

**PRA RANCANGAN PABRIK**  
**MELAMINE PROSES BASF (*Badische Anilin and Soda Fabric*)**  
**DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat**  
**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia**



**Oleh :**

**Nama : Muhammad Taufiqurrahman**

**Nama : Ratu Nur Fadilah**

**NIM : 15521126**

**NIM : 16521233**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**

**2021**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK

MELAMINE PROSES BASF (*Badische Anilin and Soda Fabric*)

DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

**Kami yang bertandatangan dibawah ini :**

Nama : Muhammad Taufiqurrahman

Nama : Ratu Nur Fadilah

NIM : 15521126

NIM : 16521233

**Yogyakarta, 31 Mei 2021**

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan 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.

Tanda Tangan  
  
Muhammad Taufiqurrahman

NIM : 15521126

Tanda Tangan  
  
Ratu Nur Fadilah

NIM : 16521233

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRA RANCANGAN PABRIK**

**MELAMINE PROSES BASF (*Badische Anilin and Soda Fabric*)**

**DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**



Oleh :

Nama : Muhammad Taufiqurrahman

Nama : Ratu Nur Fadilah

NIM : 15521126

NIM : 16521233

Yogyakarta, 31 Mei 2021

Pembimbing I



Bachrun Sutrisno, Ir., M.Sc.

Pembimbing II



Venalityva Alethea S. A., S.T., M.Eng.

# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

## PRA RANCANGAN PABRIK

MELAMINE PROSES BASF (*Badische Anilin and Soda Fabric*)

DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : **Muhammad Taufiqurrahman**

No. Mahasiswa : **15521126**

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat

untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 09 Juni 2021

Tim Penguji,

Bachrun Sutrisno, Ir., M.Sc.

Ketua

Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.

Anggota I

Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur atas kehadiran 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 **“PRA RANCANGAN PABRIK MELAMINE PROSES BASF DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”**, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh 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 dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dorongan semangat, motivasi, dan kasih sayang yang tak terbatas.
2. Bapak Dr. Suharno Rusdi, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Bachrun Sutrisno, Ir., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Venitalitya Alethea S. A., S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Teman – teman saya, teman teman Teknik Kimia 2016 dan kakak-kakak angkatan yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa.
6. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

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

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, 31 Mei 2021

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
ABSTRAK.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik .....	2
1.3 Ketersediaan Bahan Baku .....	4
1.4 Tinjauan Pustaka .....	5
1.4.1 Macam-macam proses pembuatan melamine .....	7
1.4.2 Kegunaan Produk.....	14
BAB II PERANCANGAN PRODUK .....	15
2.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	15
2.2 Spesifikasi Produk.....	16
2.3 Pengendalian Kualitas .....	17
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....	17
2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi .....	17
2.3.3 Pengendalian Kualitas Proses Produk.....	19
BAB III PERANCANGAN PROSES.....	20
3.1 Uraian Proses .....	20
3.1.1 Dasar reaksi .....	20
3.1.2 Langkah Proses .....	21
3.1.3 Sifat Reaksi .....	24
3.2 Spesifikasi Alat .....	27
3.2.1 Alat Besar.....	27
3.2.2 Alat Kecil .....	32

3.2.2	Alat Pendukung.....	36
3.3	Perencanaan Produksi .....	39
3.3.1	Kapasitas Perancangan.....	39
3.3.2	Analisis Kebutuhan Bahan Baku .....	40
3.3.3	Analisis Kebutuhan Alat Proses.....	40
<b>BAB IV PERANCANGAN PABRIK .....</b>		<b>41</b>
4.1	Penentuan Lokasi Pabrik.....	41
4.2	Tata Letak Pabrik .....	42
4.3	Tata Letak Alat Proses .....	47
4.4	Aliran Proses dan Material.....	50
4.5	Neraca Massa dan Neraca Panas.....	52
4.4.2	Neraca Massa .....	52
4.4.3	Neraca Panas .....	55
4.6	Pelayanan Teknik Utilitas .....	58
4.6.1	Unit Penyediaan Air dan Pengolahan Air .....	60
4.6.2	Unit Pembangkit Listrik .....	77
4.6.3	Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	82
4.6.3	Unit Penyediaan Lelehan garam .....	83
4.6.3	Unit Penyediaan Udara Tekan .....	84
4.6.6	Unit Pengolahan Limbah.....	85
4.6.7	Laboratorium.....	90
4.7	Organisasi Perusahaan .....	92
4.7.1	Bentuk Perusahaan.....	92
4.7.2	Struktur Organisasi.....	95
4.7.3	Tugas Dan Wewenang .....	100
4.7.4	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	105
4.7.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	108
4.7.6	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	111
4.7.7	Manajemen Perusahaan.....	113
4.7.8	Perencanaan Produksi .....	113
4.7	Evaluasi Ekonomi .....	116
4.7.1	Penaksiran Harga Alat .....	117



4.7.2	Dasar Perhitungan .....	119
4.7.3	Perhitungan Biaya .....	120
4.7.4	Analisa Kelayakan .....	128
4.7.5	Hasil Perhitungan .....	130
BAB V PENUTUP.....		139
5.1	Kesimpulan .....	139
5.2	Saran.....	140
DAFTAR PUSTAKA .....		141
Lampiran A		
Lampiran B		
Lampiran C		



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Perkembangan Impor Melamin di Indonesia Pada Tahun 2014 - 2018 .....	3
Gambar 1.2	Rumus Struktur Melamin .....	6
Gambar 4.1	Peta Lahan Pabrik Melamine .....	46
Gambar 4.2	<i>Layout</i> Pabrik Melamine di Cikampek Jawa Barat .....	46
Gambar 4.3	<i>Layout</i> Peralatan proses .....	49
Gambar 4.4	Diagram alir proses kualitatif.....	50
Gambar 4.5	Diagram alir proses kuantitatif.....	51
Gambar 4.6	Diagram Pengolahan Air .....	68
Gambar 4.7	Diagram Alir Waste Water Treatment .....	88
Gambar 4.8	Struktur Organisasi .....	98
Gambar 4.9	Indeks Harga .....	117
Gambar 4.10	Grafik analisa Ekonomi.....	137

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Perkembangan Impor Melamin di Indonesia Pada Tahun 2014-2018	2
Tabel 1.2	Kapasitas produksi perusahaan melamin di dunia ( <i>Ullman, 2003</i> )	4
Tabel 1.3	Pabrik Urea di Indonesia	5
Tabel 1.4	Pertimbangan Macam-macam Proses	13
Tabel 1.5	Pertimbangan Macam-macam Proses	13
Tabel 3.1	Spesifikasi Pompa	32
Tabel 3.2	Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i>	37
Tabel 3.3	Spesifikasi <i>Silo</i>	38
Tabel 4.1	Perincian luas tanah pabrik	46
Tabel 4.2	Neraca massa Total	53
Tabel 4.3	Neraca massa Melter (M-01)	53
Tabel 4.4	Neraca massa <i>Tangki</i> (T-01)	54
Tabel 4.5	Neraca massa Reaktor (R-01)	54
Tabel 4.6	Neraca massa <i>Crystallizer</i> (CR-01)	55
Tabel 4.7	Neraca massa <i>Cyclone</i> (CY-01)	55
Tabel 4.8	Neraca massa Scrubber (SC-01)	56
Tabel 4.9	Neraca massa Separator (SP-01)	56
Tabel 4.10	Neraca panas Melter (M-01)	57
Tabel 4.11	Neraca panas <i>Tangki</i> (T-01)	57
Tabel 4.12	Neraca panas Reaktor (R-01)	57
Tabel 4.13	Neraca panas Filter (F-01)	58
Tabel 4.14	Neraca panas <i>Crystallizer</i> (CR-01)	58
Tabel 4.15	Neraca panas <i>Cyclone</i> (CY-01)	59
Tabel 4.16	Neraca panas Scrubber (SC-01)	59
Tabel 4.17	Neraca panas Separator (SP-01)	59
Tabel 4.18	Kebutuhan air pendingin	71
Tabel 4.19	Kebutuhan air Total	72
Tabel 4.20	Kebutuhan listrik untuk proses	79
Tabel 4.21	Kebutuhan listrik untuk pengolahan air	79

Tabel 4.22 Kebutuhan listrik untuk penerangan .....	81
Tabel 4.23 Total Kebutuhan Listrik .....	82
Tabel 4.24 Total Kebutuhan bahan bakar .....	84
Tabel 4.25 Jadwal Kerja Untuk Setiap Regu .....	108
Tabel 4.26 Penggolongan Jabatan .....	109
Tabel 4.27 Jumlah karyawan menurut jabatan .....	110
Tabel 4.28 Indeks CEP tahun 1988 sampai dengan 2025 .....	118
Tabel 4.29 Harga alat proses .....	131
Tabel 4.30 Harga alat utilitas .....	132
Tabel 4.31 <i>Physical Plant Cost</i> (PPC) .....	133
Tabel 4.32 <i>Direct plant Cost</i> (DPC) .....	133
Tabel 4.33 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI) .....	134
Tabel 4.34 <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC) .....	134
Tabel 4.35 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC) .....	134
Tabel 4.36 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC) .....	135
Tabel 4.37 <i>Manufacturing Cost</i> (MC) .....	135
Tabel 4.38 <i>Working Capital</i> (WC).....	135
Tabel 4.39 <i>General Expense</i> (GE) .....	135
Tabel 4.40 <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	136
Tabel 4.41 <i>Fixed Cost</i> (Fa) .....	136
Tabel 4.42 <i>Variabel Cost</i> (Va).....	136
Tabel 4.43 <i>Regulated Cost</i> (Ra).....	136

## ABSTRAK

Pabrik Melamine memberikan prospek yang sangat baik, mengingat kebutuhan Melamine di Indonesia yang semakin meningkat. Desain awal pabrik Melamine dengan proses BASF direncanakan dibangun di Cikampek, Jawa Barat, dengan luas tanah sekitar 18.650 m<sup>2</sup> dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun. Pabrik ini akan dioperasikan selama 330 hari atau 24 jam sehari dengan total 180 karyawan.

Untuk memproduksi Melamine dengan kapasitas 50.000 ton/tahun dibutuhkan bahan baku Urea sebanyak 173.828,481 ton/tahun. Reaksi pembentukan melamine dari urea melalui dua tahap reaksi. Tahap pertama yaitu dekomposisi urea menjadi asosianat acid dan amonia, tahap kedua yaitu isosianat acid berubah menjadi melamine dan karbondioksida. Pada proses ini digunakan katalis alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Reaksi berlangsung pada *fluidized bed Reactor* yang beroperasi pada suhu 395°C dan tekanan 3 atm dengan pemanas berupa molten salt. Konversi untuk reaksi ini adalah 95% dengan yield 95%. Produk yang didapat berupa padatan kristal melamine.

Pabrik ini membutuhkan air untuk proses utilitas sebesar 337798,351 kg/jam dan 54,346 kW tenaga listrik yang disediakan oleh PLN serta memerlukan generator sebagai cadangan. Analisis kelayakan pendirian pabrik menggunakan analisis ekonomi dengan modal total investasi yang terdiri dari Penanaman Modal Tetap dan Modal Kerja. Total Biaya produksi Rp 587.787.824.001 dan Penjualan Tahunan Rp 794.373.250.000 sehingga didapatkan keuntungan sebelum pajak 16,67% dan keuntungan sesudah pajak sebesar 12,50%. *Pay Out Time* (POT) setelah pajak sebesar 4,9 tahun, *Discounted Cash Flow* (DCF) 10,139%, *Break Event Point* (BEP) 45,75% sedangkan *Shut Down Point* (SDP) 13,2%. Berdasarkan analisis ekonomi tersebut pabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : *Fluidized Bed Reactor*, Melamin, Proses BASF, Urea

## ABSTRACT

*Melamine plant provides excellent prospects, considering melamine's increasing needs in Indonesia. The initial design of melamine plant with BASF process is planned to be built in Cikampek, West Java, with a land area of about 18,650 m<sup>2</sup> with a production capacity of 50,000 tons / year. The plant will operate for 330 days or 24 hours a day with 180 employees in total.*

*To produce melamine as much as 50,000 tons / year, need raw materials of urea as much as tons / year. The reaction to form melamine from urea through two stages of reaction. The first stage is the decomposition of urea into asacianat acid and ammonia, the second stage is asacianate acid turns into melamine and carbon dioxide. This process use alumina catalyst (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). The reaction takes place on a fluidized bed Reactor that operates at 395 ° and 3 atm with heating in the form of molten salt. The conversion for this reaction is 95% with a yield of 95%. The product obtained in this process is melamine solid crystals.*

*This plant requires water for utility processes of 337789,351 kg / hour and 246,903 kW of electricity provided by PLN and requires generators as a backup. Analysts of the feasibility of the establishment of the factory using economic analysis with total investment capital consisting of Fixed Investment of Rp and Working Capital of Rp. Total Production Cost Of Rp 587,787,824,001 and Annual Sales of Rp 794,373,250,000 so that profit before tax is 16.67% and profit after tax of 12.50%. Pay Out Time (POT) after tax of 4.9 years, Discounted Cash Flow (DCF) 10.139%, Break Event Point (BEP) 45.75% while Shut Down Point (SDP) 13.2%. Based on the economic analysis, this factory deserves to be established.*

*Keywords: BASF Process, Fluidized Bed reactor, Melamine, Urea*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pembangunan disektor ekonomi yang sedang giat dikembangkan oleh pemerintah untuk mencapai kemandirian perekonomian nasional adalah pembangunan sektor industri. Pembangunan disektor industri ini juga dapat meningkatkan kemampuan bersaing, menaikkan pasar dalam negeri dengan selalu memelihara industri yang kuat dan maju sehingga dapat menjamin kelangsungan pembangunan kelestarian lingkungan hidup. Jumlah dan macam industri yang belum dapat dipenuhi sendiri cukup banyak dan biasanya diperoleh dengan cara mengimpor dari negara lain. Salah satu bahan yang diimpor dalam jumlah banyak adalah melamin.

Melamin salah satu bahan yang dihasilkan oleh industri petrokimia dengan rumus  $C_3H_6N_6$  juga dikenal dengan nama 2-4-6 triamino 1-3-5 *triazine*. Senyawa ini berbentuk kristal *monocyclic* berwarna putih. Melamin diantaranya digunakan sebagai bahan baku pembuatan melamin resin, bahan sintesa organik, bahan pencampur cat, pelapis kertas, tekstil, leather tanning dan lain-lain. Bahan baku yang digunakan pada proses pembuatan melamin adalah urea dan campuran amonia karbon dioksida sebagai *fluidizing gas* dengan katalis alumina.

Banyaknya bahan yang dibuat dari melamin ini, maka diperkirakan di masa yang akan datang kebutuhan melamin akan semakin meningkat. Maka pendirian pabrik melamin dirasa sangat perlu. Hal ini bertujuan untuk

mengantisipasi permintaan didalam negeri, mengurangi impor melamin dan membuka tenaga kerja baru.

## 1.2. Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik

Penentuan kapasitas pabrik melamin dengan pertimbangan pertimbangan sebagai berikut :

### a. Perkiraan kebutuhan melamin di Indonesia

Berkembangnya industri-industri pemakai melamin di Indonesia, seperti Industri *moulding*, industri *adhesive*, industri *surface coating* menyebabkan kebutuhan melamin di Indonesia semakin meningkat. Saat ini Indonesia memiliki dua pabrik yang memproduksi melamin yaitu :

- PT. Sri Melamin Rejeki (SMR)

PT SMR mulai berproduksi pada tahun 1994 dengan kapasitas 20.000 ton/ tahun. Pabrik ini mendapat pasokan bahan baku dari PT pupuk Sriwijaya Palembang

- PT DSM Kaltim Melamin

PT DSM Kaltim Melamin mulai beroperasi pada tahun 1996, sebagai hasil joint venture antara Pupuk Kalimantan Timur Tbk dengan DSM Holland. Kapasitas design pabrik ini 40.000 ton/ tahun dan telah dinaikkan menjadi 50.000 ton / tahun.

Untuk memenuhi kebutuhan melamine dalam negeri, Indonesia masih mengimpor melamine dari negara-negara lain. Hal tersebut dapat diketahui dari



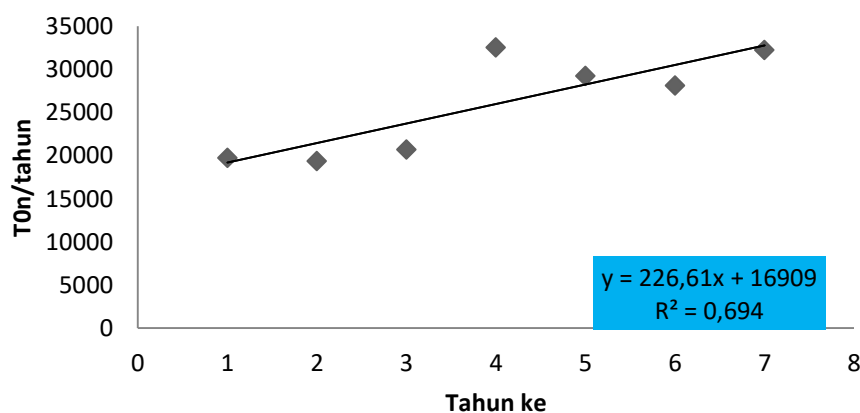
data import yang semakin bertambah dan ini dapat menjadi peluang pihak industri kimia untuk meningkatkan produksi dalam negeri. Adapun data import melamine yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. 1 Perkembangan Impor Melamin di Indonesia Pada Tahun 2014-2020

Tahun	Total (Ton/Tahun)
2014	19735,748
2015	19361,243
2016	20683,577
2017	32503,195
2018	29207,341
2019	28110,048
2020	32211,809

Sumber : <https://www.bps.go.id> di akses pada 2020\_10\_19T13\_01\_53\_197Z

Berdasarkan data import melamine diatas dapat dibuat grafik linier antara data tahun pada sumbu x dan data impor pada sumbu y, sehingga didapat grafik proyeksi linear seperti gambar dibawah ini:



Gambar 1. 1 Perkembangan Impor Melamin di Indonesia Pada Tahun 2014-2020

Berdasarkan data Biro Pusat Statistik 2014-2020 dan pabrik direncanakan akan berdiri pada tahun 2025, maka kapasitas pabrik pada tahun 2025 dapat diprediksi dengan persamaan :

$$y = 226,61x + 16909$$

$$y = 226,61x + 16909$$

$$y = 475794,3 \text{ Ton/tahun}$$

#### b. Kapasitas Komersial

Dari data yang ada pada *Ullman's Encyclopedia of Industry Chemistry*, ternyata kapasitas pabrik melamin yang ada di dunia 10.000-90.000 ton / tahun. Tabel berikut menunjukkan berapa diantara produsen melamin yang telah yang telah beroperasi di dunia.

Table 1.3 Kapasitas produksi perusahaan melamin di dunia (*Ullman, 2003*)

No	Negara	Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	Fed. Rep. Germany	BASF	42.000
2	Netherland	DSM	90.000
3	United States	<i>Melamine Chemical</i>	47.000
4	Austria	<i>Chemie Linz</i>	55.000
5	Italy	Ausind	28.000
6	Japan	Mitsui Toatsu	38.000
7	Polandia	Polimex Cekop	28.000
8	Prancis	Norsolor	15.000
9	Taiwan	Taiwan <i>Fertilizer</i>	10.000

Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada di atas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sedang berjalan (Meyers,1960). Berdasarkan beberapa pertimbangan diatas maka untuk perancangan awal pabrik melamin ini ditetapkan dengan kapasitas 50.000 ton/tahun dengan mengikuti kapasitas produksi yang ada di Indonesia.

### 1.3. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku pembuatan melamin adalah urea, dimana bahan baku tersebut dapat terpenuhi dari dalam negeri. Karena cukup besarnya produksi urea di dalam negeri. Hal tersebut dapat dilihat dari terus meningkatnya jumlah produksi urea pertahun dan besarnya nilai ekspor urea setiap tahunnya. Pabrik-pabrik urea yang ada di Indonesia ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. 2 Pabrik Urea di Indonesia

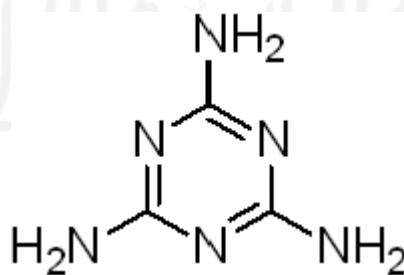
No	Nama Pabrik	Lokasi	kapasitas (ton/thn)
1	PT. Pupuk Sriwijaya	Palembang, Sulsel	2.262.000
2	PT. Pupuk Iskandar Muda	Lhoksumawe, Nad	1.140.000
3	PT. Petrokimia Gresik	Gresik, Jatim	460.000
4	PT. Pupuk Kujang	Cikampek, Jabar	1.140.000
5	PT. Pupuk Kaltim	Bontang, Kaltim	2.980.000

### 1.4. Tinjauan Pustaka

Melamin merupakan polimer termoplas yang dapat diperoleh melalui polimerisasi fenol- atau melamin- formaldehida. Fenol dan melamin merupakan

senyawa yang berbeda struktur, tetapi memperlihatkan beberapa kesamaan pada sifat kimiawinya yaitu berkaitan dalam hal bereaksi dengan formaldehida baik dalam hal pemrosesan maupun aplikasi polimer-polimer yang terbentuk. Formaldehida merupakan pengawet yang bersifat karsinogenik, akan tetapi sifat *toxic* tersebut akan hilang karena telah menjadi satu senyawa, yaitu melamin. Melamin merupakan senyawa berwarna, termasuk dalam kelompok senyawa heterosiklik-basa kuat yang memiliki molekul  $C_3H_6N_6$  dengan nama IUPAC 1,3,5-triazine-2,4,6-triamine, diperoleh dari sintesis sianamida. Melamin banyak digunakan sebagai bahan dasar dalam industri sintesis resin. Melamin dapat berkondensasi dengan formaldehida membentuk polimer termoplastik dengan berat molekul tinggi. Melamin bereaksi dengan formaldehida dalam suasana basa, membentuk melamin metilol, selanjutnya dengan pemanasan dihasilkan resin melamin-formaldehida.

Melamin pertama kali dipelajari oleh Leibig pada tahun 1834. Pada saat itu Leibig mendapatkan melamin dari proses fusi antara potasium thiosianat dengan amonium klorida. Kemudian di tahun 1885 A.W Von Hoffman mempublikasikan struktur molekul melamin, sebagai berikut :



Gambar 1. 2 Rumus Struktur Melamin

Selanjutnya melamin banyak dijumpai pada aplikasi industri untuk proses produksi resin melamin formaldehid. Pada sekitar tahun 1960, melamin diproduksi dari dicyanamid. Proses ini berlangsung didalam autoclave pada tekanan 10 Mpa dan suhu 400°C dengan adanya gas amoniak.

Pada awal 1940, Mackay menemukan bahwa melamin juga bisa disintesa dari urea pada suhu 400°C dengan atau tanpa katalis. Sejak saat itu melamin mulai diproduksi dari bahan baku urea. Dan penggunaan cyanamid sebagai bahan baku dihentikan pada akhir dekade 1960.

#### 1.4.1. Macam-macam proses pembuatan melamine

Melamin dapat disintesa dari urea pada suhu 350 – 400°C dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Reaksinya bersifat endotermis membutuhkan 629 KJ per mol melamin.

Secara garis besar proses pembuatan melamin dapat diklasifikasikan menjadi 2 :

1. Proses tekanan rendah dengan menggunakan katalis.
2. Proses tekanan tinggi ( $\geq 8$  MPa) tanpa menggunakan katalis.

Masing-masing proses terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap sintesa, *recovery* dan pemurnian melamin serta pengolahan gas buang.

#### 1. Proses Tekanan Rendah dengan Menggunakan Katalis.

Proses tekanan rendah dengan katalis menggunakan reaktor *Fluidized bed* pada tekanan atmosferik sampai 1 MPa pada suhu 390 – 410°C. Sebagai *fluidizing*

gas digunakan amoniak murni atau campuran antara amoniak dan karbondioksida yang terbentuk selama reaksi. Katalis yang digunakan yaitu silika dan alumina.

Melamin meninggalkan reaktor berupa gas bersama dengan *fluidizing gas*. Kemudian dipisahkan dari amonia dan karbondioksida dengan *quenching gas* atau menggunakan air (yang diikuti dengan kristalisasi) atau sublimasi. Pada proses menggunakan katalis, langkah pertama adalah dekomposisi urea menjadi asam isocyanat dan amonia kemudian diubah menjadi melamin. Mekanisme Reaksi :



Yield yang diperoleh adalah 90 – 95 %. Ada 4 proses pada tekanan rendah yaitu:

a. Proses BASF (*Badische Anilin and Soda Fabrik*)

Pada proses ini menggunakan reaktor satu stage, dimana lelehan urea diumpankan ke fluidized bed reaktor pada suhu 395 – 400°C pada tekanan atmosferik. Katalis yang digunakan adalah alumina dengan fluidizing gas berupa amonia dan karbondioksida. Suhu reaktor dijaga dengan mensirkulasi lelehan garam dengan menggunakan koil pemanas. Produk yang keluar dari reaktor berupa gas terdiri dari campuran melamin, urea yang tidak bereaksi, biuret, amonia dan karbondioksida. Katalis yang terbawa aliran gas ditahan

pada siklon separator dalam reaktor. Campuran gas tersebut didinginkan dalam cooler sampai temperatur dew point campuran gas produk.

Campuran gas kemudian masuk desublimer lalu bercampur dengan off gas yang telah direcycle pada temperatur 140°C hingga berbentuk kristal melamin. Lebih dari 98 % melamin dapat mengkristal. Kristal melamin yang dihasilkan dipisahkan dari campuran gas dengan menggunakan siklon. Gas recycle dari siklon dialirkan ke scrubber atau washing tower untuk mengambil urea yang tidak beraksi, dan gas digunakan sebagai fluidizing gas pada reaktor dan media pendingin pada desublimer. Proses ini dapat menghasilkan melamin dengan kemurnian 99,9 %.

b. Proses Chemie linz

Proses ini ada dua tahap , tahap pertama yaitu molten urea terdekomposisi dalam Fluidized Sand Bed Reaktor sehingga menjadi amonia dan asam isocyanic pada kondisi suhu 350°C dan tekanan 0,35 MPa. Amonia digunakan sebagai fluidizing gas. Panas yang dibutuhkan untuk dekomposisi disuplai ke reaktor oleh lelehan garam panas yang disirkulasi melalui koil pemanas. Aliran gas kemudian diumpankan ke fixed bed reaktor dimana asam isocyanic dikonversi menjadi melamin pada suhu 450°C dan tekanan mendekati tekanan atmosfer. Melamin dipisahkan dari hasil reaksi yang berupa fase gas melalui quenching dengan menggunakan air mother liquor yang berasal dari centrifuge. Quencher didesain khusus agar dapat bekerja dengan cepat sehingga mencegah hidrolisis melamin menjadi ammelide dan ammeline. Suspensi melamin dari quencer didinginkan lalu dikristalisasi

menjadi melamin. Setelah di centrifuge, kristal dikeringkan dan dimasukkan ke penyimpanan.

c. Proses Stamicarbon

Seperti pada proses BASF, proses DSM Stamicarbon menggunakan reaktor satu stage. Proses berlangsung pada tekanan 0,7 MPa, dengan fluidizing gas berupa amonia murni. Katalis yang digunakan berupa alumina dan silika.

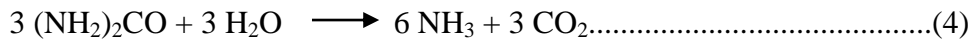
Lelehan urea diumpankan kedalam reaktor bagian bawah. Katalis silika alumina difluidisasi oleh amonia yang masuk ke reaktor bagian bawah dari reaktor fluidized bed. Reaksi dijaga pada suhu 400°C dengan mensirkulasi lelehan garam melewati koil pemanas dalam bed katalis.

Melamin yang terkandung dalam campuran zat keluaran reaktor kemudian di quencing. Pertama dalam quench cooler kemudian dalam scrubber untuk di srub dengan mother liquor dari centrifuge. Dari scrubber, suspensi melamin dialirkan kedalam kolom KO drum dimana sebagian dari amonia dan CO<sub>2</sub> terlarut dalam suspensi dipisahkan, lalu campuran gas ini dialirkan ke absorber dan akan membentuk amonium karbamat dari KO drum kemudian produk dialirkan ke mixing vessel dan dicampur dengan karbon aktif. Kemudian dimasukkan dalam precoat filter kemudian airnya diuapkan didalam evaporator, kemudian dikristaliser dan pemisahan dari mother liquornya oleh centrifuge.





melamin



Pada proses dengan tekanan tinggi dikenal ada 3 macam proses, yaitu :

a. Proses Melamin Chemical Process

Proses ini menghasilkan melamin dengan kemurnian 96 – 99,5 %. Molten urea yang dikonversi menjadi melamin dalam reaktor tubuler pada suhu 370 – 425°C dan tekanan 11 – 15 MPa, liquid melamin dipisahkan dari off gas dalam gas separator dimana produk melamin akan terkumpul dibagian bawah. Produk yang keluar diquenching dengan NH<sub>3</sub> cair pada unit pendingin, konversi yang dihasilkan adalah 99,5 %. Molten urea diumpankan ke reaktor pada suhu 150°C. Campuran hasil reaksi meninggalkan reaktor masuk ke quencher kemudian diquenching dengan amonia cair dan CO<sub>2</sub> untuk mengendapkan melamin. Amonia dan CO<sub>2</sub> terpisah di bagian atas *quencher* direcycle ke pabrik urea.

b. Proses Mont edison

Proses ini berlangsung pada suhu 370°C dan tekanan 7 MPa. Panas reaksi disuplai dengan sistem pemanasan menggunakan lelehan garam. Hasil reaksi yang dihasilkan kemudian di *quencing* dengan amonia cair dan CO<sub>2</sub> untuk mengendapkan melamin, sedangkan gas CO<sub>2</sub> dan NH<sub>3</sub> di *recycle* ke pabrik urea.

## c. Proses Nissan

Proses Nissan berlangsung pada suhu 400°C dan tekanan 10 MPa. Produk melamin yang dihasilkan didinginkan dan diturunkan tekanannya dengan larutan amonia, setelah melalui proses pemisahan produk melamin dikeringkan dengan prilling sehingga diperoleh melamin serbuk. (Ullman's,2002)

Tabel 1. 4 Pertimbangan Macam-macam Proses

No	Pertimbangan	Proses (Tekanan Rendah Menggunakan Katalis)			
		BASF	Chemie Linz	Stamicarbon	OSW
1	Bahan Baku	Urea	Urea	Urea	Urea
2	Reaktor	<i>Fluidized Bed</i>	<i>Fluidized Bed</i>	<i>Fluidized Bed</i>	<i>Fixed Bed Catalytic Reactor</i>
3	Suhu	395-400°C	350°C	400°C	-
4	Konversi	99,90%	99,80%	99,30%	99,30%
5	Tekanan	3 atm	3,45 atm	7 atm	-

Tabel 1. 5 Pertimbangan Macam-macam Proses (Tekanan Tinggi Tanpa Menggunakan Katalis)

No	Pertimbangan	Proses (Tekanan Tinggi Tanpa Menggunakan Katalis)		
		<i>Melamine Chemical Process</i>	Montedison	Nissan
1	Bahan Baku	Urea	Urea	Urea
2	Reaktor	<i>Fluidized Bed</i>	<i>Fluidized Bed</i>	<i>Fluidized Bed</i>
3	Suhu	370-425°C	370°C	400°C

4	Konversi	96-99,5%	-	-
5	Tekanan	108,56- 148,03 atm	69,08 atm	98,69 atm

Dalam pra rancangan pabrik ini menggunakan proses BASF (*Badische Anilin and Soda Fabric*) dikarenakan beberapa alasan dan keunggulan dibandingkan dengan metode lain, yakni :

1. Proses BASF berjalan pada tekanan rendah, dibandingkan dengan proses tekanan tinggi. Proses BASF dengan tekanan rendah ini lebih aman dan lebih mudah dalam pengontrolan.
2. Kemurnian yang dihasilkan pada proses BASF ini adalah 99,9%. Dibandingkan dengan proses tekanan rendah lainnya yang hanya menghasilkan kemurnian produk 99,3% sampai 99,8%.

#### 1.4.2. Kegunaan Produk

Kegunaan melamin diantaranya adalah digunakan sebagai bahan baku pembuatan melamin resin, bahan sintesa organik, leather tanning dan lain-lain. Berikut beberapa sektor industri yang menggunakan bahan baku melamin.

##### 1. Industri *adhesive*

Merupakan industri yang memproduksi *adhesive* untuk keperluan industri *woodworking* seperti industri *plywood* , industri *blackboard*, industri *particleboard*.

2. Industri *moulding*

Merupakan industri yang diantaranya menghasilkan alat keperluan rumah tangga.

3. Industri *surface coating*

Adalah industri yang menghasilkan cat, *thinner*, dempul.

4. Industri laminasi

Industri yang menghasilkan *furniture*.



## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

Untuk dapat memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan pabrik *Melamine*, maka mekanisme pembuatannya dirancang berdasarkan variabel utama yaitu: spesifikasi bahan baku, spesifikasi produk dan pengendalian kualitas.

#### 2.1. Spesifikasi Bahan Baku

##### 2.1.1. Urea

- Rumus molekul :  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$
- Wujud : padat
- Bentuk : berbentuk prill
- Kemurnian minimum : 99,3 % berat
- $\text{H}_2\text{O}$  maksimum : 0,13 % berat
- Kadar nitrogen : 46 %
  
- Biuret maksimum : 0,57 % berat
- Warna maksimum : 15 APHA
- Titik leleh : 135 °C
  
- $\text{NH}_3$  bebas maksimum : 100 ppm
- Turbidity : 20 APHA
- Ukuran butiran : 18 US mesh

### 2.1.2. Katalis alumina

- Rumus molekul :  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- Wujud : Padat
- Surface area :  $175 \text{ m}^2/\text{g}$
- Bentuk partikel : bola
- Diameter : 270 –280 mikron
- Bulk density :  $413,088 \text{ kg/m}^3$
- Porositas : 0,45
- Surface area :  $175 \text{ m}^2/\text{g}$

## 2.2. Spesifikasi Produk

### 2.2.1. Melamin

- Wujud : Padat
- Bentuk : Kristal putih
- Kemurnian : 99,9 % berat
- Urea maksimum : 0,05 % berat
- Biuret maksimum : 0,05 % berat
- Bulk density :  $423,088 \text{ kg/m}^3$
- Ukuran partikel : 5 – 10 mikron
- Warna maksimum : 20 APHA
- Titik didih :  $345^\circ\text{C}$

### **2.3. Pengendalian Kualitas**

Kegiatan pengendalian dilaksanakan dengan cara memonitor keluaran (*output*), membandingkan dengan standart, menafsirkan perbedaan-perbedaan dan mengambil tindakan untuk menyesuaikan kembali proses-proses itu sehingga sama / sesuai dengan standar (Buffa 1999 : 109). Pengendalian merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang telah direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan tercapai.

#### **2.3.1. 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. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa metanol dan bahan-bahan pembantu silika-alumina dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik.

#### **2.3.2. Pengendalian Kualitas Proses Produksi**

Untuk memperoleh kualitas produksi maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada. Pengendalian dan pengawasan jalannya produksi dilakukan dengan data pengendalian yang berpusat di *control room* dilakukan dengan cara automatic dengan menggunakan beberapa *controller*. Apabila



terjadi penyimpangan pada alat kontrol dari yang telah ditetapkan baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, level kontrol, maupun suhu operasi, maka secara otomatis *controller* akan mengambil tindakan untuk memperbaiki penyimpangan tersebut. Beberapa alat kontrol yang dipakai atau dikondisikan pada kondisi tertentu yaitu :

a. *Level Control*

Merupakan alat yang ditempatkan atau dipasang pada bagian atas tangki, jika belum memenuhi atau melebihi batas yang diinginkan maka akan timbul isyarat yang berupa suara dan nyala lampu kemudian controller akan mengambil tindakan memperbesar aliran keluar tangki jika cairan melebihi batas, dan sebaliknya.

b. *Flow Rate Control*

Jika terjadi penyimpangan pada set aliran bahan baku, maka akan timbul isyarat yang berupa suara dan nyala lampu kemudian controller akan mengambil tindakan memperbesar aliran bahan baku atau memperkecil aliran bahan baku sampai aliran bahan baku sudah memenuhi syarat.

c. *Temperature Control*

Jika terjadi penyimpangan pada set suhu yang telah ditetapkan, maka akan timbul isyarat yang berupa suara dan nyala lampu kemudian controller akan mengambil tindakan memperbesar aliran steam jika suhu yang keluar dari alat belum memenuhi syarat, dan sebaliknya.

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.

### **2.3.3. Pengendalian Kualitas Produk**

Untuk memperoleh mutu produk standart maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan.

Untuk masalah kerusakan produk perusahaan harus mengambil tindakan yang tepat bagi peningkatan kualitas produk akhir serta kelangsungan hidup perusahaan tersebut. Oleh sebab itu perusahaan harus mengumpulkan informasi tentang berbagai macam keluhan konsumen. Kemudian diadakan analisa tentang berbagai kelemahan dan kekurangan produk perusahaan sehingga untuk proses berikutnya kualitas produk dapat lebih dipertanggung jawabkan.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1. Uraian Proses

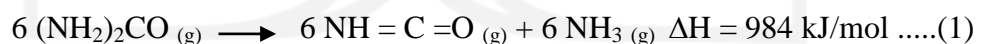
##### 3.1.1. Dasar Reaksi

Melamin dapat dibuat dari urea pada suhu 390 – 410°C yang merupakan reaksi dekomposisi urea.

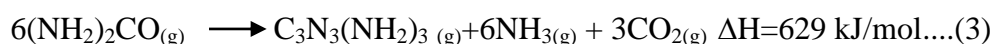
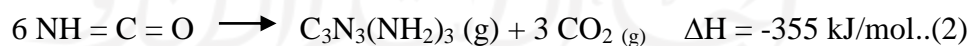


Reaksi pembentukan melamin dari urea melalui dua tahap reaksi. Tahap pertama yaitu dekomposisi urea menjadi asam *isocyanat* dan amonia, tahap kedua asam *isocyanat* berubah menjadi melamin dan karbondioksida. Pada proses ini digunakan katalis alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Mekanisme reaksinya adalah sebagai berikut :

1. Dekomposisi urea menjadi asam *isocyanat* dan amonia



2. Asam *isocyanat* berubah menjadi melamin dan karbondioksida



Jadi reaksi totalnya adalah endotermis dengan  $\Delta H = 629 \text{ kJ/mol}$ , reaksi tersebut berlangsung pada fasa gas dengan bantuan katalis berfase padat. Konversi reaksi yang terjadi sebesar 95 % dengan yield 95 %.

Proses pembuatan melamin dari bahan baku urea dijalankan pada kondisi :

- Reaktor : *Fluidized bed Reactor*
- Suhu : 395 °C ( Ullman 1990, Vol A.16 )
- Tekanan : 3 atm
- Katalis :  $\text{Al}_2\text{O}_3$

### 3.1.2. Langkah Proses

#### 1. Persiapan Bahan Baku

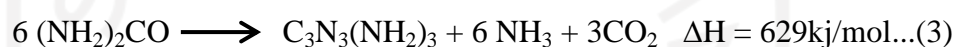
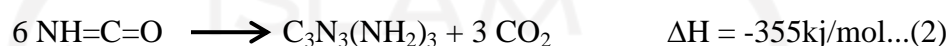
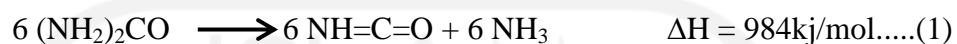
Bahan baku urea berbentuk *prill* dengan kemurnian 99,3% berat disimpan di silo penyimpanan urea pada suhu kamar dan tekanan 1 atm. Dari silo penyimpanan kemudian urea *prill* diumpankan ke dalam *melter* untuk dilelehkan pada suhu 140°C dan tekanan 1 atm. Pada kondisi ini urea akan meleleh dan kandungan airnya akan menguap.

Dari *melter* lelehan urea lalu dipompa ke *holding tank*, kemudian dari tangki lelehan urea dialirkan ke dua tempat, yaitu *scrubber* dan reaktor. Pada *scrubber* lelehan urea digunakan untuk mengambil off gas untuk megambil sisa melamin yang terikut dalam off gas. Keluar *scrubber* lelehan urea dikembalikan lagi ke *holding tank* melalui *droplet separator* dan bercampur dengan lelehan urea dari *melter* dan digunakan sebagai umpan pada reaktor.

#### 2. Tahap Reaksi

Dari tangki lelehan urea pada suhu 140°C dipompa dan diinjeksikan ke reaktor *fluidized bed* melalui beberapa *nozzle* pada reaktor

sehingga lelehan urea akan menguap secara spontan dan terdispersi kedalam partikel-partikel katalis yang terfluidisasi karena aliran dari *fluidizing gas* dari bawah reaktor. Pada saat lelehan urea menguap secara spontan, saat itulah terjadi proses reaksi dengan reaksi sebagai berikut :



*Fluidizing gas* adalah campuran gas amonia dan karbondioksida diperoleh dari *off gas* yang dihasilkan dari hasil reaksi pembentukan melamin yang dipisahkan dalam *scrubber*. Dari *scrubber fluidizing gas* dialirkan dengan kompresor menuju *desublimer* dan *heater*. Gas yang dialirkan menuju *desublimer* nantinya digunakan sebagai *quenching gas*. Sedangkan gas yang menuju *heater* dipanaskan sampai suhu 400°C dan tekanan 3,2 atm, kemudian digunakan sebagai *fluidizing gas* pada reaktor.

Reaktor beroperasi pada suhu 395°C dan tekanan 3 atm menggunakan katalis alumina, dimana reaksi yang terjadi berlangsung secara endothermis. Kebutuhan panas reaksi didapat dari lelehan garam yang dialirkan melalui *coil* didalam reaktor. Didalam reaktor terjadi penguraian urea menjadi melamin, amonia dan CO<sub>2</sub>. Konversi yang didapat sebesar 95% dan yield 95%. Gas hasil reaksi keluar reaktor pada suhu 395°C dan tekanan 2,9 atm berupa campuran gas melamin, amonia, CO<sub>2</sub>, biuret dan urea yang tidak bereaksi.

### 3. Tahap Separasi Produk

Gas hasil reaksi keluar dari reaktor, kemudian didinginkan di *heat exchanger* sampai suhu 310°C. Dari *heat exchanger* gas dialirkan ke *desublimer*. Dalam *desublimer* gas tersebut dikontakkan dengan *off gas* dari *scrubber* digunakan sebagai pendingin (*quenching gas*) sehingga gas melamin akan mengkristal. Melamin yang mengkristal sebanyak 99% dengan kemurnian 99,9%.

Kristal melamin dan gas-gas hasil reaksi keluar *desublimer* pada suhu 200°C. Kemudian dialirkan menggunakan *pneumatic conveyor* menuju *cyclone*. Didalam *cyclone* terjadi proses pemisahan antara padatan kristal dengan *off gas* dimana semua kristal yang terbentuk dapat terpisahkan sebagai produk. Kristal melamin yang masih mempunyai suhu 200°C ini didinginkan didalam *belt conveyor* tertutup dengan udara pendingin sampai suhu 40°C, kemudian disimpan didalam silo untuk selanjutnya dilakukan *packaging* dan *bagging*, lalu disimpan didalam gudang dan siap untuk dipasarkan.

Gas keluar *cyclone* sebagai *off gas* sebagian dialirkan menggunakan blower menuju *scrubber* untuk nantinya digunakan sebagai *fluidizing gas* dan *quenching gas*. Di dalam *scrubber* terjadi proses pemisahan dikontakkan dengan lelehan urea yang memiliki suhu 147°C sehingga suhu *off gas* akan turun sampai 152°C. Karena penurunan suhu ini maka komponen yang *condensable* dalam *off gas* sebagian besar akan mengembun dan ter-*scrub* oleh lelehan urea. Sedangkan gas yang tidak

terscrub akan keluar scrubber yang nantinya digunakan sebagai pendingin pada desublimer dan sementara digunakan sebagai fluidizing gas pada reaktor.

### 3.1.3. Sifat Reaksi

#### 1. Tinjauan Termodinamika

Reaksi pembentukan melamin adalah reaksi endotermis. Bila ditinjau dari energi bebas Gibbs diperoleh :

$$\Delta G = \Delta G \text{ Produk} - \Delta G \text{ Reaktan} \quad (\text{Smith Van Ness, 1996 : 567})$$

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

$$T = 653 \text{ K}$$

Diketahui  $\Delta G_f^0$  masing-masing komponen pada 298 K :

$$\text{CO(NH}_2)_2 = -3,587 \text{ kcal/mol}$$

$$\text{(NCNH}_2)_3 = 42,275 \text{ kcal/mol}$$

$$\text{CO}_2 = -94,26 \text{ kcal/mol}$$

$$\text{NH}_3 = -3,859 \text{ kcal/mol}$$

$$\Delta G^0 \text{ reaksi} = \Delta G^0 \text{ Produk} - \Delta G^0 \text{ Reaktan}$$

$$\Delta G^0 \text{ reaksi} = [ 42,275 + 3 (-94,26) + 6 (-3,859) - 6 (-3,587)]$$

$$= -242,137 \text{ kcal/mol}$$

Harga konstanta kesetimbangan (K) pada suhu 395<sup>0</sup>C (668 K) diperoleh dengan rumus :

$$K = \exp(-\Delta G / RT) \quad (\text{Smith - Van Ness, 1996 : 567})$$

$$\ln K = \frac{242,137 \text{ kcal/mol}}{1,987 \text{ cal/mol.K} \times 668 \text{ K}}$$

$$\ln K = 182,43$$

$$K = 1,68 \times 10^{79}$$

Harga konstanta kesetimbangan sangat besar, sehingga reaksi pembentukan melamin merupakan reaksi searah (*irreversible*).

## 2. Tinjauan Kinetika

Tinjauan kinetika dapat diketahui dari rumus *Archenius* :

$$k = A \cdot \exp(-E_a/RT)$$

dimana :

k = kecepatan reaksi

R = konstanta gas ideal

A = faktor tumbukan

T = suhu

E<sub>a</sub> = energi aktivitas

Dari persamaan diatas maka dapat diketahui bahwa harga k semakin besar jika :



1. Faktor tumbukan diperbesar
2. Energi aktivasi kecil
3. Suhu operasi besar

Reaktor yang digunakan adalah *fluidized bed reactor* sehingga temperatur dapat dianggap seragam meskipun untuk reaktor yang sangat eksothermis (Ullmann, Vol B4 : 242). Sehingga berlaku persamaan :

$$\frac{dN_A}{dt} = \frac{d[N_{A0}(1-X_A)]}{dt} = -N_{A0} \frac{dX_A}{dt}$$

$$(r_A)V = N_{A0} \frac{dX_A}{dt}$$

$$t = N_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(-r_A)V}$$

$$t = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(-r_A)} = - \int_0^{C_A} \frac{dC_A}{(-r_A)} \text{ for } \varepsilon_A = 0$$

$$t = N_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(-r_A)(1 + \varepsilon_A X_A)}$$

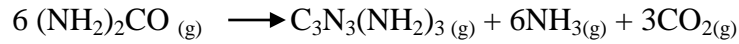
$$t = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(-r_A)(1 + \varepsilon_A X_A)} \quad (\text{Levenspiel, 1972:99})$$

Untuk Pabrik Melamin dengan proses BASF dengan  $T = 395^0 \text{ C}$  didapat data :

Residence time = 180 detik (US. Patent, 3.513.167)

Konversi urea = 95 % (Ullman , 1969)

Reaksi:



Persamaan kecepatan reaksi :

$$-r_A = k_A C_{A0} \frac{(1 - X_A)}{(1 + \varepsilon_A X_A)}$$

$$\frac{w}{F_{A0}} = \int_0^{0,95} \frac{dX_A}{[k_A C_{A0} \frac{(1 - X_A)}{(1 + \varepsilon_A X_A)}]}$$

$$\frac{WC_{A0}K}{F_{A0}} = \int_0^{0,95} \frac{1}{(1 - X_A)} dX_A + \int_0^{0,95} \frac{\varepsilon_A X_A}{(1 - X_A)} dX_A$$

Missal :  $U = 1 - X_A \quad X_A = 1 - U \quad dU = dX_A$

$$\frac{WC_{A0}K}{F_{A0}} = \int \frac{1}{U} (-dU) + \varepsilon_A \int \frac{1 - U}{U} (-dU)$$

$$\frac{WC_{A0}K}{F_{A0}} = -\ln U + \varepsilon_A (-\ln U + U)$$

$$\frac{WC_{A0}K}{F_{A0}} = -\ln(1 - X_A) - \varepsilon_A \ln(1 - X_A) + \varepsilon_A \ln(1 - X_A)$$

$$\frac{WC_{A0}K}{F_{A0}} = -\ln \frac{(1 - X_A)}{(1 - 0)} - \varepsilon_A \ln \frac{(1 - X_A)}{(1 - 0)} + \varepsilon_A ((1 - X_A) - (1 - 0))$$

$$\frac{WC_{A0}K}{F_{A0}} = -\ln(1 - X_A) - \varepsilon_A \ln(1 - X_A) - \varepsilon_A X_A$$

$$\frac{WC_{A0}K}{F_{A0}} = \ln(1 - X_A)^{-1} + \varepsilon_A \ln(1 - X_A)^{-1} - \varepsilon_A X_A$$

$$K\tau = \ln(1 - X_A)^{-1} (1 + \varepsilon_A) - \varepsilon_A X_A$$

$$K\tau = (1 + \varepsilon_A) \ln \frac{1}{(1 - X_A)} - \varepsilon_A X_A$$

$$K180 = (1 + 4) \ln \frac{1}{(1 - 0,95)} - (4 \times 0,95)$$

$$K = \frac{14,98 - 3,8}{180}$$

$$K = 0,0621 \frac{1}{S}$$

## 3.2. Spesifikasi Alat

### 3.2.1. Alat Besar

#### 1. Melter

Kode	: M-01
Fungsi	: Tempat mencairkan bahan baku urea
Tipe	: Silinder vertical atap ellipsoidal dan alas datar
Bahan	: <i>Carbon steel</i>

Kapasitas : 18,039 m<sup>3</sup>

Diameter tangki : 7,867 ft

Tinggi tangki : 11,801 ft

Tinggi total : 13,688 ft

Tinggi Tutup : 1,886 ft

Tekanan Operasi : 21,219 psi

Tebal shell : 0,125 ft

Harga : Rp 48.256.650,-

## 2. Tangki

Kode : T-01

Fungsi : Menampung urea melt sementara, untuk menjaga kontinuitas proses, pada  $T = 140\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan  $P = 1\text{ atm}$

Tipe : Horizontal Crylidrical Vessel

Bahan : *Carbon steel, SA-283, Grade C*

Kapasitas :  $37,98\text{ m}^3$

Diameter tangki : 2,9 meter

Panjang tangki : 7,580 meter

Tebal shell : 0,25 in

Harga : Rp 428.865.000,-

## 3. Reaktor

Kode : R-01

Fungsi : Mereaksikan urea menjadi melamine,  $\text{CO}_2$  dan  $\text{NH}_3$

Tipe : *Fluidized bed reactor*

Bahan : *Plate steel SA 129 grade B*

Jumlah : 1 unit

Tinggi total : 12,246 meter

Total disengaging head : 2,224 meter

Tinggi zone reaksi (Lt) : 4,12 meter

Tinggi head bawah (Lh) : 0,903 meter

Diameter freeboard (Df) : 5,013 meter

Diameter zone reaksi (Dt) : 3,973 meter

Tebal : 0,923 in

Kondisi operasi : 3 Atm, 395o C

Harga : Rp 6.432.975.000,-

#### 4. Filter

Kode : F-01

Fungsi : Menyaring katalis pada gas yang diumpankan ke  
Crystallizer

Kapasitas : 45692,5596 kg/jam

Diameter bag : 0,2032 meter

Panjang bag : 2,4384 meter

Jumlah bag : 94 buah

Pressure Drop : 0,101 inH<sub>2</sub>O

Bahan : *Carbon steel*

Harga : Rp 50.259.913,-

## 5. Crystallizer

Kode : CR-01

Fungsi : Tempat mendinginkan melamine sehingga akan terbentuk kristal-kristal melamin

Tipe : *CSTC (Continue Stirred Tank Crystallizer)*

Diameter tangki : 3,083 meter

Diameter head : 3,083 meter

Tinggi total : 3,618 m

Tebal shell tangki : 0,781 meter

Tenaga pengaduk : 4,784 Hp

Putaran : 2,516 rps

Tinggi pengaduk dari dasar : 0,575meter

Panjang daun pengaduk : 0,122 meter

Lebar baffle : 0,245 meter

Luas permukaan perpindahan panas : 10,327 ft<sup>2</sup>

Bahan : *Carbon steel*

Harga : Rp 1.744.051.000,-

## 6. Cyclone

Kode : CY-01

Fungsi : Memisahkan padatan (melamin) dan gas (urea,

biuret, amonia dan karbondioksida)

Diameter partikel,min : 0,581  $\mu m$

Jumlah : 1 unit

Tinggi : 4,543 meter

Diameter : 2,019 meter

Pressure Drop : 0,006 Atm

Bahan : *Carbon steel, SA-204 Grade C*

Harga : Rp 39.343.287,-

## 7. Scrubber

Kode : SC-01

Fungsi : Menscrub urea melt untuk dikembalikan ke tangki

Tipe : Silinder vertikal

Bahan : *Stainless steel SA-240 Grade M*

Jumlah : 1 unit

Luas Penampang : 2,430 m<sup>2</sup>

Tinggi scrubber : 8,797 meter

Tebal shell : 3/16 in

Diameter dalam : 69,252 in

Diameter luar : 69,627 in

Tebal head : 0,1875 in

Tinggi head : 16,588 in

Harga : Rp 749.139.970,-

#### 8. Separator

Kode : SP-01

Fungsi : Memisahkan cairan dan uap sebelum masuk reaktor

Tipe : Silinder vertikal

Bahan : *Carbon steel*

Jumlah : 1 unit

Diameter : 102 in

Tinggi : 5,1816 meter

Tebal shell : 0,3125 in

Tebal head : 0,25 in

P Operasi : 14,7 psi

Harga : Rp 687.547.200,-



### 3.2.2. Alat Kecil

#### 1. Pompa

Tabel 3.1 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	P-01	P-01
Fungsi	Mengalirkan urea melt dari melter menuju tangki urea melt (T-01)	Mengalirkan dan menaikkan tekanan urea melt sebelum masuk reaktor
Tipe	Pompa sentrifugal	Pompa sentrifugal
Kapasitas	70,466 galon/menit	67,325 galon/menit
Bahan konstruksi	<i>Carbonsteel SA-285 grade C</i>	<i>Carbonsteel SA-285 grade C</i>
Daya pompa	1,157 Hp	1,097 Hp
Daya motor	2 Hp	2 Hp
Schedule	40	40
ID	3,068 in	3,068 in
Harga	Rp 74.606.639,-	Rp 89.088.937,-

#### 2. Heater

Kode : HE-01

Fungsi : Memanaskan gas amonia dan CO<sub>2</sub> sebagai fluidizing gas reaktor

Tipe : Shell and Tube

T operasi gas : 152 – 395 °C

T operasi steam : 400 °C

#### Tube side

OD : 1,25 in

BWG : 16  
 ID : 1,12 in  
 Panjang : 10 ft  
 Jumlah : 128 tubes

**Shell side**

Pitch : 1,5625 ; Triangular Pitch

$\Sigma$  Pass : 2

**Pressure drop**

Shell side : 0,0507 psi

Tube side : 0,273 psi

Uc : 134,008 Btu/hr ft<sup>2</sup> °F

Ud : 37,649 Btu/hr ft<sup>2</sup> °F

Rd : 0,0191

Harga : Rp 49.248.364,-

**3. Cooler**

Kode : HE-02

Fungsi : Mendinginkan quencing gas sebelum masuk filter

Tipe : Shell and Tube

T operasi gas : 395-310 °C

T operasi cooling water : 100-150 °C

**Tube side**

OD : 1,25 in

BWG : 16

ID : 1,12 in  
 Panjang : 10 ft  
 Jumlah : 266 tubes

**Shell side**

Pitch : 1,5625 ; Triangular Pitch  
 $\Sigma$  Pass : 2

**Pressure drop**

Shell side : 0,0046 psi  
 Tube side : 2,383 psi  
 Uc : 48,879 Btu/hr ft<sup>2</sup> °F  
 Ud : 39,389 Btu/hr ft<sup>2</sup> °F  
 Rd : 0,0049  
 Harga : Rp 57.002.665,-

**4. Kompresor**

Kode : C-01  
 Fungsi : Menaikkan tekanan fluidizing gas  
 Tipe : Kompresor sentrifugal  
 Kapasitas : 15,419 m<sup>3</sup>/s

Bahan konstruksi : *Stainless Stell Type 302*

Power : 61,692 Hp

Harga : Rp 88.376.226,-

## 5. Blower

Kode	: BL-01
Fungsi	: Mengalirkan gas dari cyclone menuju scrubber
Tipe	: Single stage Centrifugal blower
Kapasitas	: 0,046 m <sup>3</sup> /s
Power	: 5,605 Hp
$\eta$ motor	: 80%
Harga	: Rp 267.266.812,-

### 3.2.3. Alat Pendukung

#### 1. Gudang Bahan Baku

Kode	: G-01
Fungsi	: menampung bahan baku urea
Bentuk bangunan	: Gedung berbentuk persegi panjang ditutup atap

#### Bahan Konstruksi

Dinding	: batu bata
Lantai	: Terbuat dari beton padat dengan hardener, bersifat menahan debu dan tidak tahan terhadap tumpahan larutan bahan kimia. Lantai dilapisi ubin keramik dengan kriteria harus tahan terhadap bahan kimia

dan goresan, mudah diperbaiki, keras, diperlukan penutupan celah, licin bila basah.

Atap gudang : Asbes, Pada atap gudang dipasang turbin ventilator

Kondisi ruangan :  $T = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan  $P = 1\text{ atm}$

Panjang gudang : 23,530 meter

Lebar gudang : 20 meter

Tinggi gudang : 10 meter

## 2. Gudang Produk

Kode : G-02

Fungsi : Untuk menyimpan produk melamine

Bentuk bangunan : Gedung berbentuk persegi ditutup atap

### Bahan Konstruksi

Dinding : batu bata

Lantai : Terbuat dari beton padat dengan hardener, bersifat menahan debu dan tidak tahan terhadap tumpahan larutan bahan kimia. Lantai dilapisi ubin keramik dengan kriteria harus tahan terhadap bahan kimia dan goresan, mudah diperbaiki, keras, diperlukan penutupan celah, licin bila basah.

Atap gudang : Asbes, Pada atap gudang dipasang turbin ventilator

Kapasitas gudang : 1060,606 ton

Lebar gudang : 6,7 meter

Tinggi gudang : 17,55 meter

### 3. Belt Conveyor

Tabel 3.2 Spesifikasi Belt Conveyor

Spesifikasi	BC-01	BC-01
Fungsi	Mengantarkan urea pada bucket elevator	Mengantarkan melamine pada mesin packaging
Kapasitas BC	23812,1208 kg/jam	7575,757 kg/jam
Lebar belt	16 in	16 in
Tebal belt	5 in	5 in
Kecepatan belt	200 ft/min	200 ft/min
Panjang belt	32,808 ft	32,808 ft
Daya belt	3 Hp	3 Hp
Harga	Rp 74.606.639,-	Rp 89.088.937,-

### 4. Bucket Elevator

Kode : BE-01

Fungsi : Mengangkut urea pril dari gudang ke silo

Kapasitas design : 21827,777 kg/jam

Ukuran bucket : (10 x 6 x 5,5 x 14) in

Lebar bucket : 9 in

Projection bucket : 4 in

Dalam bucket : ½ in

Lebar belt : 11 in

Jarak antar bucket : 12 in

Kecepatan bucket : 321,317 ft/menit

Power motor : 3,299 Hp

Harga : Rp 207.692.497,-

## 5. Silo

Tabel 3.1 Spesifikasi Silo

Spesifikasi	SL-01	SL-01
Fungsi	Tempat menyimpan padatan urea	Tempat menyimpan melamine
Tipe	Silinder vertical atap ellipsoidal dan alas kerucut	Silinder vertical atap ellipsoidal dan alas kerucut
Kapasitas silo (Vt)	134,694 m <sup>3</sup>	107,881 m <sup>3</sup>
Diameter silo	6,329 meter	5,878 meter
Tinggi atap	0,277 meter	0,257 meter
Tinggi silinder	12,658 meter	11,755 meter
Tinggi kerucut	2,216 meter	2,058 meter
Tinggi total	15,151 meter	14,070 meter
Harga	Rp 35.635.575,-	Rp 33.497.440,-

## 6. Pneumatic Conveyor

Kode : PC-01

Fungsi : Memindahkan kristal melamine menuju cyclone

Kapasitas : 21827,777 kg/jam

Diameter conveyor : 4,026 in

Pressure drop	: 2,876 psi
Daya belt	: 6 Hp
Harga	: Rp 25.241.265,-

### **3.3. Perencanaan Produksi**

#### **3.3.1. Kapasitas Prancangan**

Penentuan kapasitas perancangan suatu pabrik berdasarkan pada tingkat kebutuhan *melamine* yang ada di Indonesia, serta ketersediaan bahan baku yang menentukan kapasitas minimal suatu pabrik yang akan dibangun. Kapasitas minimum pabrik *melamine* yang ada di Indonesia berkisar antara 20.000 ton/tahun sampai 50.000 ton/tahun. Dengan berkembangnya industri – industri yang menggunakan melamine di Indonesia, seperti industri *moulding*, industri *adhesive*, industri *surface coating* menyebabkan kebutuhan *melamine* di Indonesia semakin meningkat. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan *melamine* dan meminimalisir nilai import maka didirikan pabrik *melamine* dengan kapasitas 50.000 ton/tahun.

#### **3.3.2. Analisa Kebutuhan Bahan Baku**

Analisa kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku berupa urea dapat diperoleh dari PT. Pupuk Kujang (Cikampek, Jawa Barat). Bahan baku urea untuk pembuatan *melamine* dengan proses BASF (*Badische Anilin and Soda Fabrik*) adalah sebanyak 173.828,481 ton/tahun dengan ketersediaan bahan baku urea sebanyak 1.140.000 ton/tahun. Sehingga dapat disimpulkan bahwa



ketersediaan bahan baku urea dapat memenuhi kebutuhan pabrik *melamine*, sehingga proses produksi dapat berjalan.

### **3.3.3. Analisa Kebutuhan Alat Proses**

Analisa kebutuhan alat proses diperlukan untuk mengidentifikasi berbagai tipe/jenis peralatan proses yang menunjang kelancaran suatu proses berdasarkan umur perawatan dan pemeliharaan alat (*maintenance*) yang akan digunakan untuk melakukan proses produksi yang telah ditentukan. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan salah satunya adalah jenis peralatan yang digunakan berupa peralatan manual, mekanis atau otomatis. Selain itu, perlu adanya analisa dalam mengetahui perbandingan harga dari masing-masing peralatan proses sehingga dapat menghasilkan biaya produksi yang minimum.

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1. Penentuan Lokasi Pabrik**

Lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik melamin ini adalah daerah Cikampek, Jawa Barat. Pemilihan lokasi ini berdasarkan pada beberapa faktor :

1. **Penyediaan bahan baku**

Bahan baku pembuatan melamin adalah urea yang kebutuhannya didapat dari PT. Pupuk Kujang yang berada di daerah Cikampek, Jawa Barat.

2. **Daerah Pemasaran**

Industri pemakai produk Melamin di pulau jawa, seperti Jawa Timur, Jawa Barat dan Jawa Tengah, DKI Jakarta sebagai contoh PT Arjuna Karya Utama yang merupakan produsen bahan perekat dan lain-lain.

3. **Penyediaan bahan bakar dan energi**

Daerah Cikampek merupakan kawasan Industri sehingga penyediaan bahan bakar dan energi dapat dipenuhi dengan baik.

4. **Penyediaan Air**

Kebutuhan air untuk proses produksi dapat diperoleh dari sumber air Sungai Parungkadali dan sungai Cikao.

5. **Transportasi**

Sarana transportasi darat di daerah Cikampek sangat memadai karena tersedianya jalan raya dan rel atau jalur kereta api. Disamping itu dekat dengan pelabuhan laut untuk keperluan transportasi laut.

#### 6. Tenaga kerja

Kawasan Cikampek berlokasi tidak jauh dari wilayah Jabotabek yang sarat dengan lembaga pendidikan formal sehingga memiliki potensi tenaga ahli maupun non ahli baik dari segi kualitas maupun kuantitas.

#### 7. Karakterisasi lokasi

Daerah Cikampek merupakan kawasan industri sehingga untuk pendirian suatu pabrik akan lebih mudah.

### **4.2. Tata Letak Pabrik**

Lay out pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat kerja karyawan, tempat perakitan, tempat penimbunan bahan baku maupun produk. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik harus dipikirkan penempatan alat-alat produksi sehingga keselamatan, keamanan dan kenyamanan bagi karyawan dapat dipenuhi.

Selain peralatan yang tercantum didalam flowsheet proses, beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pos keamanan dan sebagainya hendaknya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu, ditinjau dari segi lalu lintas barang dan keamanan.

Secara umum tujuan perencanaan lay out adalah untuk mendapatkan kombinasi yang optimal antara fasilitas-fasilitas produksi. Dengan adanya kombinasi yang optimal ini diharapkan proses produksi akan berjalan lancar dan para karyawan juga akan selalu merasa senang dengan pekerjaannya. Namun dari tujuan yang sangat umum tersebut maka beberapa pokok tujuan yang akan dicapai dengan perencanaan lay out yang baik adalah sebagai berikut.

- Simplifikasi dari proses produksi
- Minimasi biaya material handling
- Mendapatkan penggunaan luas lantai/ruang yang efektif
- Mendapatkan kepuasan karyawan serta kemauan kerja
- Menghindarkan pengeluaran kapital yang tidak begitu penting
- Mendorong efektifitas penggunaan karyawan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah :

1. Luas daerah yang tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyediaan area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah terlalu tinggi, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan sehingga peralatan tertentu dapat diletakkan diatas peralatan yang lain atau lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

2. Keamanan

Bangunan perkantoran letaknya berjauhan dengan instalasi proses, hal ini didasarkan pada factor keamanan (untuk mencegah akibat buruk apabila terjadi ledakan,kebakaran dan gas beracun)

3. Instalasi dan utilitas

Pemasangan dan distribusi pipa yang baik dari gas, udara, steam dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatannya. Penempatan pesawat proses sedemikian rupa sehingga karyawan dapat dengan mudah

mencapainya dan dapat menjamin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

4. Kemungkinan perluasan pabrik

Perluasan pabrik ini harus sudah masuk dalam perhitungan sejak awal supaya masalah kebutuhan tempat tidak muncul di masa yang akan datang. Sejumlah area khusus sudah disediakan untuk dipakai sebagai area perluasan pabrik, penambahan peralatan untuk menambah kapasitas pabrik ataupun mengolah produk sendiri atau produk lain.

5. Transportasi

Tata letak pabrik harus memperhatikan kelancaran distribusi bahan baku, proses maupun produk.

Secara garis besar lay out pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama yaitu :

- a. Daerah administrasi/ perkantoran, laboratorium dan ruang control
  - Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran proses.
  - Laboratorium dan ruang control sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produksi yang akan dijual.
- b. Daerah proses dan perluasan
  - Daerah proses merupakan daerah dimana reaksi utama berlangsung, biasanya tergolong area dengan resiko tinggi, oleh karena itu penempatannya perlu mendapat perhatian khusus.
- c. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi

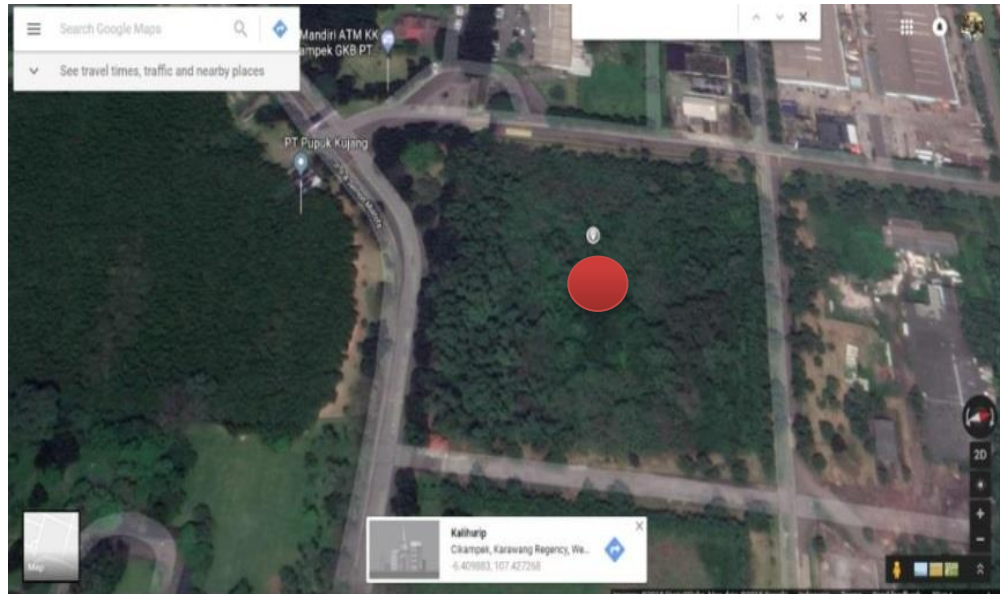
d. Daerah utilitas

- Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air, media pendingin dan tenaga listrik dipusatkan
- Udara yang nantinya akan digunakan dalam proses (PA) dan digunakan untuk alat kontrol (IA) juga diproduksi di area ini.

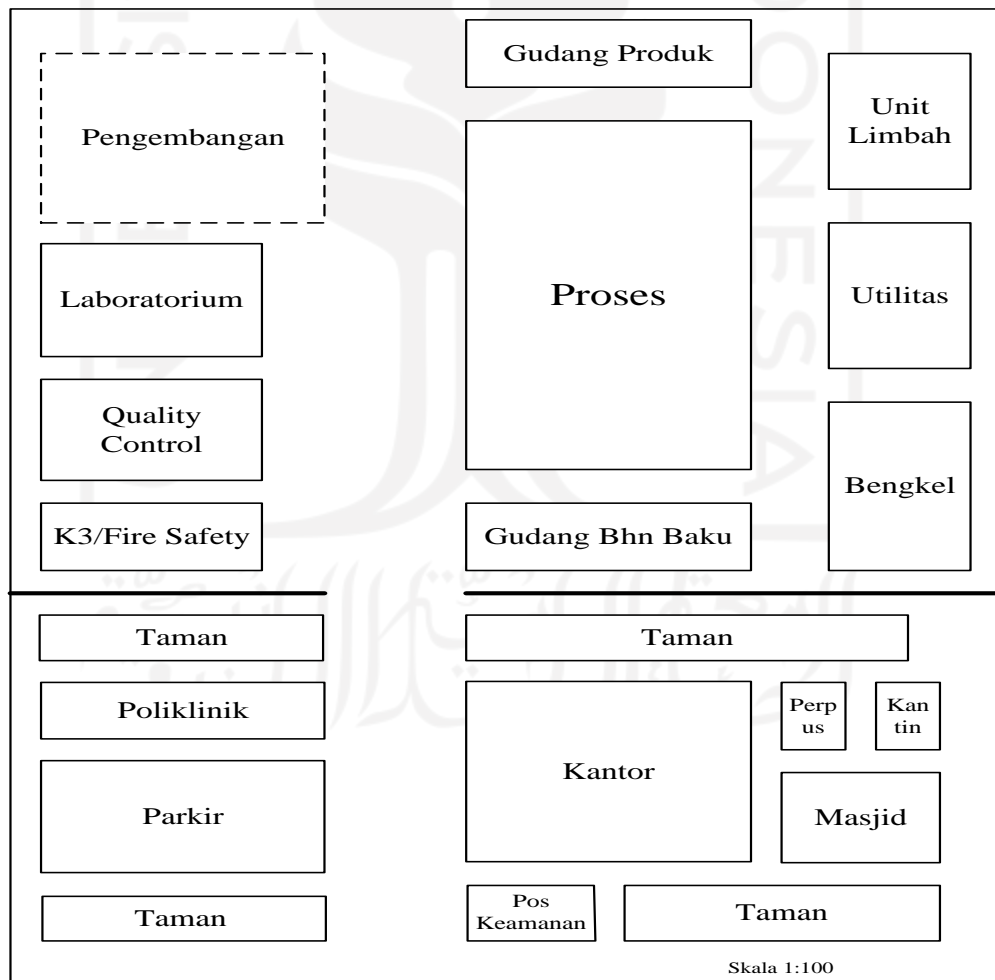
Perincian luas tanah dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1 Perincian luas tanah pabrik

No	Penggunaan Lahan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Pos keamanan	10	5	50
2	Ruang kontrol	50	10	500
3	Gudang	100	10	1000
4	Kantor	50	10	500
5	Musholla	20	10	200
6	Kantin	25	12	300
7	Poliklinik	25	10	250
8	Laboratorium	30	10	300
9	Bengkel	20	10	200
10	Perpustakaan	25	10	250
11	Daerah proses	100	70	7000
12	Daerah utilitas	50	40	2000
13	K-3 & Fire Safety	20	10	200
14	Unit pengolahan limbah	50	30	1500
15	Area pengembangan	300	100	3000
16	Tempat parkir	40	20	800
17	Taman	30	20	600
Luas Tanah				18.650
Luas Bangunan				14.920
<b>Jumlah</b>				<b>18.650</b>



Gambar 4.1 Peta Lahan Pabrik Melamine



Gambar 4.2 *Layout* Pabrik Melamine di Cikampek Jawa Barat

### 4.3. Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan *layout* peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan:

1. Aliran bahan baku dan produk

Aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan nilai ekonomi yang tinggi, semakin dekat penempatan bahan baku dan produk dengan jalur transportasi, semakin efisien dana yang dikeluarkan.

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam proses dan disekitar area proses harus diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia berbahaya sehingga dapat mengancam keselamatan kerja. Selain itu perlu diperhatikan arah hembusan cahaya.

3. Cahaya

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

4. Tata letak alat proses

Penempatan alat-alat proses yang tepat akan mempercepat jalannya proses sehingga menjamin kelancaran proses produksi.



#### 5. Kelancaran lalu lintas

Kelancaran lalu lintas barang dan manusia juga berpengaruh terhadap proses jalannya produksi.

#### 6. Tata letak area proses

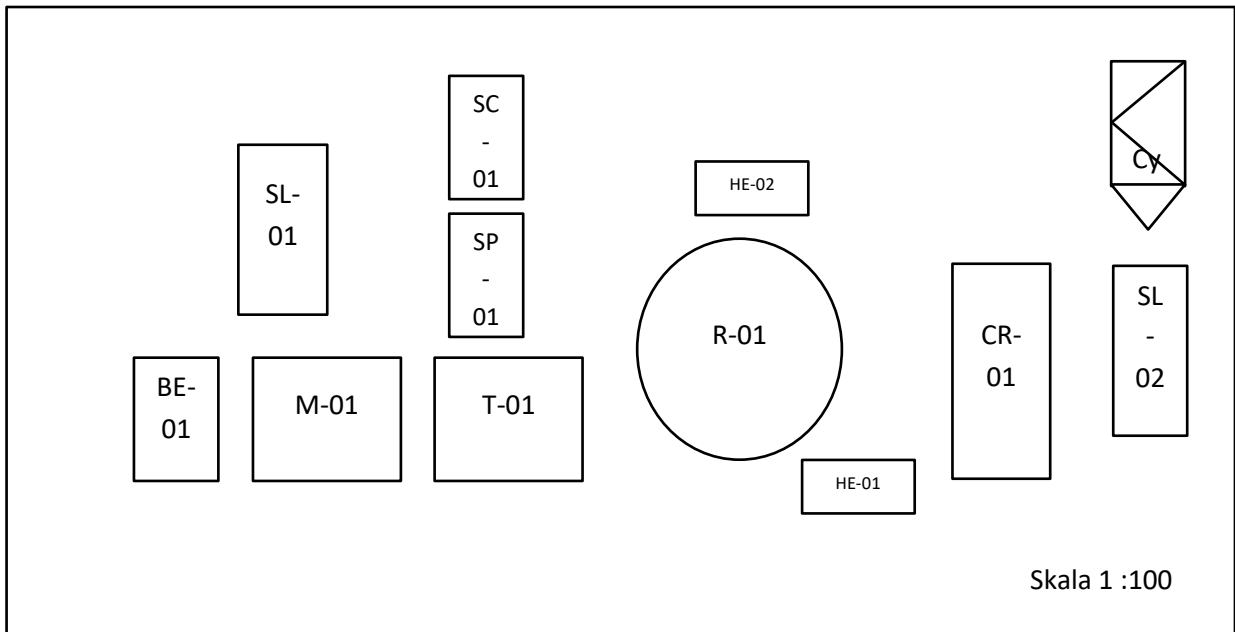
Penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin keamanan produksi sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

#### 7. Jarak antar alat proses

Untuk alat produksi yang mudah meledak atau terbakar letaknya dijauhkan dari alat yang lain, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran tidak membahayakan peralatan lain.

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

- Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- Dapat mengoptimalkan penggunaan luas lantai
- Biaya material *handling* menjadi lebih rendah sehingga menurunkan pengeluaran untuk modal yang tidak produktif
- Karyawan mendapat kepuasan kerja



Gambar 4.3 Layout Peralatan proses

Keterangan:

