11,4262
O2	-	-	-	-	1.579,6480	1.183,6697	-	-	1.183,6697
N2	-	-	-	-	5.199,6747	5.199,6747	-	-	5.199,6747
CH2O	-	-	-	-	-	688,7759	-	681,8881	6,8878
CO	-	-	-	-	-	22,8753	-	-	22,8753
CO2	-	-	-	-	-	2,2806	-	-	2,2806
CH3OCH3	-	-	-	-	-	1,5328	-	-	1,5328
Total	790,4914	988,1143	197,6229	790,4914	6.901,3505	7.691,8419	574,7858	1.838,0287	6.428,5990

Alat	Keterangan
VP	Vaporizer
T	Tangki
SP	Separator
FU	Filter Udara
BL	Blower
C	Compresor
HE	Heater
CL	Cooler
R	Reaktor
ABS	Absober
P	Pompa

SIMBOL	KETERANGAN
FC	Flow Controller
LC	Level Controller
LI	Level Indikator
PC	Pressure Controller
TC	Temperature Controller
	Nomor Arus
	Suhu, °C
	Tekanan, atm
	Control Valve
	Electric Connection
	Piping
	Udara tekan
	Vent

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK FORMALDEHYD DARI METHANOL DAN UDARA
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

DIBUAT OLEH :

SURAJI ISWANTORO (06 521 036)

PEMBIMBING :

FARHAM H. M. SALEH, Dr., Ir., MSIE

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI, TEKNIK KIMIA, TEKNIK INFORMATIKA, TEKNIK ELEKTRO, DAN TEKNIK MESIN
Kampus : Jalan Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895287, 895007 Facs. (0274) 895007 Ext. 148; Kotak Pos 75 Sleman 55501 Yogyakarta
http://www.uii.ac.id atau http://www.fti-uii.org e-mail : fti@uii.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa 1 : Suraji Iswantoro
No. MHS 1 : 06521036

Judul Pra Rancangan Pabrik)* : PRA RANCANGAN PABRIK FORMALDEHYDE DARI METANOL DAN UDARA KAPASITAS 15.000 TON / TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 20 April 2010
Selesai Masa Bimbingan : **17 Oktober 2010**

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
	26-01-2011	Fiks ekonomi	
	04-02-2011	Naskah	
	09-02-2011	Naskah	
	10-2-2011	Pengecekan	

Disetujui Draft Penulisan:
Yogyakarta, 10-2-2011
Pembimbing,

Farham HM Saleh, Dr., Ir., MSIE

)* Judul Tugas Pra Rancangan Pabrik Ditulis dengan Huruf Balok
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Tugas Pra Rancangan Pabrik
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy