PERANCANGAN

PABRIK *UREA FORMALDEHYDE CONCENTRATE – 85*
DARI METANOL DAN UDARA
DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama	: Rizka Kartika Pratiwi	Nama	: Utari Sapta Anugrah
No. Mhs	: 12521109	No. Mhs	: 12521111

KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2016

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PERANCANGAN PABRIK

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	**: Rizka Kartika Pratiwi**	**Nama**	**: Utari Sapta Anugrah**
NIM	**: 12521109**	**Nama**	**: 12521111**

Yogyakarta, 19 September 2016

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.



Rizka Kartika Pratiwi



Utari Sapta Anugrah

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PERANCANGAN PABRIK *UREA FORMALDEHYDE CONCENTRATE-85* DARI METANOL DAN UDARA KAPASITAS 10000 TON / TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama: Rizka Kartika Pratiwi

No. Mhs: 12521109

Nama: Utari Sapta Anugrah

No.Mhs: 12521111

Yogyakarta, September 2016

Pembimbing 1

Ir.Bachrun Sutrisno, M.Sc

Pembimbing 2

Ajeng Yulianti, ST., M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERANCANGAN
PABRIK *UREA FORMALDEHYDE CONCENTRATE-85*
DARI METANOL DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

oleh :

Nama	**: Rizka Kartika Pratiwi**	**Nama**	**: Utari Sapta Anugrah**
No. Mhs	**: 12521109**	**No. Mhs**	**: 12521111**

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

Yogyakarta, Oktober 2016

Tim Penguji
Ketua
Bachrun Sutrisno,Ir.,M.Sc. .....

Anggota I
Ariany Zulkania, ST., M.Eng. .....

Anggota II
Ifa Puspasari,ST.,M.Eng.,Ph.D. .....

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

Ir.Drs.Faisal RM,MSIE,PhD

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul **"PERANCANGAN PABRIK *UREA FORMALDEHYDE - 85* DARI METANOL DAN UDARA DENGAN KAPASITAS 10.000 TON / TAHUN"**, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Inayahnya.
2. Bapak Faisal RM., Drs., Ir., MSIE., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

3. Bapak Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc selaku Dosen Pembimbing 1 dan Ibu Ajeng Yulianti, ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
4. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan dukungan dan doa hingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
6. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Kami menyadari bahwa didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.,Wb.

Yogyakarta, September 2016

Penyusun

DAFTAR ISI

Lembar judul tugas akhir pra rancangan pabrik i

Lembar pernyataan keaslian prancangan pabrik ii

Lembar pengesahan dosen pembimbing iii

Lembar pengesahan penguji iv

Kata pengantar v

Lembar Persembahan vii

Motto ix

Daftar isi x

Daftar tabel xv

Daftar gambar xvii

Abstract xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.1.1 Pendirian Pabrik 1

1.1.2 Ketersediaan Bahan Baku 3

1.1.3 Kapasitas Perancangan 4

1.2 Tinjauan Pustaka 6

BAB II PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk 10

2.1.1 *Urea Formaldehyde Concentrate - 85* 10

2.2 Spesifikasi Bahan Baku 11

2.2.1 Metanol 11

2.2.2 Udara 11
2.2.3 Urea 12
2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu 13
2.4 Pengendalian Produk 14
2.4 Pengendalian Kualitas 16
BAB III PERANCANGAN PROSES
3.1 Uraian Proses 19
3.2 Langkah Proses 23
3.2.1 Tahap Penyimpanan Bahan Baku 24
3.2.2 Tahap Pembentukan Produk..... 25
3.2.3 Tahap Penanganan Produk..... 26
3.3 Spesifikasi Alat Proses 26
3.3.1 Reaktor 26
3.3.2 Absorber..... 27
3.3.3 Vaporizer..... 28
3.3.4 Separator Drum (SD-01) 29
3.3.5 Blower (BL-01)..... 30
3.3.6 Filter Udara (FU-01) 31
3.3.7 Kompresor (K-01)..... 31
3.3.8 Expansion Valve (EV-01) 32
3.3.9 Heater (HE-01)..... 32
3.3.10 Heater (HE-02)..... 33
3.3.11 Heater (HE-03)..... 34
3.3.12 Cooler (CL-01)..... 35
3.3.13 Cooler (CL-02)..... 36

3.3.14 Cooler (CL-03) 37
3.3.15 Pompa (P-01) 38
3.3.16 Pompa (P-02) 39
3.3.17 Pompa (P-03) 40
3.3.18 Pompa (P-04) 40
3.3.19 Pompa (P-05) 41
3.3.20 Pompa (P-06) 42
3.3.21 Pompa (P-07) 43
3.3.22 Tangki Metanol (T-01) 43
3.3.23 Tangki Urea (T-02) 44
3.3.22 Tangki *Urea Formaldehyde Concentrate-85* (T-03) 45
3.4 Peracangan Produksi 45
3.4.1 Kapasitas Perancangan 45
3.4.2 Perancangan Bahan Baku dan Alat Proses 47
BAB IV PERANCANGAN PABRIK
4.1 Lokasi Pabrik 49
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik 49
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik 51
4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout)* 53
4.3 Tata Letak Alat Proses 58
4.4 Alir Proses dan Material 62
4.4.1 Neraca Massa 62
4.4.2 Neraca Panas 65
4.4.3 Diagram Alir Kualitatif 66
4.4.4 Diagram Alir Kuantitatif 67

4.5 Perawatan (*Maintenance*) 68
4.6 Pelayanan Teknik(*Utilitas*) 69
4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*) 70
4.6.2 Unit Pembangkit *Steam*(*Steam Generation System*) 77
4.6.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*) 78
4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan 79
4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar 79
4.7 Laboratorium 80
4.7.1 Kegunaan Laboratorium 80
4.8 Organisasi Perusahaan 86
4.8.1 Bentuk Perusahaan 86
4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan 87
4.8.3 Tugas dan Wewenang 92
4.8.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan 99
4.8.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji 101
4.8.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan 108
4.8.7 Manajemen Produksi 110
4.9 Evaluasi Ekonomi 113
4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan 115
4.9.2 Dasar Perhitungan 118
4.9.3 Perhitungan Biaya 119
4.9.4 Analisa Kelayakan 120
4.8.5 Hasil Perhitungan 124
4.8.6 Analisa Keuntungan 127

4.8.7 Hasil Kelayakan Ekonomi 128

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan 129

5.2 Saran 130

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produsen *Urea Formaldehyde Concentrate-85* di Dunia 4

Tabel 1.2 Kebutuhan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* Indonesia..... 5

Tabel 4.1 Areal bangunan pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* 58

Tabel 4.2 Neraca massa total 62

Tabel 4.3 Neraca massa di vaporizer 62

Tabel 4.4 Neraca massa di separator drum 63

Tabel 4.5 Neraca massa di reaktor 63

Tabel 4.6 Neraca massa di absorber..... 64

Tabel 4.7 Neraca panas di reaktor..... 64

Tabel 4.8 Neraca panas di vaporizer 65

Tabel.4 9 Neraca panas di separator drum 65

Tabel 4.10 Neraca panas di absorber 65

Tabel 4.11 Kebutuhan air untuk pendingin (kg/jam)..... 76

Tabel 4.12 Kebutuhan *steam*..... 76

Tabel 4.13 Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga..... 77

Tabel 4.14 Jadwal kerja shift tiap regu 101

Tabel 4.15 Jabatan dan keahlian 102

Tabel 4.16 Perincian jumlah karyawan alat proses 104

Tabel 4.17 Jumlah karyawan 105

Tabel 4.18 Penggolongan gaji menurut jabatan 107

Tabel 4.19 Harga indeks 115

Tabel 4.20 Harga indeks pada tahun perancangan..... 116

Tabel 4.21 *Physical Plant Cost* 124
Tabel 4.22 *Direct Plant Cost (DPC)* 124
Tabel 4.23 *Fixed Capital Investment (FCI)* 124
Tabel 4.24 *Direct Manufacturing Cost (DMC)* 125
Tabel 4.25 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)* 125
Tabel 4.26 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)* 125
Tabel 4.27 *Total Manufacturing Cost (MC)* 126
Tabel 4.28 *Working Capital (WC)* 126
Tabel 4.29 *General Expense (GE)* 126
Tabel 4.30 Total biaya produksi 126
Tabel 4.31 *Fixed cost (Fa)* 127
Tabel 4.32 *Variable cost (Va)* 127
Tabel 4.33 *Regulated cost (Ra)* 127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Impor UFC 85 di Indonesia Tahun 2009-2015..... 5

Gambar 4.1 Tata letak pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* 57

Gambar 4.2 Tata letak alat proses pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* . 61

Gambar 4.3 Diagram alir kualitatif pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* 65

Gambar 4.4 Diagram alir kuantitatif pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* 66

Gambar 4.5 Diagram alir pengolahan air 85

Gambar 4.6 Struktur organisasi perusahaan 91

Gambar 4.7 Indeks Harga 117

Gambar 4.8 Grafik BEP dan SDP 128

ABSTRACT

The Urea Formaldehyde Concentrate-85 plant gives very good prospect, considering the requirement of Urea Formaldehyde Concentrate-85 in Indonesia which progressively increase. Preliminary design of Urea Formaldehyde Concentrate-85(UFC-85) plant from methanol and air is planned to be built in Bontang, the province of East Borneo, in the land area of 27,586 m^2 with production capacity of 10,000 tons/year. This chemical plant will be operated for 330 days a year and 24 hours a day with total 145 employees. Raw materials needed are methanol 62,630.3189 tons/year and air 270,804.8685 tons/year. The production process will be operated at temperature of 240°C and pressure about 1,4 atm using a fixed bed reactor and as a reactor cooler is used cooler coil. The convert reaction is 99%, resulting product formaldehyde and water. This plant needs 197.027,4442 kg/hour of water from Sangatta river which proceed in utility unit, 112.080,3864 kg/hour of fuel, 176.543,8272 kg/hour of steam, and 70 kVA 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 Rp 116.583.547.843,56 and USD 8.967.965,22 consist of Rp 210.669.061.233,63 and USD 16.205.312.,40 as a Fixed Capital Investment, and Rp 22.652.126.075,96 and USD 1,742,471,24 as a Working Capital Total Cost Rp 116. 583.547.843,56 and Annual Sales Rp 169.000.000.000,00, thus it can get profit Rp 52.416.452.156,44 before taxes, and Rp 26.208.226.078,22 after taxes. A result of parameter after taxes is percentage of Return On Investment (ROI) 12,44%, Pay Out Time (POT) 2.87 year, Discounted Cash Flow (DCF) 18.70 *%, Break Event Point (BEP) 46,28 %, while Shut Down Point (SDP) 16,94 %. From the analyses above it shows that the result is satisfied so the plant are interesting and appropriate to be built.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Pendirian Pabrik

Pembangunan pada bidang industri kimia di Indonesia semakin pesat perkembangannya. Hal ini dibuktikan dengan didirikannya beberapa pabrik kimia di Indonesia. Kegiatan pengembangan industri kimia di Indonesia diarahkan untuk meningkatkan kemampuan nasional dalam memenuhi kebutuhan dalam negeri akan bahan kimia dan juga sekaligus ikut memecahkan masalah ketenagakerjaan.

Industri-industri kimia merupakan salah satu industri yang terus berkembang secara meluas dan terintegrasi sehingga mempunyai prospek yang baik saat ini maupun masa yang akan datang. Perkembangan industri hilir dan juga bahan setengah jadi yang pesat selama ini merupakan faktor pendorong dibangunnya unit-unit industri hulu. Hal ini sesuai dengan sifat umum dari industri kimia, dimana perkembangan terhadap suatu sektor akan mempengaruhi produk pada industri hulu. Dengan demikian, baik penyediaan maupun kebutuhan akan bahan baku di dalam industri kimia saling berkaitan.

Perkembangan di Indonesia tidak lepas dari sektor industri, khususnya industri kimia. Salah satu bahan industri kimia yang banyak diperlukan dalam industri adalah *Urea Formaldehyde Concentrate-85*. Industri *Urea Formaldehyde Concentrate-85* sebagai salah satu industri yang memiliki keunggulan untuk

mewujudkan kebijakan pengembangan industri nasional, karena diharapkan dapat melepaskan ketergantungan dari impor.

Urea Formaldehyde Concentrate-85 banyak digunakan dalam bidang industri sebagai bahan kimia pembantu. Kegunaan utamanya adalah untuk meningkatkan *crushing strength* dan menghindari *caking* urea pada industri Pupuk Urea, sebagai perekat (glue) dan pelapis kayu pada industri *plywood*, sebagai perekat dan pelapis kertas untuk meningkatkan mutu dan kekuatan kertas pada industri kertas, industri tekstil, *food additive* dan industri plastik. Selain itu, bahan ini juga banyak diperlukan pada industri farmasi, insektisida, bahan kimia fotografi dan lain- lain.

Seiring semakin majunya sektor pertanian di Indonesia dan semakin banyaknya berdiri industri pupuk kimia di Indonesia, maka meningkat pula kebutuhan akan *Urea Formaldehyde Concentrate-85*. Hal itu dikarenakan dalam produksi urea prill maupun urea granul menggunakan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* sebagai anti *cracking*nya. Peningkatan mutu prill agar tahan lama, tidak *caking*, dan tidak menjadi debu maka perlu dilakukan perlakuan tertentu. Secara umum cara peningkatan mutu urea prill, yaitu dengan coating memakai *surface agent* dan injeksi *Formaldehyde Base Additive* (FBA), dimana metode terakhir memberi hasil terbaik.

Injeksi FBA ada 2 jenis, yaitu menggunakan *formaldehyde* 37% dan *Urea Formaldehyde Concentrate* (UFC). Injeksi *formaldehyde* 37% mempunyai kekurangan bila digunakan dikarenakan besarnya kandungan air. Sedangkan Urea Formaldehyde Concentrate lebih stabil dan kandungan formaldehydenya cukup tinggi mencapai 60% sehingga untuk saat ini yang paling banyak digunakan

adalah Urea Formaldehyde Concentrate (UFC), apalagi jika unit terintegrasi dengan pabrik urea dan metanol. Pemakaian UFC ini akan meningkatkan *crushing strength* menjadi 25-35 kg/cm^2 dan urea ini 90% pada mesh 18.

Dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* maka mendorong berdirinya pabrik baru untuk membantu memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun impor. Dengan berdirinya pabrik baru maka akan membawa dampak yang menguntungkan antara lain :

1. Menyediakan kebutuhan industri yang menggunakan bahan baku maupun bahan tambahan *Urea Formaldehyde Concentrate-85*.
2. Memacu pertumbuhan industri di Indonesia yang menggunakan bahan baku *Urea Formaldehyde Concentrate-85*.
3. Mengurangi impor *Urea Formaldehyde Concentrate-85* dari negara lain.
4. Meningkatkan devisa negara dengan mengekspor *Urea Formaldehyde Concentrate-85* ke negara lain.
5. Meningkatkan kesejahteraan penduduk sekitar.
6. Membuka lapangan kerja baru sehingga dapat mengurangi jumlah pengangguran.

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 *Urea Formaldehyde Concentrate-85* adalah metanol, udara dan urea.

Untuk bahan baku berupa metanol diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri (KMI) di Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi 660.000 ton/tahun dan udara diambil dari udara bebas. Sedangkan larutan *Urea Solution* diperoleh dari PT. Pupuk Kalimantan Timur di Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas 2.980.000 ton/tahun. Sehingga dapat disimpulkan kebutuhan bahan baku untuk UFC dapat menjamin kelangsungan hidup pabrik yang akan dirancang.

1.1.3 Kapasitas Perancangan

Kapasitas pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* yang beroperasi di dunia berkisar antara 62.000 ton/tahun sampai 421.100 ton/tahun, seperti yang terlihat pada tabel 1.1 berikut ini :

Tabel 1.1 Produsen *Urea Formaldehyde Concentrate-85* di Dunia

Nama Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
Georgia-Pacific Resin, Inc (AS)	421.100
Dynea (As)	406.000
Borden Chemical, Inc (AS)	338.400
La Porte, Texas (AS)	362.900
JSC Metafrax (Rusia)	62.000

(*Sumber: www.detik.com,2012*)

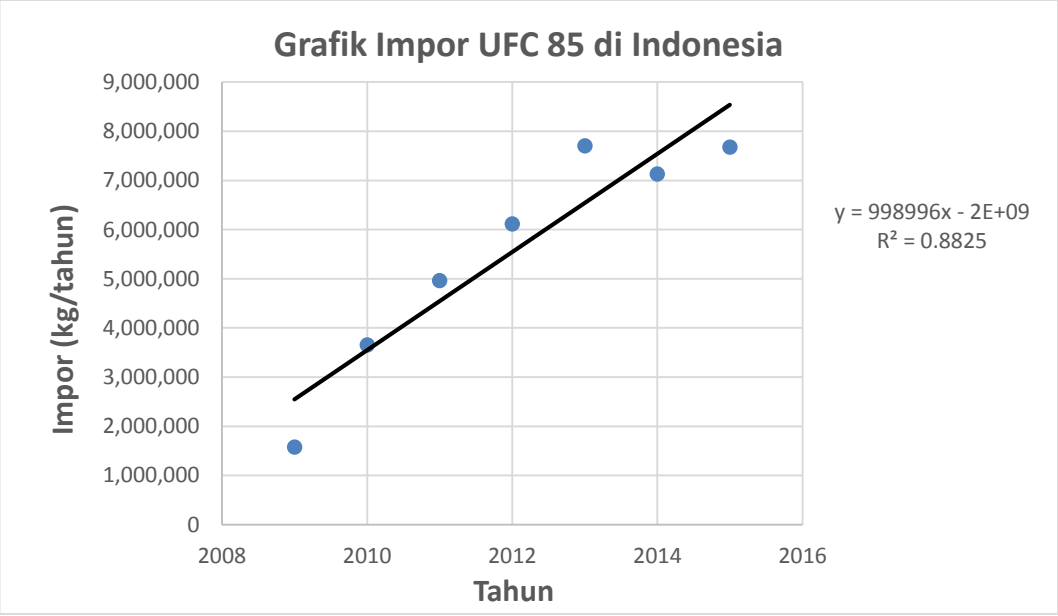
Penentuan kapasitas pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* didasarkan pada impor *Urea Formaldehyde Concentrate-85* untuk industri di Indonesia, seperti tertera pada tabel 1.2 berikut :

Tabel 1.2. Impor *Urea Formaldehyde Concentrate-85* Indonesia

Tahun	Impor (kg)
2009	1.577.639
2010	3.650.832
2011	4.959.438
2012	6.109.797
2013	7.703.088
2014	7.124.522
2015	7.671.262

(*Sumber : Data statistik perdagangan luar negeri Indonesia BPS,*2015)

Dari data tersebut diperkirakan kebutuhan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* akan terus meningkat dari tahun ke tahun. Berdasarkan grafik 1.1 didapatkan regresi linear Y = 998996x - 2000000000 diperkirakan kebutuhan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* pada tahun 2021 adalah 18.970 ton/tahun.



Gambar 1.1. Grafik Impor UFC 85 di Indonesia Tahun 2009-2015

Jadi dengan kapasitas pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* akan dibangun sebesar 10.000 ton/tahun karena mengambil 50% dari kebutuhan impor pada tahun 2021 berdasarkan regresi linear dan untuk menutupi kebutuhan impor *Urea Formaldehyde Concentrate-85* di Indonesia. Dimana Pupuk Kaltim Unit-3 di Bontang, Kalimantan Timur memproduksi *Urea Formaldehyde Concentrate-85* dengan kapasitas 13.000 ton/tahun.

1.2 Tinjauan Pustaka

Dalam pra rancangan pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* terdapat 2 buah unit perencanaan, yaitu :

1. Unit Formaldehid *Plant*

   Proses pembentukan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* diawali dengan pembentukan Formaldehid yang dilakukan pada unit formaldehid *plant*. Proses pembuatan formaldehid ada beberapa macam, yaitu:

   a. Proses Hidrokarbon

      Proses Hidrokarbon ini adalah proses yang dikembangkan pada awal perkembangan industri formaldehid. Proses ini merupakan oksidasi langsung dari hidrokarbon alifatik, selain itu formaldehid juga diproduksi secara langsung dari gas alam atau metana. Biasanya yang digunakan adalah etilen dengan katalis asam borat atau asam fosfat atau garamnya dari campuran *clay* atau tanah diatomae. Jika menggunakan gas alam sebagai bahan baku maka reaksi berjalan pada suhu 430-480^{o}C dan tekanan 7-20 atm dengan katalis *aluminium phosphat* atau *metal oxide*. Umur katalisnya adalah 12-18 bulan. Proses ini memiliki

kelemahan yaitu produknya mengandung 34-36% metanol, 20-23% formaldehid, 5-6% asetaldehid dan sejumlah besar aldehid, keton, alkohol serta air. Sehingga diperlukan pemurnian untuk mendapatkan formaldehid dengan kemurnian tertentu (Faith & Keyes, 1965).

b. Proses *Incomplete Conversion and Distillative Recovery of Metanol* (ICDRM)

Proses ini merupakan proses pembuatan formaldehid dimana konversi yang terjadi tidak sempurna. Campuran yang terdiri dari uap metanol murni dan udara segar diumpankan ke dalam *vaporizer* kemudian umpan keluar dari *vaporizer* dicampur dengan steam dan selanjutnya masuk reaktor. Konversi tidak sempurna (77-78%) dan reaksi terjadi pada suhu 590-650^{o}C. Katalis yang digunakan adalah perak dengan masa efektif berkisar antara 3-8 bulan. Formaldehid dihasilkan dengan oksidasi parsial kemudian metanol yang tidak bereaksi di*recovery* dengan destilasi dan selanjutnya di*recycle*. Kerugian dari proses ini adalah konversi reaksi yang kecil dibandingkan proses lainnya (Ullmans, 1988).

c. Proses *Complete Conversion of Metanol*

Proses ini menggunakan katalis perak dengan reaktor *fixed bed multitube.* Alat proses yang digunakan adalah vaporizer, reaktor dan absorber. Katalis yang digunakan adalah perak yang diregenerasi secara elektrolitikal dengan massa efektif 3-4 bulan. Kondisi operasi pada suhu 600-650^{o}C pada tekanan atmosferik. Yield yang diperoleh sebesar

89,5 - 90,5% mol. Konversi reaksinya adalah 50-60 %. Pada proses ini udara yang telah dimurnikan dan metanol, masing-masing dilewatkan pemanas kemudian masuk ke dalam reaktor katalitik. Produk didinginkan dan selanjutnya dialirkan ke menara absorber. Kerugian dari proses ini adalah suhu yang digunakan cukup tinggi dan umur katalis yang digunakan pendek (Ullmans, 1988).

d. Proses *D.B. Western*

Proses D.B. Western merupakan proses pembuatan formaldehid atau *Urea Formaldehyde Concentrate-85* secara kontinu dengan bahan baku metanol, oksigen dan *urea solution*. Katalis yang digunakan adalah *iron molydenum oxide* dengan umur 12-18 bulan. Metanol yang diuapkan direaksikan dalam sebuah reaktor *fixed bed multitube* yang terdiri atas beberapa *tube* yang berisi katalis iron molibdenum oksida dengan dikelilingi Dowterm A. Konversi yang diperoleh mencapai 99% dengan selektivitas formaldehid 94%. Gas hasil reaksi yang mengandung gas formaldehid dilewatkan ke menara absorber untuk diserap dengan larutan urea untuk membentuk urea formaldehid. Dipilih proses D.B. Western karena konversi yang tinggi serta umur katalis yang lebih panjang (*www.dbwestern.com,2012*).

2. Unit *Urea Formaldehyde Concentrate-85 Plant*

Proses pembuatan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* terjadi di dalam absorber. Proses ini merupakan tahap pencampuran urea dan formaldehid

dimana dalam larutan asam terjadi hidroksi metilol urea. Urea mengalami adisi ke formaldehid untuk memberikan turunan metilol.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 *Urea Formaldehyde Concentrate-85*

Berat molekul	: 140,14 g/mol
Kemurnian	: 85 %
Fase	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Bau	: Tajam
Densitas pada 25°C	: 1,32 – 1,46 g/cm^3
Viskositas	: 240-600 cps
pH	: 7-8,5
Titik didik (1 atm)	: 212 ^{0}F

Komposisi :

Formaldehid	= 60,00 % berat
Urea	= 25,00 % berat
Metanol	= maks 0,21 % berat
Asam Formiat	= 0,05 % berat
Air	= 14,74 % berat

(*PT. Pupuk Kalimantan Timur,2014*)

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

2.2.1 Metanol

Rumus molekul	: CH_3OH
Berat molekul	: 32,04 g/mol
Titik didih normal (P : 1 atm)	: 64,8 °C
Titik lebur normal (P : 1 atm)	: -97 °C
Suhu kritis	: 239,49 °C
Tekanan kritis	: 79,89 atm
Impurities	: 0,15 % H_2O
Fase	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Densitas pada 25°C	: 0,787 g/ml
Viskositas pada 25°C	: 2 cP
Kapasitas panas pada 25°C	: 79,93 Joule/mol.K
Panas pembentukan pada 25°C	: -57,130 kkal/mol

(Perry, 1997)

Kemurnian	: 99,85% berat
Air	: 500 ppm berat
Ethanol	: 5 ppm berat

(*PT. Kaltim Methanol Industry,2012*)

2.2.2 Udara

Fase	: Gas
Warna	: Tidak berwarna

Relative humidity : 75 – 85 %

Komposisi (% massa)

- Nitrogen (N_2) : 79 % mol
- Oksigen (O_2) : 21 % mol

(Kirk & Othmer,1999)

2.2.3 Urea

Rumus kimia : $(NH_2)_2CO$

Berat molekul : 60,06 g/mol

Berat jenis : 0,2755 g/cm^3

Titik didih : 192 ^oC

Titik beku : 132,85 ^oC

Titik lebur (1 atm) : 135 ^oC

Suhu kritis : 432 ^oC

Tekanan kritis : 89,3166 atm

Densitas pada suhu 32 ^oC : 0,7183 g/ml

Fase : Cair

Warna : Tidak berwarna

Kapasitas panas pada 32°C : 162,0607 Joule/mol.K

Kelarutan dalam air : 1080 g/100 ml (pada 20 ^oC)

(Perry, 1986)

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

Katalis

Jenis : *Iron molybdenum oxide*

Rumus kimia : $Fe_2O_3MoO_3Cr_2O_3$

Bentuk : silindris

Bulk Density : 1,8918 gr/cm^3

Porositas : 0,55

Diameter rata-rata : 0,35 cm

Ukuran : -4 sampai +8 mesh

Umur katalis : 18 bulan

Komposisi :

- MoO_3 = 80-81% W
- Fe_2O_3 = 14-15% W
- Cr_2O_3 = 4 – 5% W

Dimensi :

OD = 4,5 mm

ID = 1,7 mm

H = 4 mm

(Subekti, 1995)

2.4 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 :

2.5 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 *Urea Formaldehyde Concentrate-85* 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 *Urea Formaldehyde Concentrate- 85* 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 :

- $Fe_2O_3MoO_3Cr_2O_3$, sebagai katalisator
- *Dowtherm A*, sebagai pendingin di rektor dan pemanas di h*eat exchanger*.
- Air, untuk keperluan utilitas, pendingin dan pemanas.
- Pasir, sebagai penyaring di bak saringan pasir.

- ❖ Zeolit, sebagai pengisi di kation dan *anion exchanger*.
- ❖ Larutan Na_2SO_3, sebagai pengisi di tangki deaerator.
- ❖ Larutan $NaH_2PO_4.2(H_2O)$, sebagai pengisi di tangki deaerator.
- ❖ Kaporit, sebagai bahan pembuat larutan desinfektan untuk keperluan rumah tangga.
- ❖ Larutan NaCl, untuk meregenerasi *kation exchanger*.
- ❖ Larutan NaOH, untuk meregenerasi *anion exchanger*.
- ❖ Na_2SO_4, mencegah kerak dalam proses.
- ❖ N_2H_4, mencegah kerak dalam proses.
- ❖ Residual oil No.6, sebagai bahan bakar *boiler*.
- ❖ *Diesel oil* (solar), sebagai bahan bakar diesel (Genset).

c. Pengendalian Kualitas Bahan selama Proses

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

d. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi formaldehid. Untuk kemudian di absorb oleh urea menjadi *Urea Formaldehyde Concentrate-85*. Pengendalian kualitas produk pada waktu pemindahan (dari satu tempat ke tempat lain).

Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk terutama *Urea Formaldehyde Concentrate-85* pada saat akan dipindahkan dari *storage tank* ke mobil truk dan ke kapal.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* dari metanol dan udara dibagi menjadi 2 reaksi utama. Reaksi pertama merupakan pembuatan formaldehid dengan menggunakan metanol dan oksigen dari udara dari lingkungan sekitar. Sedangkan reaksi kedua merupakan pembentukan *Urea Formaldehyde Concentrate -85*.

Proses pembuatan formaldehid dari metanol dan udara menggunakan proses oksidasi metanol menjadi formaldehid yang bersifat eksotermis dan berlangsung di dalam reaktor *fixed bed multitube* dengan menggunakan katalis *iron molybdenum oxyde* dan Dowterm A sebagai pendingin. Konversi yang diperloleh mencapai 99% dan selektivitas formaldehid sebesar 94%. Reaksi dalam reaktor terjadi pada suhu 240^{o}C dan tekanan 1,4 atm dengan fase reaksi gas-gas. Perbandingan mol metanol dan oksigen adalah 1 : 1,01 (US Patent, 1986).

Reaksi oksidasi :

$$CH_3OH_{(g)} + \tfrac{1}{2}\, O_{2(g)} \longrightarrow HCHO_{(g)} + H_2O_{(g)} \quad \Delta H = -38{,}0079 \text{ kcal/mol}$$

Reaksi samping :

$$CHOH_{(g)} + \tfrac{1}{2}\, O_{2(g)} \longrightarrow CHOOH_{(g)}$$

$$CHOOH_{(g)} \longrightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(g)}$$

Proses pembuatan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* dari formaldehid dan urea terjadi di dalam absorber. Gas keluaran reaktor yang mengandung gas formaldehid akan dilewatkan supaya terjadi kontak melalui menara absorber jenis packed tower untuk dilakukan proses absorbsi dengan menggunakan solvent larutan *Urea Solution* 65 % berat. Pada menara absorber ini akan terjadi transfer massa dari fase gas yang mengandung solute terutama formaldehid ke fase cair yaitu larutan urea. Dalam absorber ini kondisi operasinya berlangsung pada suhu 100 ^{o}C, tekanan 1,2 atm.

Mekanisme reaksi untuk reaksi oksidasi metanol menjadi formaldehid dapat digambarkan sebagai berikut :

1. Chemisorbtion O_2

   $O_2 \longrightarrow 2\ O$

2. Oksigen mengoksidasi metanol

   $2CH_3OH + 2\ O \longrightarrow 2\ CH_3O + 2\ OH$

3. Gugus hidroksil menjadi air dan oksigen

   $2\ OH \longrightarrow H_2O + O$

4. Pembentukan formaldehid bebas

$2\ CH_3O \longrightarrow 2\ CH_2O + 2\ H$

5. Reaksi antara H dengan membentuk air

$2\ H + O \longrightarrow H_2O$

Secara termodinamika untuk menentukan sifat reaksi dapat dilihat dari harga entalpi dan konstanta kesetimbangan.

Reaksi utama :

$CH_3OH_{(g)} + ½\ O_{2(g)} \longrightarrow HCHO_{(g)} + H_2O_{(g)}$

Diketahui pada suhu 25^oC :

$\Delta Hfo\ CH_3OH(g) = -48,08$ kcal/mol

$\Delta Hfo\ O_{2(g)} = 0$ kcal/mol

$\Delta Hfo\ CHOH\ (g) = -28,29$ kcal/mol

$\Delta H_f^o\ H_2O_{(g)} = -57,7979$ kcal/mol

(Perry, R.H., and Green, D.W., 1986)

$\Delta H_r^o = \Sigma\ \Delta H$ produk - $\Sigma\ \Delta H$ reaktan

$= (\Delta H_f^o\ CHOH + \Delta H_f^o\ H_2O) – (\Delta H_f^o\ CH_3OH + ½\ \Delta H_f^o\ O_2)$

$= (-28,29-57,7979) - (-48,08 + 0)$

$= -86,0879$ kcal/mol + 48,98 kcal/mol

$= -38,0079$ kcal/mol

Ternyata ΔH reaksi menunjukkan harga negatif maka reaksi bersifat eksotermis. Apabila ditinjau dari energi Gibbs (ΔG_r) pada suhu 25^oC diketahui data sebagai berikut : $\Delta Gfo\ CH_3OH(g) = -38,62$kcal/mol

$\Delta Gfo\ O_2(g) = 0$ kcal/mol

ΔG_f^o CHOH (g) = -26,88 kcal/mol

ΔG_f^o $H_2O_{(g)}$ = -54,6351 kcal/mol

(Perry, R.H., and Green, D.W., 1986)

ΔG_r^o = Σ ΔG produk - Σ ΔG reaktan

= (ΔG_f^o CHO H+ ΔG_f^o H_2O) – (ΔG_f^o CH_3OH + ½ ΔG_f^o O_2)

= (-26,88 - 56,6899) - (-39,80+ 0)

= -83,5699 kcal/mol + 39,8 kcal/mol

= -43,7699 kcal/mol

= -43769,9 cal/mol

ΔG_r^o = - RT ln K

K_{298} = exp (-ΔG/RT)

= exp (43769,9 / 1,987 x 298)

= 1,267 x 10^{32}

Ternyata diperoleh harga K >>, hal ini menunjukkan bahwa reaksi yang berlangsung adalah *irreversible.*

Bila ditinjau dari segi kinetika, persamaan pendekatan kecepatan reaksi pembentukan formaldehid dari oksidasi metanol dengan udara adalah :

$r_1 = \frac{Kp1.Ym.P}{1+ap1.Ym.P+ap2.Ym.P}.3600$ kmol CH_3OH terkonversi/ kg kat jam.

$r_2 = \frac{Kp2.Yf.P}{1+bp1.Yf.P+bp2.Yf.P}.3600$ kmol CHOH terkonversi/ kg kat jam.

Keterangan :

ap_1 = 567,606 exp (-1125,96/T)

ap_2 = 8,36863x10^{-5} exp (7124,14/T)

$bp_1 = 6{,}44588 \times 10^{-9} \exp(12195{,}4/T)$

$bp_2 = 2{,}84446 \times 10^{-3} \exp(4803{,}08/T)$

$Kp_1 = 5{,}37227 \times 10^{-2} \exp(-7055{,}14/T)$

$Kp_2 = 6{,}41907 \times 10\text{-}9 \exp(1292{,}72/T)$

ri = Kecepatan reaksi.

Kp_i = Konstanta kinetika reaksi (kmol/kg kat.det.atm)

ap_1 = Konstanta (kmol/kmol CH_3OH.atm)

bp_1 = Konstanta (kmol/kmol CHOH.atm)

P = Tekanan (atm)

T = Temperatur (K)

Ym = fraksi mol metanol (kmol CH_3OH/ kmol)

Yf = fraksi mol formaldehid (kmol CHOH/kmol)

(Subekti, 1995)

3.2 Langkah Proses

Proses pembuatan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan produk
3. Tahap penanganan produk

3.2.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku

Tahap penyiapan bahan baku bertujuan untuk menyiapkan bahan baku metanol dan oksigen agar sesuai dengan kondisi operasi yang diinginkan dalam reaktor *fixed bed multitube* yaitu pada suhu 240 ^{o}C dan tekanan 1,4 atm.

Bahan baku utama pembuatan formaldehid adalah metanol dan oksigen. Metanol disimpan dalam tangki silinder dengan *flat bottom* dan *conical roof* (T-01) dalam fase cair pada kondisi suhu 30 ^{o}C dan tekanan 1 atm. Metanol dialirkan menggunakan pompa (P-01) menuju *heater* (HE-01) untuk dipanaskan sampai suhu yaitu 80 ^{o}C dan tekanan 1,2 atm. Metanol kemudian diumpankan ke dalam vaporizer (V-01) sedemikian hingga umpan metanol keluar vaporizer sudah berubah fase menjadi uap jenuh. Kemudian uap metanol dipisahkan dari kondensatnya di separator drum (SD-01) pada suhu 80 ^{o}C dan tekanan 1,2 atm. Uap metanol yang mempunyai suhu 80 ^{o}C bercampur oksigen yang diperoleh dari udara lingkungan pada kondisi suhu 30 ^{o}C dan tekanan 1 atm melewati *filter* (FL-01) untuk dipisahkan partikulat padat yang terkandung dalam udara. Kemudian dengan menggunakan *blower* (BL-01) tekanan dinaikkan dari 1 atm sampai tekanan 1,2 atm dan suhu keluaran dari blower 46,1 ^{o}C. Sehingga didapatkan suhu gas campuran antara oksigen dengan uap methanol menjadi 52,5 ^{o}C dan tekanan 1,2 atm. Gas campuran tersebut kemudian dinaikkan tekanannya menjadi 1,4 atm dengan menggunakan kompresor (K-01) dan keluar pada suhu 81,9 ^{o}C yang

kemudian dipanaskan di *heater* (HE-02) dengan menggunakan aliran Dowterm A hingga suhu 240 ^{o}C.

3.2.2 Tahap Pembentukan Produk

Tahap ini bertujuan untuk :

a. Mereaksikan metanol dan oksigen dalam reaktor sehingga dihasilkan formaldehid.
b. Menyerap gas formaldehid dengan urea cair di dalam absorber.

Formaldehid terbentuk dengan mereaksikan bahan baku metanol dan oksigen dengan menggunakan katalis *iron molybdenum oxide* yang diletakkan dalam tube-tube reaktor *fixed bed multitube* dan operasinya berlangsung pada suhu 240 ^{o}C dan tekanan 1,4 atm. Reaksi oksidasi metanol berlangsung secara non-isotermal dan non-adiabatis. Reaksinya merupakan reaksi eksotermis, sehingga selama reaksi berlangsung akan dilepas sejumlah panas. Untuk menjaga kondisi operasi reaktor (R-01) digunakan pendingin Dowterm A dari tangki utilitas (TU-03) yang dialirkan melalui shell. Konversi reaksi mencapai 99 % dengan selektivitas formaldehid 94%. Dalam rektor terbentuk gas Formaldehid yang akan dibentuk menjadi *Urea Formaldehyde Concentrate -85.*

Gas keluar reaktor pada suhu 381,1 ^{o}C dan tekanan 1,4 atm. Kemudian diturunkan tekanananya di *expantion valve* (EV-01) menjadi 1 atm. Selanjutnya didinginkan di *cooler* (CL-01) sampai suhu 100 ^{o}C sebelum diumpankan masuk absorber.

Pembentukan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* dilakukan di dalam absorber (AB-01) dengan tipe *packed tower*. Absorber (AB-01) ini beroperasi pada suhu 100 ^{o}C dan tekanan 1 atm. Dalam absorber (AB-01) gas formaldehid diserap menggunakan *urea solution* 65 % berat yang dialirkan dengan menggunakan pompa (P-05) dari tangki penyimpanan pada suhu 30 ^{0}C kemudian dipanaskan di *heater* (HE-03) hingga suhu 100 ^{0}C dan tekanan 1 atm.

Gas-gas yang tidak terserap keluar melalui puncak absorber (AB-01) pada suhu 100 ^{o}C dan tekanan 1 atm ke udara (lingkungan).

3.2.3 Tahap Penanganan Produk

Larutan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* sebagai produk bawah menara absorber (AB-01) keluar pada suhu 100 ^{o}C. Dengan menggunakan pompa (P-06) larutan produk kemudian didinginkan di dalam *cooler* (CL-02) sampai suhu 30 ^{o}C sebelum dimasukkan ke dalam tangki penyimpanan produk (T-03) dengan tekanan 1 atm.

3.3 Spesifikasi Alat Proses

3.3.1 Reaktor (R-01)

Fungsi	:	Mereaksikan umpan gas metanol sebanyak 877,3 kg/jam dengan gas oksigen dari udara sebanyak 884,9 kg/jam membentuk Formaldehid dan air.
Jenis	:	Reaktor *fixed bed multitube*

Kapasitas	:	4.677,7 kg/jam
Jumlah	:	1 buah
Kondisi operasi	:	Eksotermis,*non-adiabatic non-isothermal*
Tekanan	:	1,4 atm
Suhu	:	240 °C
Diameter	:	1 m
Tinggi Reaktor	:	5 m
Jumlah *tube*	:	864 buah
Tinggi *tube*	:	5 m
Diameter *tube*	:	0,0266 m
Tebal *shell*	:	0,1875 in
Tinggi *Head*	:	0,2256 m
Tebal *Head*	:	0,1875 in
Volume Reaktor	:	4.0742 m^3
Katalis	:	*Molybdenum Oxide*
Jenis Bahan Reaktor	:	*Carbon steel SA-283 grade C*
Harga Satuan	:	US$ 605.078

3.3.2 Absorber

Fungsi	:	Menyerap umpan gas formaldehid sebanyak 765,2 kg/jam oleh larutan urea sebanyak 315,6 kg/jam membentuk *Urea Formaldehyde Concentrate-85.*

Jenis	:	*Packed tower*
Absorben	:	Larutan urea 65 % berat
Kapasitas	:	5.163,4173 kg/jam
Jumlah	:	1 buah
Jumlah bed	:	2 buah
Jenis *packing*	:	*Raschig rings*
Tekanan	:	1 atm
Suhu	:	100 °C
Diameter menara	:	2 m
Tinggi menara	:	9 m
Tinggi *packing* per bed	:	4 m
Tebal *shell*	:	1/2 in
Tinggi *Head*	:	0,3505 m
Tebal *Head*	:	0,625 in
Jenis Bahan absorber	:	*Carbon steel SA-283 grade C*
Harga Satuan	:	US$ 380

3.3.3 Vaporizer

Fungsi	:	Menguapkan metanol cair sebanyak 877,3 kg/jam
Jenis	:	*kattel*
Kapasitas	:	877,3 kg/jam
Jumlah	:	1 buah

Tekanan	:	1,2 atm
Suhu	:	80 °C
Luas perpindahan panas:		30,8027 ft^2
Aliran Fluida	:	
Fluida panas	:	*steam*
Fluida dingin	:	metanol
Spesifikasi *annulus*	:	
IDs	:	1,049 in
Pressure drop	:	0,00654 atm
Spesifikasi Inner pipe	:	
IPS	:	1/4
ID	:	0,364 in
OD	:	0,54 in
Pressure drop	:	0,2755 atm
Panjang	:	20 ft
Jumlah *tube*	:	11 buah
Jumlah *hairpin*	:	11 *hairpin*
Jenis Bahan absorber	:	*Carbon steel SA-283 Grade C*
Harga Satuan	:	US$ 16.462

3.3.4 Separator Drum (SD-01)

Fungsi	:	Memisahkan campuran uap metanol dan cairan sebanyak 976,3 kg/jam

Jenis	:	*Silinder vertical, torispherical dished head*
Kapasitas	:	976,3 kg/jam
Jumlah	:	1 buah
Tekanan	:	1,2 atm
Suhu	:	80 °C
Diameter separator	:	0,6096 m
Tinggi separator	:	2,0802 m
Tinggi cairan	:	0,57695 m
Tebal *shell*	:	3/16 in
Jenis Bahan separator drum	:	*Carbon steel SA-283 grade C*
Harga Satuan	:	US$ 11.235

3.3.5 Blower (BL-01)

Fungsi	:	Menaikkan tekanan udara dari 1 atm menjadi 1,2 atm.
Jenis	:	*Turbo blower*
Bahan	:	*Carbon steel SA-283 grade C*
Suhu Operasi	:	30 °C
Tekanan Operasi	:	1 atm
Power Motor	:	0,05 HP
Jumlah	:	1
Harga Satuan	:	US$ 2.704

3.3.6 Filter Udara (FU-01)

Fungsi	:	Menyaring pengotor debu yang terbawa oleh udara segar yang megalir ke reaktor sebanyak 3.799,1 kg/jam
Jenis	:	*Bag house filter*
Bahan	:	*Carbon steel SA-283 grade C*
Diameter Bag	:	0,2032 m
Panjang Bag	:	2,4384 m
Jumlah Bag	:	10 buah
Harga Satuan	:	US$ 15.930

3.3.7 Kompresor (K-01)

Fungsi	:	Menaikkan tekanan campuran gas dari 1,2 atm menjadi 1,4 atm
Jenis	:	*Centrifugal compressor*
Bahan	:	*Carbon steel SA-283 grade C*
Tekanan Masuk	:	1,2 atm
Tekanan Keluar	:	1,4 atm
Power Motor	:	2,9029 HP
Jumlah	:	1
Harga Satuan	:	US$ 3,3099

3.3.8 Expansion Valve (EV-01)

Fungsi	:	Menurunkan tekanan campuran gas keluar reaktor (R-01) sebanyak 4.677,7918 kg/jam dari 1,4 atm menjadi 1 atm.
Jenis	:	*Globe valve*
Bahan	:	*Carbon steel SA-283 grade C*
Suhu Aliran	:	240 °C
Tekanan Masuk	:	1,4 atm
Tekanan Keluar	:	1 atm
Diameter Masuk		
NPS		: 16 in
OD		: 16 in
ID		: 15,25 in
Jumlah		: 1
Harga Satuan		: US$ 49,1792

3.3.9 Heater (HE-01)

Fungsi	:	Memanaskan umpan metanol menuju vaporizer (V-01) sebanyak 877,3 kg/jam dari suhu 30°C menjadi 80 °C
Jenis	:	*Double pipe heat exchanger*

Aliran fluida

Fluida panas : *Steam*

Fluida dingin : Metanol

Spesifikasi *Annulus* :

IPS : 2 in

OD : 2.38 in

ID : 2.0670 in

Pressure drop : 0.0399 psi

Spesifikasi *Inner pipe* :

IPS : 1 in

OD : 1.32 in

ID : 1.049 in

Pressure drop : 1,4489 psi

Panjang : 12 ft

Jumlah *Hairpin* : 2 *hairpin*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 1.734,85

3.3.10 *Heater* (HE-02)

Fungsi : Memanaskan gas umpan masuk reaktor (R-01) sebanyak 4677,8 kg/jam dari suhu 81,9 °C menjadi 240 °C

Jenis : *Shell and tube heat exchanger*.

Aliran fluida

Fluida panas : Dowterm A

Fluida dingin : Campuran multi komponen

Spesifikasi *Annulus* :

IDs : 39 in

OD : 0,75 in

Pressure drop : 1,8219 psi

Spesifikasi *Inner pipe* :

OD : 0,75 in

ID : 0,62 in

Pressure drop : 0,1147 psi

Panjang : 12 ft

Jumlah Tube : 1049 buah

Jumlah *Hairpin* : 17 Hairpin

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 110.867

3.3.11 Heater (HE-03)

Fungsi : Memanaskan larutan urea solution masuk absorber sebanyak 485,6 kg/jam dari suhu 30°C menjadi 100 °C

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Aliran fluida

Fluida panas : *Steam*

Fluida dingin : Ammonia

Spesifikasi *Annulus* :

IPS : 2 in

OD : 2,38 in

ID : 2,0670 in

Pressure drop : 0,02 psi

Spesifikasi *Inner pipe* :

IPS : 1 in

OD : 1,32 in

ID : 1,049 in

Pressure drop : 0,5 psi

Panjang : 12 ft

Jumlah *Hairpin* : 2 *hairpin*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 1415

3.3.12 Cooler (CL-01)

Fungsi : Menurunkan suhu gas keluar reaktor menuju absorber dari suhu 381,1 ^{o}C menjadi 100^{o}C

Jenis : *Shell and tube heat exchanger*

Aliran fluida

Fluida panas : Campuran multi komponen

Fluida dingin : Air

Spesifikasi *Annulus* :

IDs : 10 in

Pressure drop : 1,2299 psi

Spesifikasi *Inner pipe* :

IPS : 3/4 in

OD : 1,05 in

ID : 0,821 in

Pressure drop : 0,0041 psi

Panjang : 20 ft

Jumlah *Hairpin* : 24 *hairpin*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 2.902

3.3.13 Cooler (CL-02)

Fungsi : Menurunkan suhu cairan keluar Absorber menuju Tangki-03 dari suhu 100^{o}C menjadi 30^{o}C

Jenis : *Shell and tube heat exchanger*

Aliran fluida

Fluida panas : Campuran multi komponen

Fluida dingin : Air

Spesifikasi *Annulus* :

IDs : 12 7/9 in

Pressure drop : 0,0867 psi

Spesifikasi *Inner pipe* :

IPS : 3/4 in

OD : 1,05 in

ID : 0,824 in

Pressure drop : 0,0030 psi

Panjang : 20 ft

Jumlah *Hairpin* : 38 *hairpin*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : US$ 3.804

3.3.14 Pompa

Tabel 3.1. Spesifikasi Pompa Proses

Kode	P – 01	P – 02
Fungsi	Mengalirkan umpan metanol dari truck ke tangki-01 sebanyak 878,6 kg/jam	Mengalirkan umpan metanol dari tangki-01 ke vaporizer sebanyak 878,6 kg/jam

Lanjutan Tabel 3.1 Spesifikasi Pompa Proses

Jenis	*Centrifugal Pump Multistage*	*Centrifugal Pump Multistage*
Tipe	*Radial flow impeller*	*Radial flow impeller*
Bahan	*Carbon Steel SA-283 grade C*	*Carbon Steel SA-283 grade C*
Kapasitas	878,6 kg/jam	1.054,4 kg/jam
Kecepatan Linier	0,5 m/s	0,53 m/s
Head Pompa	3,6 m	7,31 m
Tenaga Pompa	0,03 Hp	0,06 Hp
Tenaga Motor	0,05 Hp	0,08 Hp
Putaran Standar	1.750 rpm	1.750 rpm
Putaran Spesifik	661,2 rpm	392,9 rpm
Jumlah	1	1
Harga	US$ 86,785	US$ 86,785

Tabel 3.2. Spesifikasi Pompa Proses (Lanjutan)

Kode	P – 03	P – 04
Fungsi	Mengalirkan sisa metanol dan air yang tak teruapkan dari separator ke vaporizer sebanyak 97,6 kg/jam	Mengalirkan umpan Larutan Urea Solution 65% dari truck ke tangki-02 sebanyak 485,6 kg/jam

Lanjutan Tabel 3.2. Spesifikasi Pompa Proses

Jenis	*Centrifugal Pump Multistage*	*Centrifugal Pump Multistage*
Tipe	*Radial flow impeller*	*Radial flow impeller*
Bahan	*Carbon Steel SA-283 grade C*	*Carbon Steel SA-283 grade C*
Kapasitas	117,1 kg/jam	582,7 kg/jam
Kecepatan Linier	0,2 m/s	0,3 m/s
Head Pompa	6,36 m	6,30 m
Tenaga Pompa	0,0063 Hp	0,03 Hp
Tenaga Motor	0,05 Hp	0,05 Hp
Putaran Standar	1.750 rpm	1.750 rpm
Putaran Spesifik	157,3 rpm	254,2 rpm
Jumlah	1	1
Harga	US$ 25,5338	US$ 44,9976

Tabel 3.3. Spesifikasi Pompa Proses

Kode	P – 05	P – 06
Fungsi	Mengalirkan umpan Larutan Urea Solution 65% dari tangki-02 ke absorber sebanyak 485,6 kg/jam	Mengalirkan produk *Urea Solution Concentrate-85* dari absorber ke tangki-03 sebayak 1.262,6 kg/jam

Lanjutan Tabel 3.3. Spesifikasi Pompa Proses

Jenis	*Centrifugal Pump Multistage*	*Centrifugal Pump Multistage*
Tipe	*Radial flow impeller*	*Mixed flow impeller*
Bahan	*Carbon Steel SA-283 grade C*	*Carbon Steel SA-283 grade C*
Kapasitas	582,7 kg/jam	1.515,2 kg/jam
Kecepatan Linier	0,3 m/s	0,4 m/s
Head Pompa	6,33 m	1,11 m
Tenaga Pompa	0,03 Hp	0,01 Hp
Tenaga Motor	0,05 Hp	0,05 Hp
Putaran Standar	1.750 rpm	1.750 rpm
Putaran Spesifik	253,2 rpm	1.897,5 rpm
Jumlah	1	1
Harga	US$ 244,9976	US$ 105,2272

Tabel 3.4. Spesifikasi Pompa Proses (Lanjutan)

Kode	P – 07
Fungsi	Mengalirkan produk *Urea Formaldehyde Concentrate-85* dari Tangki-03 ke truck sebanyak 1,262,6 kg/jam
Jenis	*Centrifugal Pump Multistage*
Tipe	*Radial flow impeller*
Bahan	*Carbon Steel SA-283 grade C*

Lanjutan 3.4. Spesifikasi Pompa Proses

Kapasitas	1.515,2 kg/jam
Kecepatan Linier	0,3 m/s
Head Pompa	1.08 m
Tenaga Pompa	0,014 Hp
Tenaga Motor	0,05 Hp
Putaran Standar	1.750 rpm
Putaran Spesifik	1.789,1 rpm
Jumlah	1
Harga	US$ 96,1598

3.3.15 Tangki Metanol (T-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku metanol untuk kebutuhan proses selama 1 minggu sebanyak 147.613,5528 kg/jam

Jenis : *Vertical tank, flat bottom, conical roof*

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 30 ^{o}C

Volume : 188,4829 m^3

Diameter : 4,1608 m

Tinggi : 4,1608 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 42.889,16

3.3.16 Tangki Urea (T-02)

Fungsi : Menyimpan bahan baku urea untuk kebutuhan proses selama 1 minggu sebanyak 81.585,0816kg/jam

Jenis : *Vertical tank, flat bottom, conical roof*

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 30 ^{o}C

Volume : 63,0773m^{3}

Diameter : 2,8887 m

Tinggi : 2,8887 m

Jumlah : 1

Harga : US$ 47.272,85

3.3.17 Tangki *Urea Formaldehyde Concentrate-85* (T-03)

Fungsi : Menyimpan bahan baku *Urea Formaldehyde Concentrate-85* untuk kebutuhan proses selama 1 minggu sebanyak 212.121,2121 kg/jam

Jenis : *Vertical tank, flat bottom, conical roof*

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 30 ^{o}C

Volume	:	223,6069 m^3
Diameter	:	4,4047 m
Tinggi	:	4,4047 m
Jumlah	:	1
Harga	:	US$ 101.014,41

3.4 Perancangan Produksi

3.4.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri-industri yang menggunakan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* sebagai bahan baku dan bahan tambahan. Dan juga dengan melihat kapasitas pabrik – pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* yang telah berdiri. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 10.000 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 *Urea Formaldehyde Concentrate-85* di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat. Diperkirakan kebutuhan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* pada tahun 2021 sebesar 9.485,458 ton/tahun.

Dengan kapasitas tersebut diharapkan :

a. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.
b. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena laju *import Urea Formaldehyde Concentrate-85* dapat ditekan seminimal mungkin.

2. Ketersediaan bahan baku

Kontinuitas ketersediaan bahan baku dalam pembuatan *Urea Formaldehyde Concentrate-85* 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. *Urea solution* diperoleh dari PT. Pupuk Kalimantan Timur di Bontang, Kalimantan Timur.

3.4.2 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.

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 *Urea Formaldehyde Concentrate-85* (UFC-85) dengan kapasitas produksi 10.000 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 *Urea Formaldehyde Concentrate-85* ini adalah *methanol* yang diperoleh dari Kaltim Methanol Industri (KMI),

Bontang. *Urea Solution* diperoleh dari PT. Pupuk Kalimantan Timur, Bontang, Kalimantan Timur.

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 *Urea Formaldehyde Concentrate-85*.

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 *Urea Formaldehyde Concentrate-85* 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 (*Plant Layout*)

Tata letak letak pabrik merupakan tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat karyawan bekerja, tempat kerja peralatan dan tempat penyimpanan bahan yang ditinjau dari segi hubungan antara satu dengan yang lainnya.

Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lain sebagainya harus terletak pada bagian yang seefisien mungkin, terutama ditinjau dari segi lalu lintas barang, kontrol, keamanan, dan ekonomi. Selain itu yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah penempatan alat-alat produksi sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan kenyamanan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah sebagai berikut:

1. Daerah Proses

   Daerah proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi. Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.

2. Perluasan pabrik

   Perluasan pabrik dan penambahan bangunan di masa mendatang harus sudah masuk dalam perhitungan awal. Sehingga sejumlah areal khusus sudah harus disiapkan sebagai perluasan pabrik bila suatu saat dimungkinkan pabrik menambah peralatannya untuk menambah kapasitas.

3. Keamanan

   Faktor terberat dalam menentukan tata letak pabrik adalah faktor keamanan, yaitu keamanan terhadap bahaya kebakaran, ledakan asap ataupun gas beracun. Sehingga meskipun sudah dilengkapi dengan alat-alat pengaman seperti *hydrant*, penahan ledakan, maupun asuransi pabrik, namun faktor-faktor pencegah harus tetap diadakan dengan maksud untuk memudahkan sistem pertolongan jika sewaktu-waktu terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Misalnya penyimpan bahan baku dan produk pada areal khusus, juga pemberian jarak antar ruang yang cukup untuk tempat-tempat rawan.

4. Luas area yang tersedia

   Harga tanah menjadi faktor yang membatasi kemampuan penyediaan areal, sehingga bila harga tanah sedemikian tinggi maka kadang-kadang diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemakaian ruang.

5. Bangunan

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

6. Penempatan instalasi dan utilitas

   Distribusi gas, udara, air dan listrik memerlukan instalasi pada setiap pabrik, sehingga keteraturan penempatan instalasi akan membantu kemudahan kerja dan *maintenance.*

7. Jaringan jalan raya

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

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

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

Areal ini terdiri dari :

a) Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
b) Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.
c) Fasilitas–fasilitas bagi karyawan seperti : poliklinik, koperasi, kantin, *sport centre* dan masjid.

2) Daerah proses dan perluasan.

Merupakan lokasi alat-alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan perluasannya.

3) Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.
4) Daerah utilitas dan pemadam kebakaran

Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

Dalam uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dari pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

a) Mengadakan integrasi terhadap semua faktor yang mempengaruhi produk.

b) Mengalirkan kerja dalam pabrik sesuai dengan jalannya diagram alir proses.

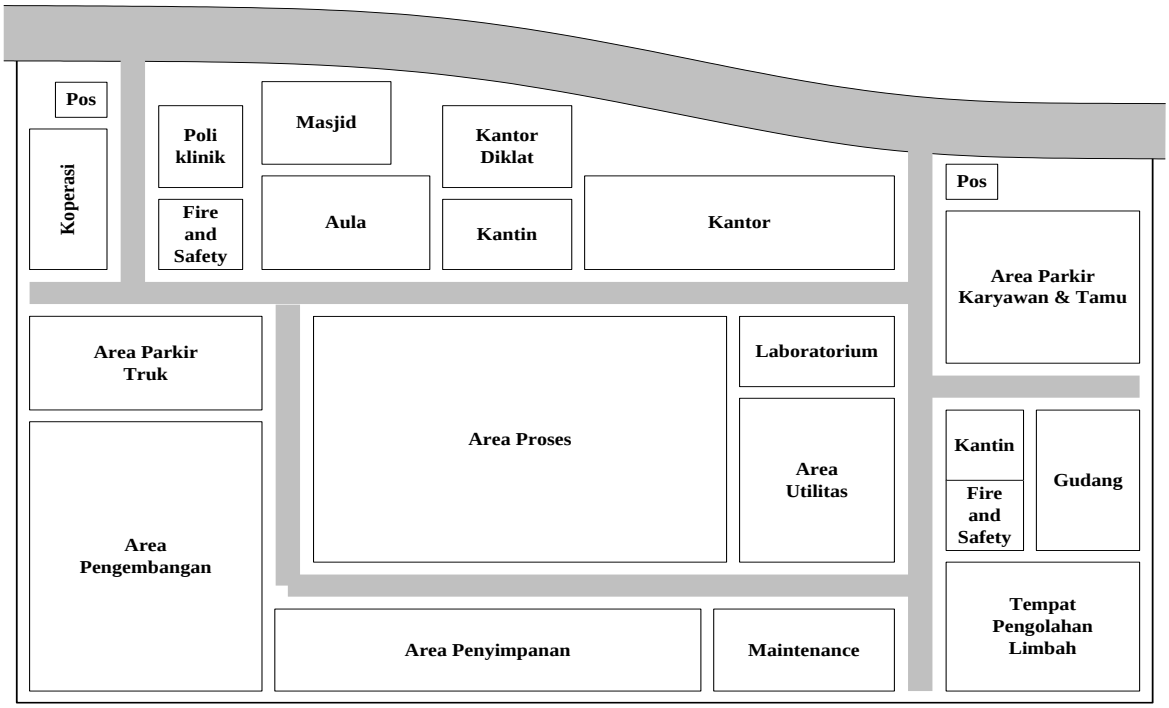
c) Mengerjakan perpindahan bahan sesedikit mungkin.

d) Menggunakan seluruh areal secara efektif.

e) Menjamin keselamatan dan kenyamanan karyawan.

f) Mengadakan pengaturan alat-alat produksi yang fleksibel.

Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa tata letak pabrik (*plant lay out*) *Urea Formaldehyde Concentrate-85* dari metanol dan udara dengan kapasitas 10.000 ton/tahun sebagai berikut :



Gambar 4.1. Tata letak pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* skala 1:100

Keterangan :

- Pos Keamanan
- Koperasi
- Poliklinik
- Fire and safety
- Masjid
- Kantor Diklat
- Kantin
- Kantor
- Parkir Karyawan dan Tamu
- Parkir Truk
- Area Perluasan
- Area Proses
- Area Penyimpanan
- Laboratorium
- Utilitas
- Mainenance
- Gudang
- Tempat Pengolahan Limbah
- Jalan raya

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa luas area pembangunan pabrik Urea Fomaldehyde Concentrate-85 dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 4.1 Areal bangunan pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85*

No	**Lokasi**	**Ukuran, m**	**Luas, m^2**
1	Pos Keamanan	(5 x 4) x 2 Unit	40
2	Parkir Tamu dan Karyawan	(30 x 25)	750
3	Kantor Utama	(37 x 18)	666
4	Parkir Direksi	(10 x 3)	30
5	Kantor Produksi	(35 x 20)	700
6	Area Proses	(60 x 45)	2.700
7	Area Utilitas	(50 x 40)	2.000
8	Area Pengolahan Limbah	(20 x 10)	200
9	Gudang Alat	(20 x 7)	140
10	Bengkel	(15 x 12)	180
11	Parkir Truk	(20 x 12)	240
12	Gudang Bahan Kimia	(12 x 8)	96
13	Poliklinik	(20 x 10)	200
14	Unit Pemadam Kebakaran	(20 x 15)	300
15	Gudang Serba Guna	(20 x 15)	300
16	Masjid	(20 x 20)	400
17	Kantin dan Koperasi	(20 x 12)	240
18	Mess Direksi	(40 x 20)	800
19	Mess Tamu	(12 x 5)	80
20	Mess Karyawan	(108 x 108)	11.664
21	Jalan, Taman dan lain-lain	-	3.000
22	Perluasan	(110 x 40)	4.400
23	Luas Tanah	-	27.586
24	Luas Bangunan	-	20.186
Luas area terpakai			**27.586**

4.3 Tata Letak Alat Proses

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

1) Aliran bahan baku dan produk

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

2) Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Selain itu, perlu juga diperhatikan arah hembusan angin.

3) Cahaya

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

4) Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika

terjadi gangguan alat proses maka harus cepat diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5) Tata letak alat proses

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

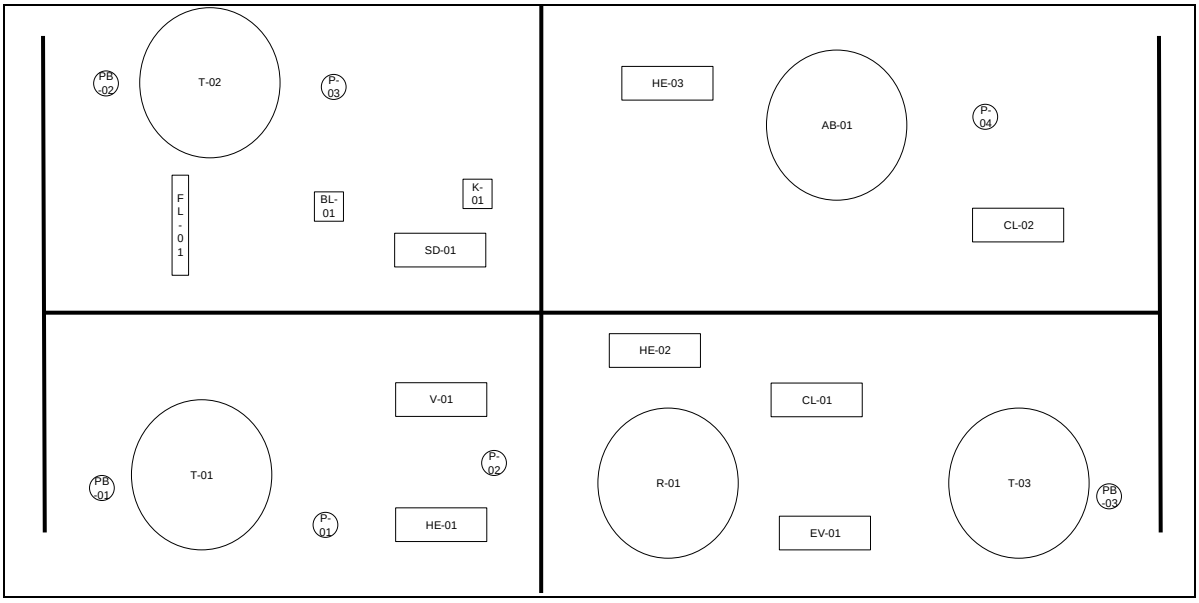
6) Jarak antar alat proses

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

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

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

Berikut tata letak alat (*equipment lay out*) pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut :



Keterangan :

- Absorber (AB-01)
- Blower-01 (BL-01)
- Cooler-01 (CL-01)
- Cooler-02 (CL-02)
- Expantion valve-01 (EV-01)
- Filter-01 (FL-01)
- Heater-01 (HE-01)
- Heater-02 (HE-02)
- Heater-03 (HE-03)
- Kompresor-01 (K-01)
- Pompa-01 (P-01)
- Pompa-02 (P-02)
- Pompa-03 (P-03)
- Pompa-04 (P-04)
- Separator drum-01 (SD-01)
- Tangki-01 (T-01)
- Tangki-02 (T-02)
- Tangki-03 (T-03)
- Vaporizer-01 (V-01)
- Reaktor-01 (R-01)

Gambar 4.2. Tata letak alat proses pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85*

skala 1:100

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	877,3	8,8
O_2	884,9	425,2
N_2	2.914,1	2.914,1
H_2O	171,3	687,0
CHOH	0	765,2
CO	0	42,8
$(NH_2)_2CO$	315,7	315,7
CHOOH	0	4,5
Total	**5.163,3**	**5.163,3**

4.4.1.2 Neraca Massa di Vaporizer (V-01)

Tabel 4.3 Neraca Massa di Vaporizer

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
CH_3OH	974,8	974,8
H_2O	1,5	1,5
Total	**976,3**	**976,3**

4.4.1.3 Neraca Massa di Separator Drum (SD-01)

Tabel 4.4 Neraca Massa di Separator Drum

Komponen	**Masuk (kg/jam)**	**Keluar (kg/jam)**	
		Atas	**Bawah**
CH_3OH	974,8	877,3	97,5
H_2O	1,4	1,3	0,1
Total	**976,2**	**878,6**	**97,6**

4.4.1.4 Neraca Massa di Reaktor (R-01)

Tabel 4.5 Neraca Massa di Reaktor

Komponen	**Masuk (kg/jam)**	**Keluar (kg/jam)**
CH_3OH	877,3	8,8
O_2	884,9	425,2
N_2	2.914,2	2.914,2
H_2O	1,3	517,1
CHOH	-	765,2
CO	-	42,8
CHOOH	-	4,5
Total	**4.677,8**	**4.677,8**

4.4.1.5 Neraca Massa di Absorber (AB-01)

Tabel 4.6 Neraca Massa di Absorber

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
		Atas	Bawah
CH_3OH	8,7	6,1	2,6
O_2	425,2	425,2	-
N_2	2.914,2	2.914,2	-
H_2O	687	500,9	186,1
CHOH	765,2	7,6	757,6
CO	42,8	42,8	-
$(NH_2)_2CO$	315,7	-	315,7
CHOOH	4,5	3,9	0,6
Total	**5.163,3**	**3.900,7**	**1.262,6**

4.4.2 Neraca Panas

Basis : 1 jam

Satuan : kkal/jam

Suhu Referensi : 25^oC (298 K)

4.4.2.1 Reaktor (R-01)

Tabel 4.7 Neraca Panas di Reaktor

Panas Masuk (kkal/jam)		Panas Keluar (kkal/jam)	
Panas masuk	1.143.166,9	Panas keluar	1.117.734.5
Beban Pemanas	1.327.882,9	Panas reaksi	1.353.315,3
Total	**2.471.049,8**	**Total**	**2.471.049,8**

4.4.2.2 Vaporizer (V-01)

Tabel 4.8 Neraca Panas di Vaporizer

Panas Masuk (Kkal/jam)		**Panas Keluar (Kkal/jam)**	
Panas Masuk	33.094,2	Panas Keluar	18.731,9
beban pemanas	208.393,4	Panas Vaporasi	222.755,7
Total	**241.487,6**	**Total**	**241.487,6**

4.4.2.3 Separator Drum (SD-01)

Tabel 4.9 Neraca Panas di Separator Drum

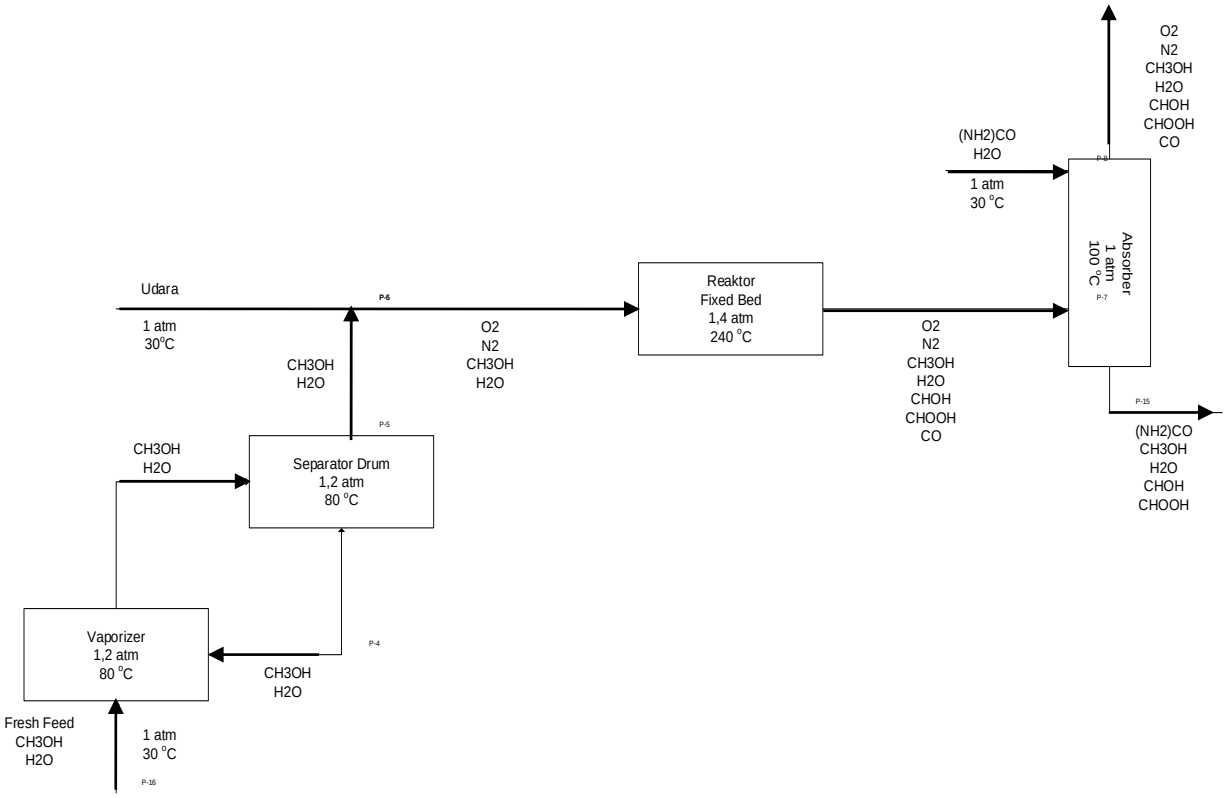
Panas Masuk	**Q kkal/jam**	**Panas Keluar**	**Q kkal/jam**
Panas Masuk	38.875,0	Panas Keluar	41.896,2
Beban pemanas	3.021,2		
Total	**41.896,2**	**Total**	**41.896,2**

4.4.2.4 Absorber (AB-01)

Tabel 4.10 Neraca Panas di Absorber

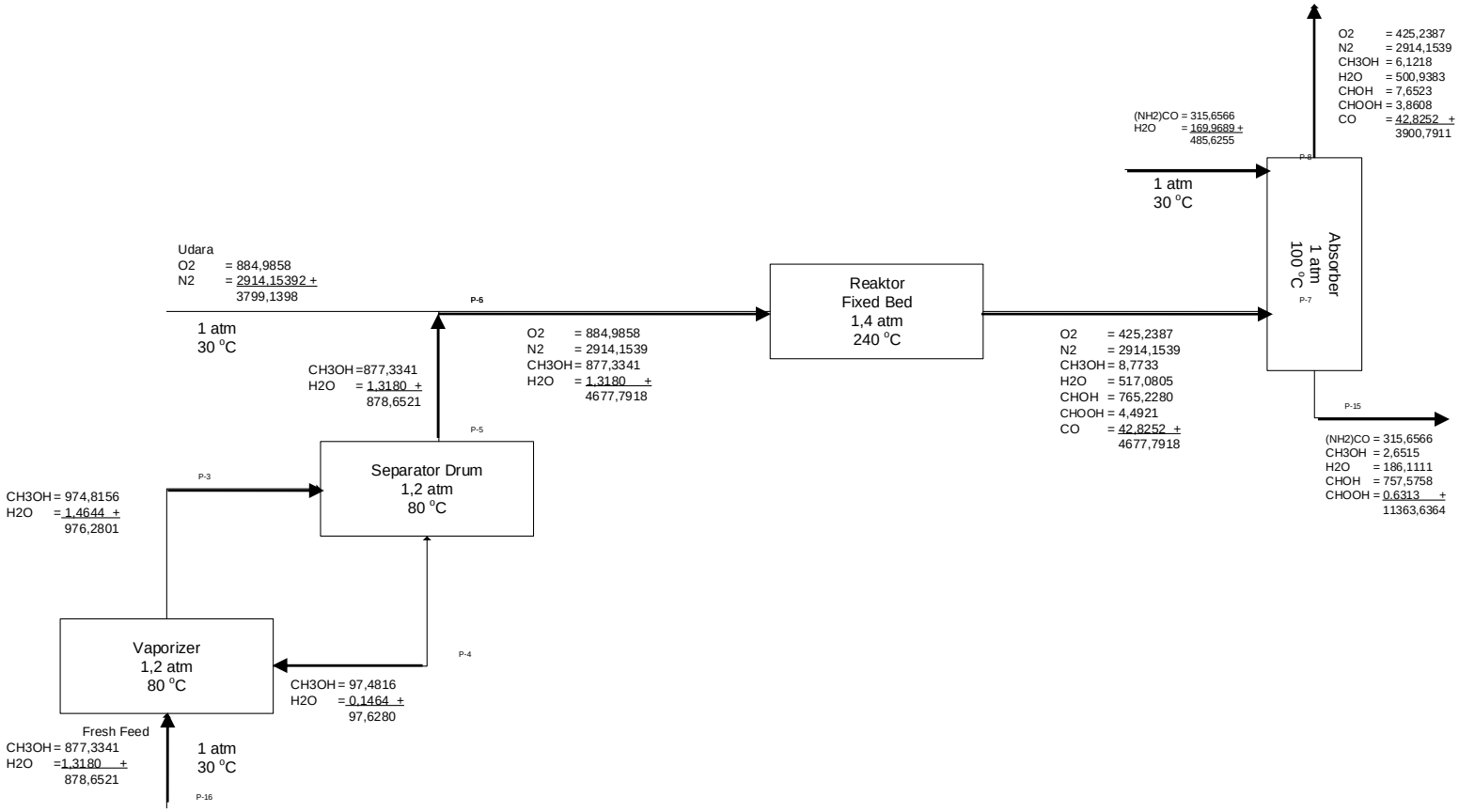
Panas Masuk (Kkal/jam)		**Panas Keluar (Kkal/jam)**	
Panas masuk	123094.4	Panas keluar	107072.1
		beban pendingin	16022.3
Total	**123094.4**	**Total**	**123094.4**

4.4.3 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.3. Diagram alir kualitatif pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85*

4.4.4 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4.4 Diagram alir kuantitatif pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* (kg/jam)

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 tiap-tiap 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 *Urea Formaldehyde Concentrate-85* 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 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) Pendinginan dan Menara Pendingin (*Cooling Tower*)

Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung hal diatas, maka ke dalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut :

1. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
2. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
3. Zat dispersan, untuk mencegah terjadinya penggumpalan (pengendapan fosfat).

Air yang telah digunakan pada *cooler*, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik.

4.6.1.2.1 Perhitungan Kebutuhan Air

1) Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4.11 Kebutuhan air untuk pendingin (kg/jam)

No.	Nama Alat	Kebutuhan Pendingin (kg/jam)
1	Cooler – 01	19.199,4807
2	Cooler – 02	1.287,9057
3	Cooler – 03	192,6416
Total		**20.680,0280**

Air pendingin yang keluar *Cooling Tower* menguap sebesar 632,8089 kg/jam dan keluar blowdown sebesar 158,2022 kg/jam. Selain itu, 0,15% dari total kebutuhan air pendingin terbawa udara sebesar 31,0200 kg/jam. Sehingga *make up* air pendingin = jumlah air yang menguap + blowdown + air terbawa udara

= (632,8089 + 158,2022 + 31,0200) kg/jam

= 822,0311 kg/jam

2) Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Tabel 4.12 Kebutuhan *steam*

No.	Nama Alat	Kebutuhan Steam (kg/jam)
1	Vaporizer	318,1306
2	Heater – 01	515,7342
3	Heater – 02	700,3704
4	Heater – 03	734.065,0448
Total		**735.599,2801**

Air pembangkit *steam* 20% sebagai *make up* air yaitu sebesar 147.119,8560 kg/jam dan 20% dari *make up* air keluar blowdown 29.423,9712 kg/jam, sehingga jumlah *make up steam* = (147.119,8560 + 29.423,9712) kg/jam

= 176.543,8272 kg/jam

3) Air Untuk Keperluan Perkantoran dan Rumah Tangga

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

Jumlah karyawan + keluarga = ± 265 orang

Tabel 4.13 Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/hari)
1.	Karyawan + Rumah Tangga	38.500
2	Poliklinik	300
3.	Laboratorium	500
4.	Bengkel	200
5.	Pemadam Kebakaran	1.000
6.	Kantin,Mushola, Kebun dan Lain-lain	1.500
	Jumlah	**42.000**

Kebutuhan air total = (822.0311 + 176.543,8272 + (42.000/24)) kg/jam

= 179.115,8583 kg/jam

Diambil angka keamanan 10% = 1,1 x 179.115,8583 = 197.027,4441 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 : 1.094.571,7288 kg/jam
- Jenis : *Water 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.

4.6.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Adapun kebutuhan listrik untuk alat instrumentasi dan control sebesar 1,57 kW, kebutuhan listrik untuk laboratorium, perkantoran rumah tangga

sebesar 7,85 kW, kebutuhan listrik utilitas dan alat proses sebesar 31,40 kW. Sehinggan kebutuhan listrik total sebesar 51,03 kW. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power-power yang dinilai penting antara lain *boiler*, kompresor, pompa, dan *cooling tower*. Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :

- Kapasitas : 70 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 tenaga listrik 50% dan diesel 50%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 76,608 m^3/jam.

4.6.5 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.

4.7 Laboratorium

4.7.1 Kegunaan Laboratorium

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

Fungsi lain dari laboratorium adalah mengendalikan pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air. Laboratorium kimia merupakan sarana kegiatan guna pembangunan perusahaan supaya lebih maju dan menguntungkan baik dari segi teknis maupun non teknis.

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

1) Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan bahan tambahan lainnya yang digunakan.
2) Sebagai pengontrol kualitas produk yang akan dipasarkan.
3) Sebagai pengontrol mutu air pendingin, air umpan boiler, steam, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

4) Sebagai peneliti dan pelaku riset terhadap segala sesuatu yang berkenaan dengan pengembangan dan peningkatan mutu produk.
5) Sebagai pengontrol terhadap proses produksi, baik polusi udara, cair maupun padatan.

Adapun analisa yang dilakukan di laboratorium adalah:

1) Analisa mutu bahan baku
2) Analisa mutu produk
3) Analisa mutu air

Laboratorium juga digunakan untuk menganalisa keperluan utilitas, adapun analisa untuk keperluan utilitas meliputi :

a. ***Analisa feed water***, yang dianalisa meliputi *Dissolved Oxygen*, pH, *hardness, total solid, suspended solid* serta *oil* dan *organic matter*.

Syarat kualitas *feed water* :

- DO *(Dissolved Oxygen)* : lebih baik 0 ≤ 0,007 ppm (≤ 0,005 cc/lt)
- pH : ≥ 7
- *Hardness* : 0

Temporary *hardness* maksimum : ppm $CaCO_3$

Total solid : ≤ 200 ppm (0-600 psi), ≤ 10 ppm (600-750 psi)

Suspended solid : 0

Oil dan *organic matter* : 0

- Penukar ion, yang dianalisa adalah kesadahan $CaCO_3$ dan silika sebagai SiO_2
- Air bebas mineral, analisanya sama dengan penukar ion

- Analisa *cooling water,* yang dianalisa pH jenuh $CaCO_3$ dan indeks *Langelier*.

Syarat kualitas air pada *cooling water* :

- pH jenuh $CaCO_3$: 11,207-0,916 log Ca + log Mg – 0,991 log total alkalinitas + 0,032 log SC_4
- Indeks *Langlier* : pH jenuh $CaCO_3$ (0,6 – 10)

b. ***Analisa air umpan boiler***, yang dianalisa meliputi alkalinitas total, *sodium phosphate, chloride, pH, oil* dan *organic matter*, total solid serta konsentrasi silica.

c. ***Air minum yang dihasilkan*** dianalisa meliputi pH, kadar *khlor* dan kekeruhan

d. ***Air bebas mineral***, yang dianalisa meliputi pH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut, dan kadar Fe.

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

1. Laboratorium Pengamatan

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

2. Laboratorium Analisa/Analitik

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

3. Laboratorium Penelitian, Pengembangan dan Perlindungan Lingkungan

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

- **Alat analisa penting**

Alat analisa yang digunakan:

1) *Water Content Tester*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air.

2) *Hydrometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur *specific grafity*.

3) *Viscometer bath*

Alat ini digunakan untuk mengukur viskositas.

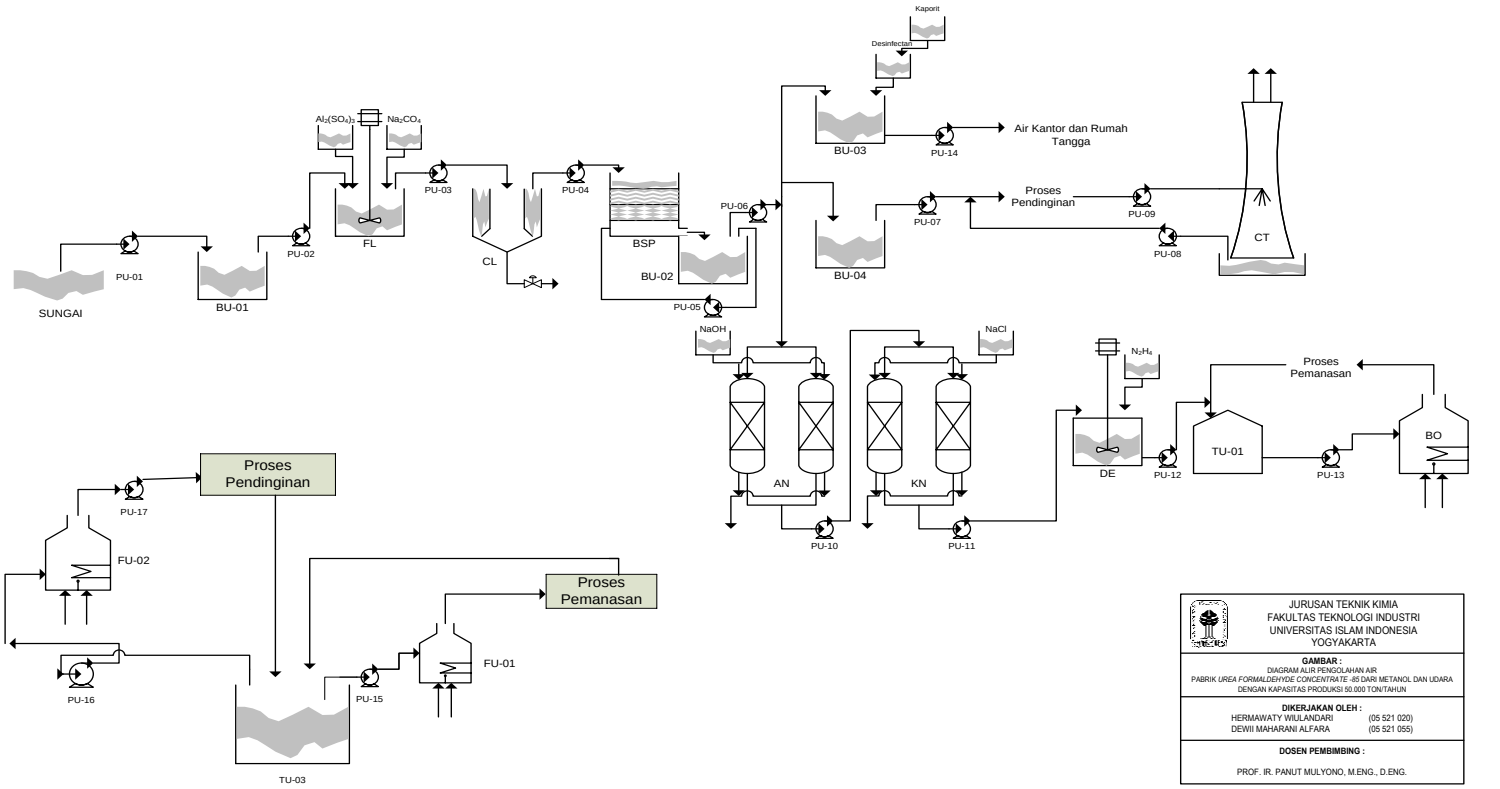
4) *Portable Oxygen Tester*

Digunakan untuk menganalisa kandungan oksigen dalam cerobong asap.

5) *Infra – Red Spectrofotometer*

Digunakan untuk menganalisa indeks bias.

Berikut diagram alir proses pengolahan air pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* dari metanol dan udara dengan kapasitas 10.000 ton/tahun.



ALAT	KETERANGAN
BU-01	Bak pengendap
BU-02	Bak penampung air bersih
BU-03	Bak penampung air kantor dan rumah tangga
BU-04	Bak penampung air pendingin
FL	Flokulator
CL	Clarifier
BSP	Bak saringan pasir
AN	Tangki anion
KN	Tangki kation
DE	Tangki deaerator

ALAT	KETERANGAN
TU-01	Tangki air umpan boiler
TU-02	Tangki Bahan Bakar
TU-03	Tangki Dowtherm
TU-04	Tangki Bahan Bakar
TU-05	Tangki Bahan Bakar
BO	Boiler
CT	Cooling tower
FU-01	Furnace
FU-02	Furnace
PU-01	Pompa
PU-02	Pompa

ALAT	KETERANGAN
PU-03	Pompa
PU-04	Pompa
PU-05	Pompa
PU-06	Pompa
PU-07	Pompa
PU-08	Pompa
PU-09	Pompa
PU-10	Pompa
PU-11	Pompa
PU-12	Pompa

ALAT	KETERANGAN
PU-13	Pompa
PU-14	Pompa
PU-15	Pompa
PU-16	Pompa
PU-17	Pompa
PU-18	Pompa
PU-19	Pompa
PU-20	Pompa

Gambar 4.5. Diagram alir pengolahan air

4.8 Organisasi Perusahaan

4.8.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* 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.

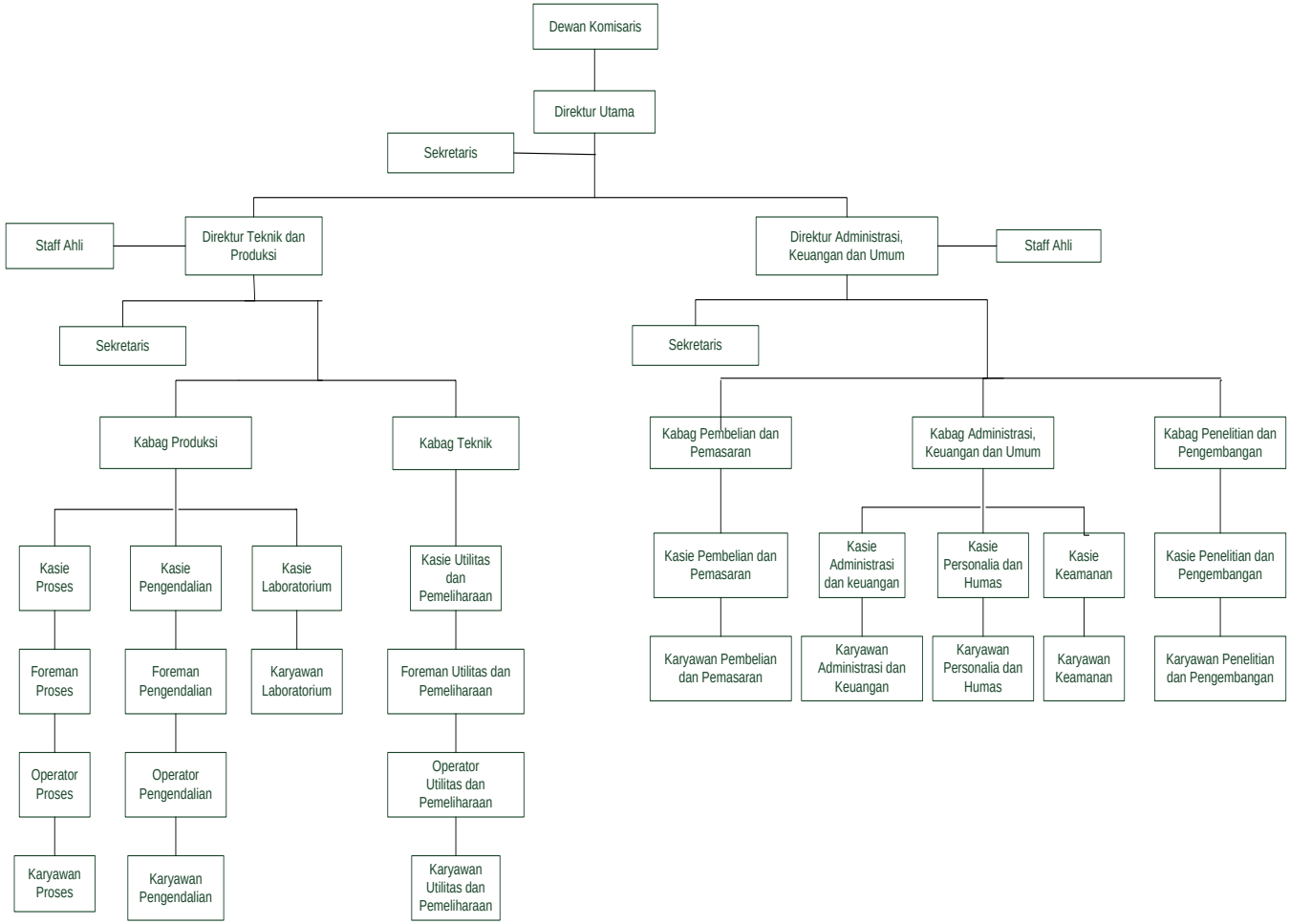
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana 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 dibidangnya. 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.

Adapun struktur organisasi pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut :



Gambar 4.6 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 mempertanggung jawabkan 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 teknk 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-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 harian

adalah : Direktur Utama, Direktur Teknik dan Prouksi, Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan harian 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 4.14 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 4.15 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
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 Kimia
22	Operator Teknik	Ahli Madya Teknik Kimia
23	Foreman Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
24	Operator Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
25	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	Ahli Madya Teknik Industri / Ekonomi

Lanjutan Tabel 4.15 Jabatan dan Keahlian

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 4.16 Perincian jumlah karyawan alat proses

Nama Alat	∑ Unit	Orang / Unit.Shift	Orang / Shift
Reaktor	1	0.5	0.5
Absorber	1	0.25	0.25
Vaporizer	1	0.25	0.25
Separator	1	0.05	0.05
Kompresor	1	0.05	0.05
Filter	1	0.05	0.05
Tangki	3	0.1	0.3
Heater	3	0.25	0.75
Cooler	3	0.25	0.75
Pompa	7	0.2	1.4
Blower	1	0.25	0.25
Expansion valve	1	0.2	0.2
Total			**4.80**

- Jumlah operator untuk alat proses = 4.80 x 3 Shift

  = 14.40 Orang ≈ 15 Orang

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

  = 0,5 x 15 Orang

  = 8 Orang

Sehingga total keseluruhan operator lapangan = 15 Orang + 8 Orang

= 23 Orang

Tabel 4.17 Jumlah karyawan

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum	1
4	Staf Ahli	2
5	Kepala Bagian Produksi	1
6	Kepala Bagian Teknik	1
7	Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	1
8	Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum	1
9	Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	1
10	Kepala Seksi Personalia dan Humas	2
11	Kepala Seksi Keamanan	1
12	Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	1
13	Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	1
14	Kepala Seksi Proses	1
15	Kepala Seksi Pengendalian	1
16	Kepala Seksi Laboratorium	1
17	Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	1
18	Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	1
19	Foreman Proses	3
20	Operator Proses	4
21	Foreman Teknik	3
22	Operator Teknik	4
23	Foreman Utilitas	4
24	Operator Utilitas	4
25	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	4
26	Karyawan Administrasi dan Keuangan	3
27	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	4
28	Karyawan Personalia dan Humas	3
29	Karyawan Keamanan	12
30	Karyawan Proses	37
31	Karyawan Pengendalian	5
32	Karyawan Laboratorium	4
33	Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	10

Lanjutan Tabel 4.17 Jumlah karyawan

34	Sekretaris	5
35	Medis	2
36	Paramedis	3
37	Sopir	6
38	Cleaning Service	5

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 4.18 Penggolongan gaji menurut jabatan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	20.000.000	20.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	1	18.000.000	18.000.000
Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum	1	18.000.000	18,000,000
Staf Ahli	2	15.000.000	30.000.000
Kepala Bagian Produksi	1	10.000.000	10.000.000
Kepala Bagian Teknik	1	10.000.000	10.000.000
Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	1	10.000.000	10.000.000
Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum	1	10.000.000	10.000.000
Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	1	10.000.000	10.000.000
Kepala Seksi Personalia dan Humas	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Seksi Keamanan	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Seksi Proses	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Seksi Pengendalian	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Seksi Laboratorium	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	1	8.000.000	8.000.000
Foreman Proses	3	5.000.000	15.000.000
Operator Proses	6	3.500.000	21.000.000
Foreman Teknik	3	5.000.000	15.000.000

Lanjutan Tabel 4.18 Penggolongan gaji menurut jabatan

Operator Teknik	6	3.500.000	21.000.000
Foreman Utilitas	3	5.000.000	15.000.000
Operator Utilitas	6	3.500.000	21.000.000
Karyawan Pembelian dan Pemasaran	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan Administrasi dan Keuangan	3	2.500.000	7.500.000
Karyawan Penelitian dan Pengembangan	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan Personalia dan Humas	3	2.500.000	7.500.000
Karyawan Keamanan	12	2.500.000	30.000.000
Karyawan Proses	35	3.000.000	105.000.000
Karyawan Pengendalian	6	2.700.000	16.200.000
Karyawan Laboratorium	3	2.700.000	8.100.000
Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	9	2.700.000	24.300.000
Sekretaris	3	3.000.000	9.000.000
Medis	1	3.500.000	3.500.000
Paramedis	3	2.500.000	7.500.000
Sopir	6	2.000.000	12.000.000
Cleaning Service	7	1.800.000	12.600.000
Total	**145**		**579.200.000**

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 memproses 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 prarancangan 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 Invesment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow*
4. *Break Event 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 variable (*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 *Urea Formaldehyde Concentrate-85* beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari. 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 2021 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1955 sampai 2021 dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4.19 Harga indeks

Sumber : (http://www.che.com, 2007)

Tahun (X)	**Indeks (Y)**
1980	324
1981	343
1982	355
1983	356
1984	361,3
1985	358,2
1986	359,2
1987	368,1
1988	381,1
1989	381,7

Lanjutan Tabel 4.19 Harga indeks

1990	386,5
1991	389,5
1992	390,6
1993	394,1
1994	394,3
1995	395,6
1996	402
1997	444,2
1998	468,2
1999	499,6
2000	525,4
Total	**8.277,6**

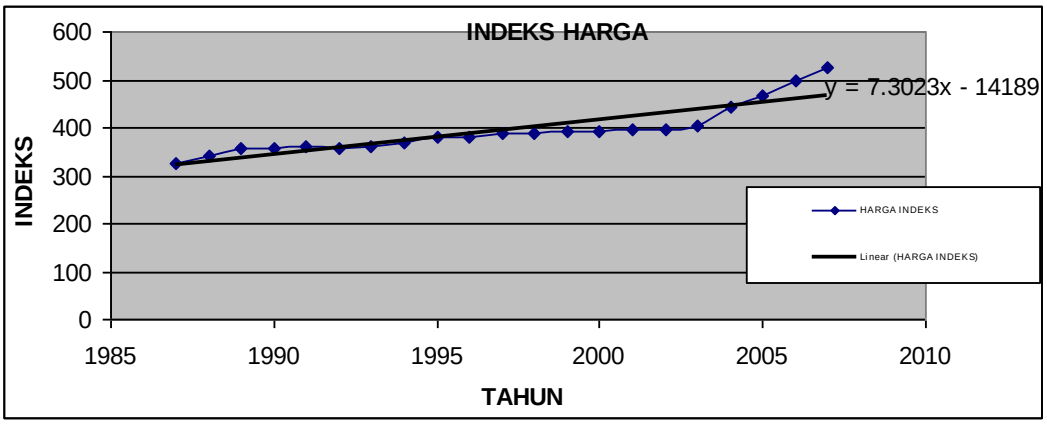
Persamaan yang diperoleh adalah : y = 7,3023 x - 14.189

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

Tabel 4.20 Harga indeks pada tahun perancangan

Tahun	Index
2008	473.42
2009	480.72
2010	488.02
2011	495.32
2012	502.62
2013	509.93
2014	517.23
2015	524.53
2016	531.83
2017	539.13
2018	546.44
2019	553.74
2020	561.04
2021	568.34

Jadi indeks pada tahun 2020 = **561.04**



Gambar 4.7. 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 2020

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

Nx : Index harga pada tahun 2020

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

Jika kapasitas alat tidak ada di referensi, maka harga alat dihitung menggunakan metode *six tenths factor* :

$$Eb = Ea\ x\ \left(\frac{Cb}{Ca}\right)^{0,6}$$

Dimana :

Ea = Harga alat a

Eb = Harga alat b

Ca = Kapasitas alat a

Cb = Kapasitas alat b

4.9.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi *Urea Formaldehyde Concentrate-85* = 10.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan pada tahun = 2020

Kurs mata uang = 1 US$ = Rp 13.000,-

Harga bahan baku (metanol) per kg = Rp 18.066.063.787,79,-

Harga bahan pembantu :

- Urea Solution = Rp 8.125.000.884,00,-
- Katalis (*Iron Molybdenum Oxyde*) = Rp 46.831.236

Harga Jual = Rp 169.000.000.000,-

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.

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

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.

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

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 *Urea Formaldehyde Concentrate-85* memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta General Expense. Hasil rancangan masing–masing disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.21 *Physical Plant Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	Harga alat	44.325.531.874,30	3.409.656,30
2	Biaya pengangkutan	11.081.382.968,58	852.414,07
3	Biaya pemasangan	6.621.552.530,76	509.350,19
4	Biaya pemipaan	23.738.027.146,84	1.826.002,09
5	Biaya instrumentasi	10.965.454.654,44	843.496,51
6	Biaya isolasi	1.602.538.460,07	123.272,19
7	Biaya listrik	4.432.553.187,43	340.965,63
8	Biaya bangunan	10.093.000.000,00	776.384,62
9	Biaya tanah dan perluasan lahan	27.586.000.000,00	2.122.000,00
Physical Plant Cost (PPC)		**140.446.040.822,42**	**10.803.541,60**

Tabel 4.22 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Physical Plant Cost*	140.446.040.822,42	10.803.541,60
2	*Engineering and Construction (*25%.PPC)	35.111.510.205,61	2.700.885,40
	Total	**175.557.551.028,03**	**13.504.427,00**

Tabel 4.23 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	*Direct Plant Cost*	175.557.551.028,03	13.504.427,00
2	*Contractors fee* (10%.DPC)	17.555.755.102,80	1.350.442,70
3	*Contigency* (10%.DPC)	17.555.755.102,80	1.350.442,70
	Total	**210.669.061.233.63**	**16.205.312,40**

Tabel 4.24 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	*Raw Material*	26.237.895.907,45	2.018.299,69
2.	*Labor*	816.000.000,00	62.769,23
3.	*Supervisor*	204.000.000,00	15.692,31
4.	*Maintenance*	21.066.906.123,36	1.620.531,24
5.	*Plant Suplies*	3.160.035.918,50	243.079,69
6.	*Royalty and Patent*	1.690.000.000,00	650.000,00
7.	*Bahan utilitas*	3.958.878.361,01	304.529,10
	Total	**57.133.716.310,32**	**4.394.901,25**

Tabel 4.25 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Payroll Overhead*	122.400.000,00	9.415,38
2	*Laboratory*	81.600.000,00	6.276,92
3	*Plant Overhead*	408.000.000,00	31.384,62
4	*Packaging and shipping*	16.900.000.000,00	1.300.000,00
Total IMC		**17.512.000.000,00**	**1.347.076,92**

Tabel 4.26 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	*Depresiasi*	21.066.906.123,36	1.620.531,24
2.	*Propertay tax*	2.106.690.612,34	162.053,12
3.	*Asuransi*	2.106.690.612,34	162.053,12
	Total	**25.280.287.348,04**	**1.944.637,49**

Tabel 4.27 *Total Manufacturing Cost (MC)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	*Direct manufacturing Cost*	57.133.716.310,32	4.394.901,25
2.	*Indirect manufacturing Cost*	17.512.000.000,00	1.347.076,92
3.	*Fixed manufacturing Cost*	25.280.287.348,04	1.944.637,49
	Total	**99.926.003.658,36**	**7.686.615,67**

Tabel 4.28 *Working Capital (WC)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	*Raw Material Inventory*	1.192.631.632,16	91.740,89
2.	*Inproses Inventory*	151.403.03585	11.646,39
3.	*Product Inventory*	4.542.091.075,38	349.391,62
4.	*Extended credit*	7.681.818.181,82	590.909,09
5.	*Available cash*	9.084.182.150,76	698.783,24
	Total	**22.652.126.075,96**	**1.742.471,24**

Tabel 4.29 *General Expense (GE)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	Administrasi	2.997.780.109,75	230.598,47
2.	*Sales expense*	4.996.300.182,92	384.330,78
3.	*Research*	3.997.040.146,33	307.464,63
4.	*Finance*	4.664.423.746,19	358.955,67
	Total	**16.657.544.185,20**	**1.281.349,55**

Tabel 4.30 Total biaya produksi

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	*Manufacturing cost*	99.926.003.658,36	7.686.615,67
2.	*General expense*	16.657.544.185,20	1.281.349,55
	Total	**116.583.547.843,56**	**8.967.965.22**

Tabel 4.31 *Fixed cost (Fa)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	*Depresiasi*	21.066.906.123,36	1.620.531,24
2.	*Propertay tax*	2.106.690.612,34	162.053,12
3.	*Asuransi*	2.106.690.612,34	162.053,12
	Total	**25.280.287.348,04**	**1.944.637,49**

Tabel 4.32 *Variable cost (Va)*

No	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	*Raw Material*	26.237.895.907,45	2.018.299,69
2	*Packing and shipping*	16.900.000.000,00	1.300.000,00
3	Utilitas	3.958.878.361,01	304.529,10
4	*Royalties & patents*	1.690.000.000,00	130.000,00
	Total Va	**48.786.774.268,46**	**3.752.828,79**

Tabel 4.33 *Regulated cost (Ra)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1	Gaji karyawan	6.950.400.000,00	534.646.15
2	*Payroll overhead*	122.400.000,00	9.415,38
3	*Plant overhead*	408.000.000,00	31.384,62
4	*Supervision*	204.000.000.00	15.692,31
5	*Laboratorium*	81.600.000,00	6.276,92
6	*Maintenance*	21.066.906.123,36	1.620.531,24
7	*General expense*	16.657.544.185,20	1.281.349,55
8	*Plant supplies*	3.160.035.918,50	243.079,69
	Total	**48.650.886.227,06**	**3.742.375,86**

4.9.6 Analisa Keuntungan

Harga jual produk *Urea Formaldehyde Concentrate-85* = Rp 16.900,00 /kg

Annual Sales (Sa) = Rp 169.000.000.000,00

Total Cost	= Rp 116.583.547.843,56 (-)
Keuntungan sebelum pajak	= Rp 52.416.452.156,44
Pajak Pendapatan	= 50%
Keuntungan setelah pajak	= Rp 26.208.226.078,22

4.9.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

4.9.7.1 *Percent Return On Investment (ROI)*

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

ROI *sebelum* pajak = 24,88 %

ROI *sesudah* pajak = 12,44 %

4.9.7.2 *Pay Out Time (POT)*

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

POT sebelum pajak = 2,87 Tahun

POT sesudah pajak = 4,46 Tahun

4.9.7.3 *Break Event Point (BEP)*

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

BEP = 46,28 %

4.9.7.4 *Shut Down Point (SDP)*

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

SDP = 16,94 %

4.9.7.5 *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp 210.669.061.233,63

Working Capital = Rp 22.652.126.075,96

Salvage Value (SV) = Rp 21.066.906.123,36

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

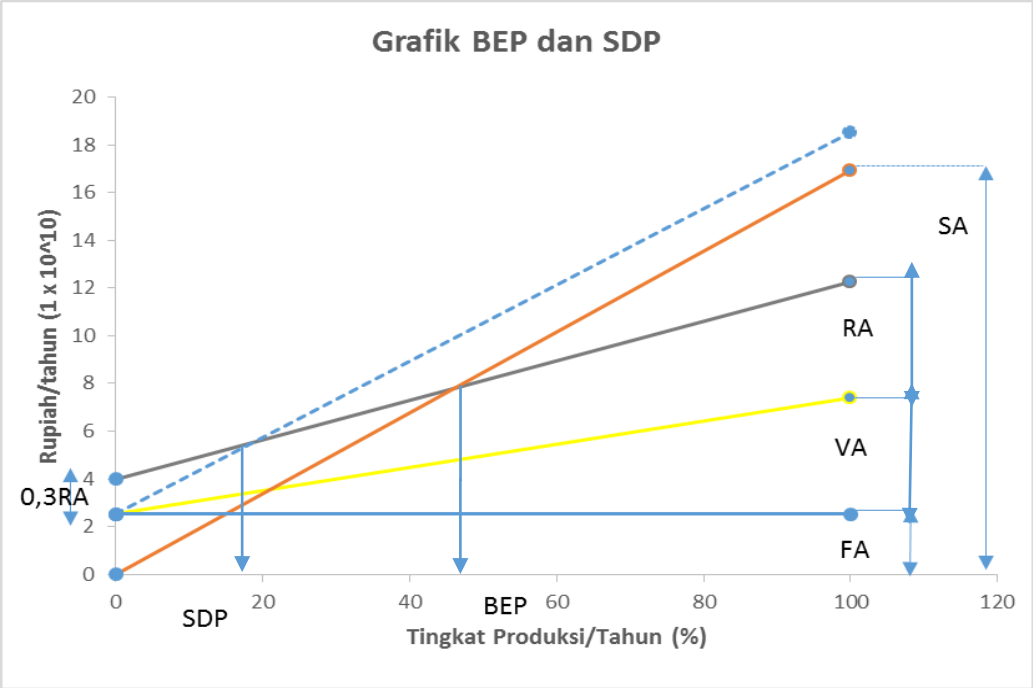
CF = Rp 51.941.555.947,78

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 = 18,70 %



Gambar 4.8. BEP dan SDP

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat dijelaskan bahwa pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* layak untuk didirikan karena didapatkan nilai BEP sebesar 46,28 % dimana nilai tersebut telah memenuhi syarat BEP 40 % - 60 %.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* (UFC-85) dari metanol dan udara dengan kapasitas 10.000 ton/tahun, dapat digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik. Hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :

1) Keuntungan yang diperoleh :

   Keuntungan sebelum pajak Rp 52.416.452.156,44 /tahun, dan keuntungan setelah pajak (50%) sebesar Rp 26.208.226.078,22 /tahun.

2) *Return On Investment* (ROI) :

   Presentase ROI sebelum pajak sebesar 24,88%, dan ROI setelah pajak sebesar 12,44%. 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 4,46 tahun dan POT setelah pajak selama 2,87 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

4) *Break Event Point* (BEP) pada 46,28 %, dan *Shut Down Point* (SDP) pada 16,94 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.
5) *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 18,70 %. Suku bunga deposito di bank saat ini adalah 10 % (www.bi.go.id, 18 Juli 2016). Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga deposito bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga deposito bank (1,5 x 10% = 15%).

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik *Urea Formaldehyde Concentrate-85* dari metanol dan udara dengan kapasitas 10.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

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 utama *Urea Formaldehyde Concentrate-85* 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

Badan Pusat Statistik, 2009-20015, "*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 Refineris and Chemical Plants*, Gulf Publishing Company, Book Divison, 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

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 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 Indsutry*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

PT. Kaltim Methanol Industri, 2012, diakses pada tanggal 8 April 2016

PT. Pupuk Kalimantan Timur, 2014, diakses pada tanggal 8 April 2016

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

Ryan, W.J., 1949, *Water Treatment and Purification*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Subekti, Agus, 1995, *Perancangan dan Evaluasi Reaktor Formaldehyde di PT. Pupuk Kalimantan-Bontang".* Prosiding STK Soehadi Reksowardodo

Sularso dan Tahara, H., 2000, *Pompa dan Kompresor*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta

Smith, J.M., and Van Ness, H.C., 1975, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics,* Mc Graw Hill Book Co.,Inc., New York

Ullmann's., Barbara Elvers, 1988, *"Encyclopedia of Industrial Chemistry",* vol A11, Completely Edition, John Wiley and Sons Inc., New York

Ulrich, G.D, 1984, *"A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics",* second edition, John Wiley and Sons Inc., New York

U.S. Patent, 1986, "*Process for Preparing a Urea-Formaldehyde Resin"*

Wallas, Stenley, M., 1991, *"Chemical Process Equipment Selection and Design",* Mc Graw Hill Book Co., Tokyo

Warnijati, S., 1988, *Perpindahan Panas*, bagian I & II, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook Physical, Thermodynamic, Enviromental, Transport, Safety, and Health Related Properties For Organic and Inorganic Chemicals,* McGraw Hill Book Companies, Inc., New York.

www.alasiachemical.com/urea-formaldehyde-concentrate-uf-es.html

www.bi.go.id

www.che.com

www.dbwestern.com

www.detik.com

www.dowtherm.com

REAKTOR

Jenis : Reaktor *Fixed Bed Multitube*

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara metanol dan oksigen menjadi formaldehid

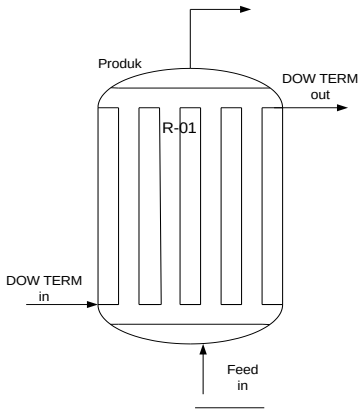
Kondisi Operasi : Suhu = 240 ^{o}C

Tekanan = 1,4 atm

Reaksi = Eksotermis

Tujuan :

1. Menentukan jenis reaktor
2. Menghitung pressure drop
3. Menghitung berat katalis
4. Menghitung waktu tinggal dalam reaktor
5. Menentukan dimensi reaktor



Reaksi yang terjadi didalam reaktor:

$$CH_3OH + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{0.99} CHOH + H_2O$$

$$CHOH + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CHOOH$$

$$CHOOH \rightarrow CO + H_2O$$

1. Menentukan jenis reaktor

   Dipilih reaktor fixed bed multitube dengan pertimbangan sebagai berikut:

   a. zat pereaksi berupa fasa gas dengan katalis padat
   b. umur katalis panjang 12-15 bulan
   c. reaksi eksotermis sehingga diperlukan luas perpindahan panas yang besar agar kontak dengan pendingin berlangsung optimal
   d. tidak diperlukan pemisahan katalis dari gas keluaran reaktor
   e. pengendalian suhu relatif mudah karena menggunakan tipe shell and tube

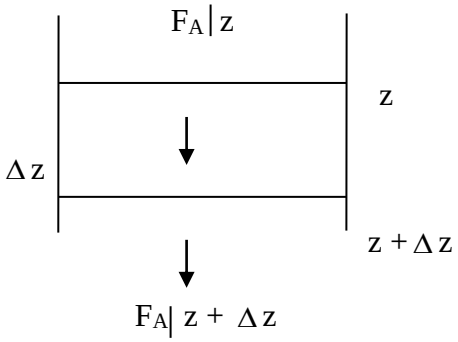
   (Hill, hal 425-431)

2. Persamaan – persamaan Matematis Reaktor

   a. Neraca massa reaktor

      Reaksi berlangsung dalam keadaan steady state dalam reaktor 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 $F_A = -F_{Ao}(1 - X_A)$

$\Delta F_A = -FAo.\,\Delta X_A$

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

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

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

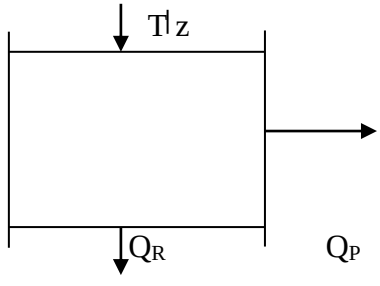
Di = diameter dalam pipa

Komposisi Dengan Perhitungan Kapasitas

Input	**Massa, Kg/Jam**
Metanol	877,3341
Oksigen	884,9858
Nitrogen	2914,1539
Air	1,3180

Output	**Massa, Kg/Jam**
Formaldehid	765,2280
Metanol	8,7733
Oksigen	425,2387
Nitrogen	2914,1539
Asam Formiat	4,4921
Karbon Monoksida	42,8252
Air	517,0805

b. Neraca panas elemen volume



T z|+ Δz

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

$Q_R = \Delta H_R F_{Ao} \Delta X_A$

$Q_P = UA (T - T_S)$

$A = \pi Do \Delta z$

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

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

: ΔZ

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

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

lim $\Delta Z \longrightarrow 0$

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

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

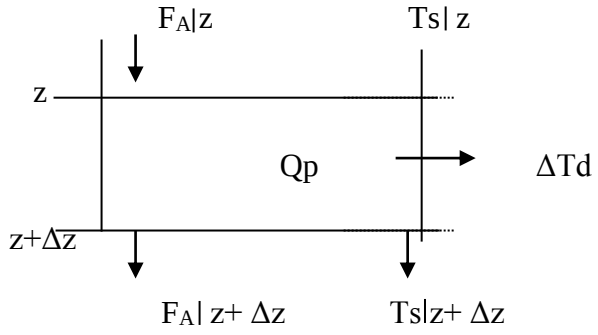
ρ = 1,4 – 1,0368 . 10^{-3} T , gr/cm^3

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

3. Data – data sifat fisis bahan

a. Menentukan umpan Yi masuk

Komponen	BMi	Massa	Mol	yi
	(kg/kmol)	(kg/jam)	(kmol/jam)	
Formaldehide	30,03	0,0000	0,0000	0,0000
Metanol	32,04	877,3341	27,3825	0,1721
Oksigen	32	885,0012	27,6563	0,1738
Nitrogen	28,01	2914,1693	104,0403	0,6537
Asam Formiat	46,03	0,0000	0,0000	0,0000
Karbon Monoksida	28,01	0,0000	0,0000	0,0000
Air	18,01	1,3180	0,0732	0,0005
Total		4677,8225	159,1522	1,0000

b. Menentukan volume gas reaktor

PV = nRT

n = 44,2090 mol/dtk

R = 82,05 atm.cm^3/mol.^{o}K

P = 1,4 atm

$$V = \frac{nRT}{P} = 1.329.162{,}819 \text{ cm}^3/\text{dtk}$$

c. Menetukan densitas umpan

$$\rho = \frac{\text{P. BM}}{\text{RT}} = \frac{(1{,}4\ \text{atm})\left(29{,}3921\,\frac{\text{gr}}{\text{mol}}\right)}{\left(82{,}05\ \text{atm.}\frac{\text{cm}^3}{\text{mol. K}}\right)(513\text{K})(1)} = 0{,}0009776\,\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

d. Menentukan viskositan umpan

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

formula	A	B	C
Metanol	-14,236	3,8935E-01	-6,2762E-05
Oksigen	44,224	5,6200E-01	-1,1300E-04
Nitrogen	42,606	4,7500E-01	-9,8800E-05
Air	-36,826	4,2900E-01	-1,6200E-05

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

Komponen	yi	μ gas (mikropoise)	μ_{gas} (kg/s.m)	μ_{gas} (kg/jam.m)	μ_{gas} (lb/ft.jam)
Metanol	0,1721	168,9835	0,000017	0,060834	0,040896
Oksigen	0,1738	302,7919	0,000030	0,109005	0,073279
Nitrogen	0,6537	260,2799	0,000026	0,093701	0,062991
Air	0,0005	178,9877	0,000018	0,064436	0,220484

Komponen	$y_i.\mu_{gas}$ (kg/s.m)	$y_i.\mu_{gas}$ (kg/jam.m)	$y_i.\mu_{gas}$ lb/ft.jam	η gas mikropoise
Metanol	0,0000029	0,010467	0,007036	29,0740
Oksigen	0,0000053	0,018942	0,012734	52,6169
Nitrogen	0,0000170	0,061254	0,041178	170,1491
Air	0,0000000083	0,000030	0,000020	0,0823
Total	0,000025	0,090692	0,060968	251,9222

μ gas = 0,000025 kg/m.s

= 0,000251922 g/cm.s

e. Menentukan konduktivitas gas umpan

$k_{gas} = A + BT + CT^2$

formula	A	B	C
Metanol	0,00234	5,4340E-06	1,3154E-07
Oksigen	0,00121	8,6157E-05	-1,3348E-08
Nitrogen	0,00309	7,5930E-05	-1,1014E-08
Air	0,00053	4,7093E-05	4,9551E-08

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

Komponen	yi	k_{gas} (W/m.K)	$yi.k_{gas}$ (W/m.K)
Metanol	0,1721	3,9745E-02	6,8382E-03
Oksigen	0,1738	4,1896E-02	7,2803E-03
Nitrogen	0,6537	3,9144E-02	2,5589E-02
Air	0,0005	3,7729E-02	1,7348E-05
Total	1,0000	1,5851E-01	3,9725E-02

k campuran = 0,039725 W/m.K

= 0,1430 kJ/jam.m.K

= 0,0342 kkal/jam.m.K

= 0,0001 kal/cm.dtk.K

f. Menentukan kapasitas panas campuran gas

$$Cp = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

Formula	A	B	C	D	E
Metanol	40,046	-0,038287	2,4529E-04	-2,1679E-07	5,9909E-11
Oksigen	29,526	-0,0088999	3,8083E-05	-3,2629E-08	8,8607E-12
Nitrogen	29,342	-0,0035395	1,0076E-05	-4,3116E-09	2,5935E-13
Air	33,933	-0,0084186	2,9906E-05	-1,7825E-08	3,6934E-12

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

Komponen	yi	BM (kg/kmol)	Cp joule/mol.K	Cp kjoule/kmol.K	Cp kjoule/kg.K	Cpi = yi.Cp kjoule/kg.K
Metanol	0,1721	32,04	59,8388	59,8388	1,8676	0,3213
Oksigen	0,1738	32	31,1912	31,1912	0,9747	0,1694
Nitrogen	0,6537	28,01	29,6138	29,6138	1,0573	0,6911
Air	0,0005	18,01	35,3339	35,3339	1,9619	0,0009
Total	1,0000	110,06	155,9777	155,9777	5,8615	1,1828

Komponen	Fi (kg/jam)	Fi.Cpi (kj/jam.K)	Cp.yi (kj/kmol.K)
Metanol	877,3341	281,9129	10,2954
Oksigen	884,9858	149,8992	5,4202
Nitrogen	2914,1539	2014,1063	19,3590
Air	1,3180	0,0012	0,0162
Total	4677,7918	2445,9196	35,0908

Cp campuran = 35,0908 kJ/kmol.K

= 2445,9196 kJ/jam.K

= 1,1828 kJ/kg.K

g. Menentukan 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)

formula	A	B	C	D	E
Formaldehide	34,4280	-0,029779	1,5104E-04	-1,2733E-07	3,3887E-11
Metanol	40,0460	-0,038287	2,4529E-04	-2,1679E-07	5,9909E-11
Oksigen	29,5260	-0,0088999	3,8083E-05	-3,2629E-08	8,8607E-12
Nitrogen	29,3420	-0,0035395	1,0076E-05	-4,3116E-09	2,5935E-13
Air	33,9330	-0,0084186	2,9906E-05	-1,7825E-08	3,6934E-12
Asam Formiat	31,7450	0,0074234	1,8791E-04	-1,9475E-07	5,7613E-11
Karbon Monoksida	29,5560	-0,0065807	2,0130E-05	-1,2227E-08	2,2617E-12

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

Komponen	ΔHf (kj/mol)	ΔHf (kJ/kmol)	ΔH(J/mol)	ΔH(kJ/kmol)
Formaldehide	-115,90	-115.900	8.541,7976	8.541,7976
Metanol	-201,17	-201.170	11.218,0483	11.218,0483
Oksigen	0	0	6.508,2175	6.508,2175
Nitrogen	0	0	6.300,0727	6.300,0727
Air	-241,80	-241.800	7.394,6814	7.394,6814
Asam Formiat	-378,51	-378.510	11.665,3542	11.665,3542
Karbon Monoksida	-110,50	-110.500	6.336,5458	6.336,5458
total	-1.047,88	-1.047.880	57.964,7174	57.964,7174

Dari data didapat:

$$CH_3OH + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{0,99} CHOH + H_2O$$

ΔHR_{298} = -156.530 kJ/kmol

ΔHR_{total} = -155.065,6782 kJ/kmol

= -37.036,8170 kkal/kmol

$$CHOH + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CHOOH$$

ΔHR_{298} = -262.610 kJ/kmol

ΔHR_{total} = -262.740,5521 kJ/kmol

= -62.754,5299 kkal/kmol

$$CHOOH \rightarrow CO + H_2O$$

ΔHR_{298} = 26.210 kJ/kmol

ΔHR_{total} = 28.275,8729 kJ/kmol

= 6.753,5791 kkal/kmol

h. Data sifat katalis (Molybdenum Oxide)

Jenis : MoO3

Ukuran : D = 0,35 cm

Density : 4,692 gr/cm³

Bulk density : 3,00544 gr/cm³

4. 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 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 = 0,35 cm

Dt = 0,35 / 0,15 = 2,3333 cm = 0,9186 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 in

Outside diameter = 1,32 in = 3,3528 cm

Schedule number = 40

Inside diameter = 1,049 in = 2,6645 cm

Flow area per pipe = 0,864 in^2

Surface per in ft = 0,344 ft^2/ft

Aliran dalam pipa turbule dipilih N_{Re} = 2500

$$N_{Re} = \frac{G_g D_t}{\mu_g}$$

$$G_t = \frac{\mu_g N_{Re}}{D_t}$$

Dalam hubungan ini:

μg = viskositas umpan = 0,000252 g/cm.det

Dt = Diameter tube = 2,3333 cm

$$G_t = \frac{(0{,}000252)(2500)}{2{,}3333} = 0{,}2699 \frac{gr}{cm^2.s} = 9.716{,}9999 \frac{kg}{m^2.jam}$$

Digunakan 1 buah reaktor :

Fm = n x BM = 7,5074 mol/s x 29,6806 gr/mol = 222,8236 gr/s

$$At = \frac{4677{,}7918}{0{,}2699} = 4814{,}0289 \text{ cm}^2$$

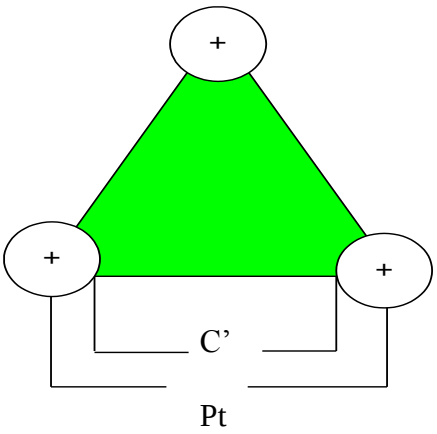
$$\text{Luas penampang pipa} = \left(\frac{\pi}{4}\right) ID^2 = \left(\frac{3{,}14}{4}\right) 2{,}6645^2$$

$$= 5{,}5730 \text{ cm}^2$$

$$\text{Jumlah pipa dalam reaktor} = \frac{4814{,}0289}{5{,}5730} = 863{,}8148 \text{ buah} = 864 \text{ buah}$$

b. Menghitung diameter dalam reaktor

Direncanakan tube disusun dengan pola triangular pitch.



Pt = 1,25 x ODt

= 1,25 x 1,32 = 1,65 in

C' = P_T – OD

= 1,65 – 1,32 = 0,33 in

$$IDs = \sqrt{\frac{4.Nt.P_T^2.0{,}866}{\pi}}$$

IDs = 101,8814 cm

Jadi diameter dalam reaktor = 101,8814 cm = 40,1108 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 = (101,8814/2,54) in

P = 1,4 atm

Jadi P = (120/100)*20,58 = 24.6960 psi

maka ts $= \frac{24,6960(40,1108/2)}{12650.0.85-0,6.24,6960} + 0,125$

= 0,1711 in

dipilih tebal dinding reaktor standar 0,1875 in

Diameter luar reaktor = ID + 2*ts

= 40,11008 + (2*0,1875)

= 40,4858 in

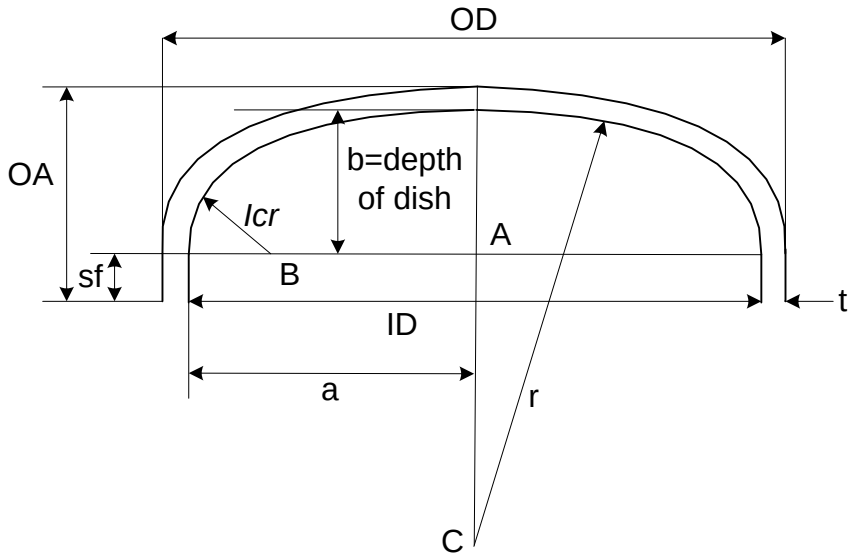
Sehingga dipilih diameter luar reaktor 42 in.

5. Menghitung head reaktor

   a. 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 = 24,6960 psi

IDs = diameter dalam reactor, in = 60,1623 in

F = maksimum allowable stress, psi = 12650 psi

E = efisiensi pengelasan = 0,85

C = faktor korosi, in = 0,125

maka th = $\frac{24,6960.101,8814}{2.12650.0,85 - 0,2.24,6960} + 0,125$

= 0,1711 in

dipilih tebal head reaktor standar 0,1875 in

b. Menghitung tinggi head reaktor

ODs = 42 in

ts = 0,1875 in

didapat : irc = 2,625 in

r = 42 in

a = IDs/2 = 20,0554 in

AB = a – irc = 17,4304 in

BC = r – irc = 39,3750 in

AC = $(BC^2 - AB^2)^{1/2}$ = 35,3068 in

b = r – AC = 6,6932 in

Dari tabel 5.6 Brownell p.88 dengan th 3/16 in didapat sf = 1,5-2 in perancangan digunakan sf = 2 in

Tinggi head reaktor dapat dihitung dengan persamaan :

hH = th + b + sf

= (0,1875 + 6,6932 + 2) in

= 8,8807 in

= 0,2256 m

c. Menghitung tinggi reaktor

Tinggi reaktor total = panjang tube + (2.tinggi head)

HR = 196.8505 in + (2. 8,8807 in)

= 214,6118 in

= 5,4511 m

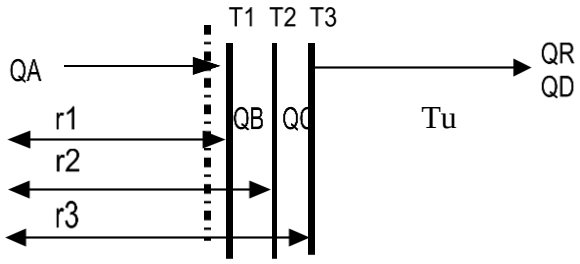
6. Tebal isolasi reaktor

Asumsi :

a. Suhu dalam reaktor = suhu permukaan dinding dalam shell = suhu pendingin rata-rata

b. Keadaan steady state QA=QB=QC=(QD+QR)

c. 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 = 0,17134 W/m.^{o}C

    ε = 0,96

  * carbon steel : ks = 40,1329 W/m.^{o}C

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

Tf = 313

υ = 0,000017

k = 0,027225 W/m.^{o}C

Pr = 0,70489

β = 0,0032 K^{-1}

μ = 0,00001906 kg/m.s

g = 9,8 m/s^2

r_3 = r_2 + x

r_1 = 0,5094 m

r_2 = 0,5334 m

L = 5,0000 m

a. Perpindahan panas konduksi

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

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

b. 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 :

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

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

c. 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 = 425,4401 K

Tebal isolasi (x) = 8 cm

Hasil simulasi menggunakan excel

Δz	0.2000		
z (m)	**x**	**T (K)**	**Ts (K)**
0	0	513.0000	500
0.20	0.0393	517.6143	499.3881
0.40	0.2367	531.7057	498.5296
0.60	0.8567	535.4545	496.9652
0.80	0.9332	544.3484	495.1469
1.00	0.9510	549.1776	492.8174
1.20	0.9607	558.8572	490.1414
1.40	0.9669	563.5633	486.8680
1.60	0.9712	572.5274	483.1999
1.80	0.9745	577.0704	478.9082
2.00	0.9771	585.3093	474.1671
2.20	0.9791	589.6720	468.7672
2.40	0.9808	597.2163	462.8532
2.60	0.9822	601.3842	456.2318
2.80	0.9834	608.2645	449.0183
3.00	0.9844	612.2246	441.0308
3.20	0.9853	618.4718	432.3549
3.40	0.9861	622.2127	422.8150
3.60	0.9868	627.8583	412.4645
3.80	0.9875	631.3704	401.1273
4.00	0.9881	636.4463	388.8201
4.20	0.9886	639.7220	375.3564
4.40	0.9890	644.2610	360.7073
4.60	0.9895	647.2946	344.6606
4.80	0.9899	651.3301	327.1255
5.00	0.9902	654.1186	307.8375
5.20	0.9906	656.9071	286.6111
5.40	0.9909	659.6956	263.1285