SL-01 = Silo bahan baku

M-01 = Melter

DS-01 = *Desublimer*

T-01 = Tangki *urea melt*

Cy-01 = *Cyclone*

SC-01 = *Scrubber*

R-01 = Reaktor *fluidized bed*

SP-01 = Separator

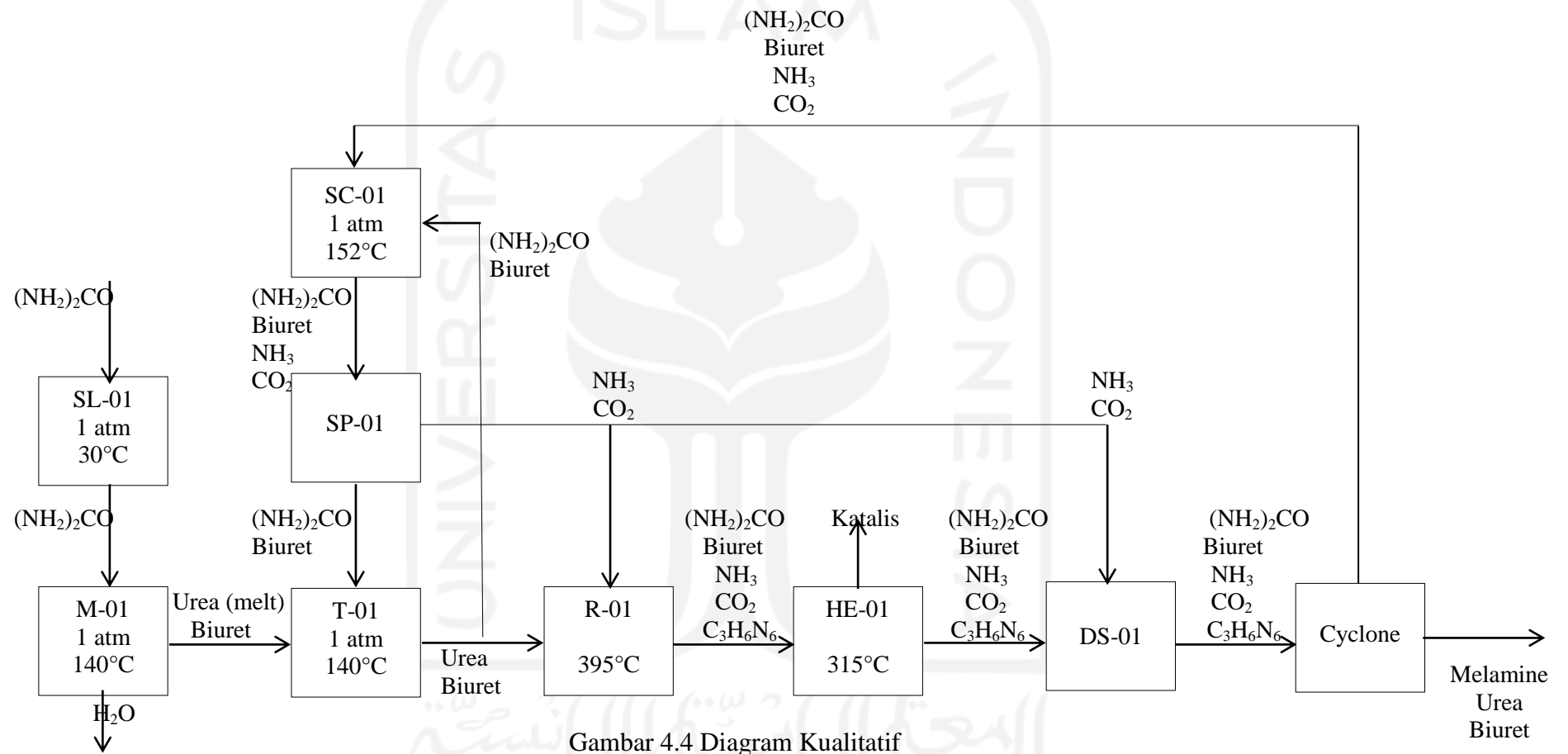
HE-01 = Heater *Fluidizing gas*

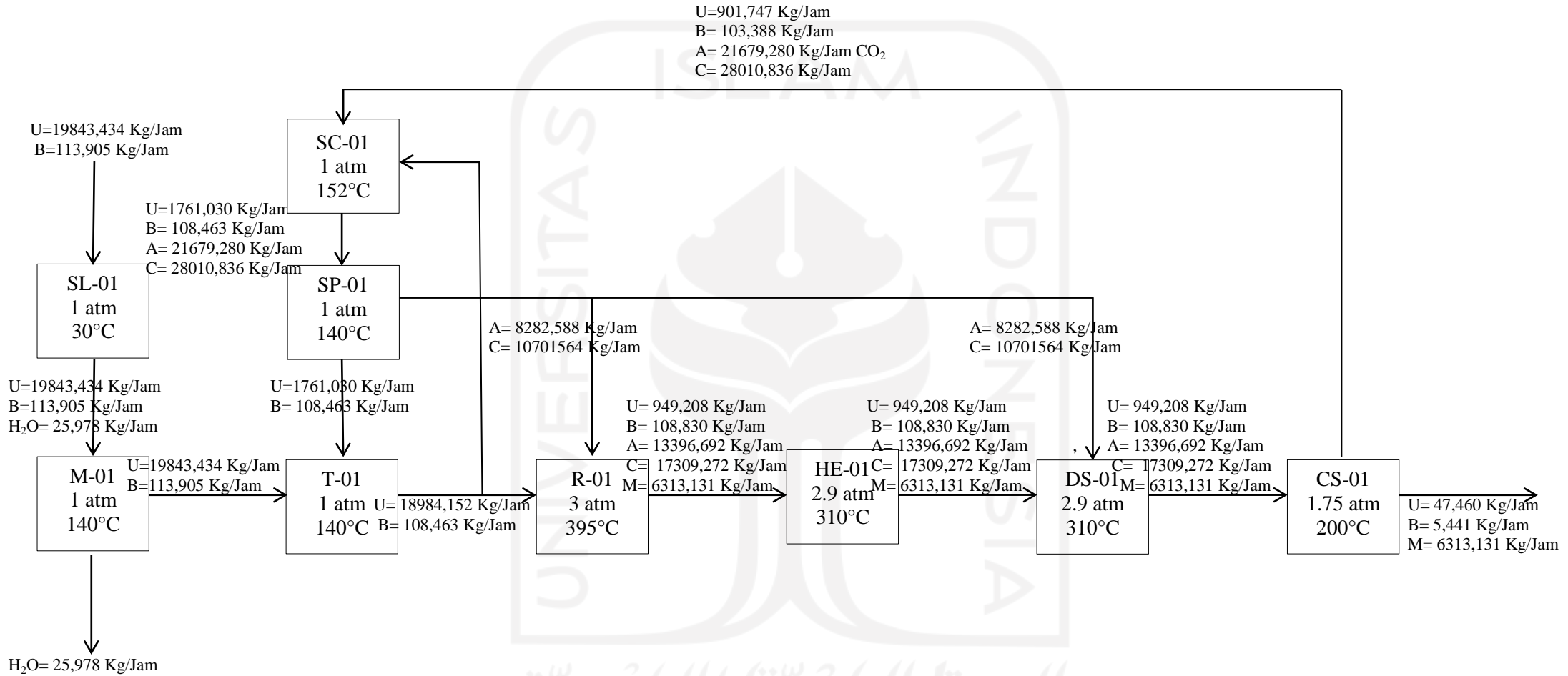
HE-02 = Cooler gas produk

BE-01 = Bucket Elevator

SL-02 = Silo Produk

#### 4.4. Aliran Proses dan Material





Gambar 4.5 Diagram Kuantitatif

## 4.5. Neraca Massa dan Neraca Panas

### 4.5.1 Neraca Massa

Satuan yang dipakai Kg/jam

Tabel 4.2 Neraca massa Total

<b>Neraca Massa Total</b>				
<b>Komponen</b>	<b>Input (Kg/jam)</b>	<b>Ouput (Kg/jam)</b>		
	<b>Arus 1</b>	<b>Arus 2</b>	<b>Arus 9</b>	<b>Arus 17</b>
Urea (CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O)	19843,434	0,000	47,460	0,000
Biuret (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub> )	113,905	0,000	5,441	0,000
Melamine (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> N <sub>6</sub> )	0,000	0,000	6313,131	0,000
Water (H <sub>2</sub> O)	25,978	25,978	0,000	0,000
Amonia (NH <sub>3</sub> )	0,000	0,000	0,000	5436,522
Carbondioksida (CO <sub>2</sub> )	0,000	0,000	0,000	8154,784
<b>Sub Total</b>	<b>19983,318</b>	<b>25,978</b>	<b>6366,033</b>	<b>18984,152</b>
<b>Total</b>	<b>19983,318</b>	<b>19983,318</b>		

### 1. Neraca Massa di Melter

Tabel 4.3 Neraca massa di Melter

<b>Melter</b>			
<b>Komponen</b>	<b>Input (Kg/jam)</b>	<b>Ouput (Kg/jam)</b>	
	<b>Arus 1</b>	<b>Arus 2</b>	<b>Arus 3</b>
Urea (CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O)	19843,434	0,000	19843,434
Biuret (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub> )	113,905	0,000	113,905
Melamine (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> N <sub>6</sub> )	0,000	0,000	0,000
Water (H <sub>2</sub> O)	25,978	25,978	0,000
Amonia (NH <sub>3</sub> )	0,000	0,000	0,000
Carbondioksida (CO <sub>2</sub> )	0,000	0,000	0,000
<b>Sub Total</b>	<b>19983,318</b>	<b>25,978</b>	<b>19957,339</b>
<b>Total</b>	<b>19983,318</b>	<b>19983,318</b>	

## 2. Neraca Massa di Tangki

Tabel 4.4 Neraca massa di Tangki

<b>Tangki</b>			
<b>Komponen</b>	<b>Input (Kg/jam)</b>		<b>Ouput (Kg/jam)</b>
	<b>Arus 3</b>	<b>Arus 12</b>	<b>Arus 5'</b>
Urea ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ )	19843,434	1761,030	21604,464
Biuret ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_2$ )	113,905	108,463	222,368
Melamine ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$ )	0,000	0,000	0,000
Water ( $\text{H}_2\text{O}$ )	0,000	0,000	0,000
Amonia ( $\text{NH}_3$ )	0,000	0,000	0,000
Carbondioksida ( $\text{CO}_2$ )	0,000	0,000	0,000
<b>Sub Total</b>	<b>19957,339</b>	<b>1869,493</b>	<b>21826,833</b>
<b>Total</b>	<b>21826,833</b>		<b>21826,833</b>

## 3. Neraca Massa di Reaktor

Tabel 4.5 Neraca massa Reaktor

<b>Reaktor</b>			
<b>Komponen</b>	<b>Input (Kg/jam)</b>		<b>Ouput (Kg/jam)</b>
	<b>Arus 5</b>	<b>Arus 15</b>	<b>Arus 6</b>
Urea ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ )	18984,152	0,000	949,208
Biuret ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_2$ )	108,830	0,000	108,830
Melamine ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$ )	0,000	0,000	6313,131
Water ( $\text{H}_2\text{O}$ )	0,000	0,000	0,000
Amonia ( $\text{NH}_3$ )	0,000	8282,588	13396,692
Carbondioksida ( $\text{CO}_2$ )	0,000	10701,564	17309,272
<b>Sub Total</b>	<b>19092,982</b>	<b>18984,152</b>	<b>38077,134</b>
<b>Total</b>	<b>38077,134</b>		

#### 4. Neraca Massa di Crystallizer

Tabel 4.6 Neraca massa *Crystallizer*

<b>Desublimer</b>			
<b>Komponen</b>	<b>Input (Kg/jam)</b>		<b>Ouput (Kg/jam)</b>
	<b>Arus 7</b>	<b>Arus 14</b>	<b>Arus 8</b>
Urea (CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O)	949,208	0,000	949,208
Biuret (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub> )	108,830	0,000	108,830
Melamine (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> N <sub>6</sub> )	6313,131	0,000	6313,131
Water (H <sub>2</sub> O)	0,000	0,000	0,000
Amonia (NH <sub>3</sub> )	13396,692	8282,588	21679,280
Carbondioksida (CO <sub>2</sub> )	17309,272	10701,564	28010,836
<b>Sub Total</b>	<b>38077,134</b>	<b>18984,152</b>	<b>57061,285</b>
<b>Total</b>	<b>57061,285</b>		

#### 5. Neraca Massa di Cyclone

Tabel 4.7 Neraca massa *Cyclone*

<b>Cyclone</b>			
<b>Komponen</b>	<b>Input (Kg/jam)</b>	<b>Ouput (Kg/jam)</b>	
	<b>Arus 8</b>	<b>Arus 10</b>	<b>Arus 9</b>
Urea (CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O)	949,208	901,747	47,460
Biuret (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub> )	108,830	103,388	5,441
Melamine (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> N <sub>6</sub> )	6313,131	0,000	6313,131
Water (H <sub>2</sub> O)	0,000	0,000	0,000
Amonia (NH <sub>3</sub> )	21679,280	21679,280	0,000
Carbondioksida (CO <sub>2</sub> )	28010,836	28010,836	0,000
<b>Sub Total</b>	<b>57061,285</b>	<b>50695,252</b>	<b>6366,033</b>
<b>Total</b>		<b>57061,285</b>	

## 6. Neraca Massa di Scrubber

Tabel 4.8 Neraca massa Scrubber

<b>Scrubber</b>			
<b>Komponen</b>	<b>Input (Kg/jam)</b>		<b>Ouput (Kg/jam)</b>
	<b>Arus 10</b>	<b>Arus 4</b>	<b>Arus 11</b>
Urea ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ )	901,747	859,283	1761,030
Biuret ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_2$ )	103,388	5,075	108,463
Melamine ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$ )	0,000	0,000	0,000
Water ( $\text{H}_2\text{O}$ )	0,000	0,000	0,000
Amonia ( $\text{NH}_3$ )	21679,280	0,000	21679,280
Carbondioksida ( $\text{CO}_2$ )	28010,836	0,000	28010,836
<b>Sub Total</b>	<b>50695,252</b>	<b>864,358</b>	<b>51559,610</b>
<b>Total</b>	<b>51559,610</b>		

## 7. Neraca Massa di Separator

Tabel 4.9 Neraca massa Separator

<b>Separator</b>			
<b>Komponen</b>	<b>Input (Kg/jam)</b>	<b>Ouput (Kg/jam)</b>	
	<b>Arus 11</b>	<b>Arus 12</b>	<b>Arus 13</b>
Urea ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ )	1761,030	1761,030	0,000
Biuret ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_2$ )	108,463	108,463	0,000
Melamine ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$ )	0,000	0,000	0,000
Water ( $\text{H}_2\text{O}$ )	0,000	0,000	0,000
Amonia ( $\text{NH}_3$ )	21679,280	0,000	21679,280
Carbondioksida ( $\text{CO}_2$ )	28010,836	0,000	28010,836
<b>Sub Total</b>	<b>51559,610</b>	<b>1869,493</b>	<b>49690,116</b>
<b>Total</b>		<b>51559,610</b>	

### 4.5.2 Neraca Panas

Satuan yang dipakai Kkal/jam



### 1. Neraca panas di Melter

Tabel 4.10 Neraca panas Melter

Komponen	Input (Kkal/jam)		Output (Kkal/jam)			
	Q1	Qv	Q2	Q3	QL	Qp
Urea	15173,323	0,000	0,000	948594,681	0,000	1189469,106
Biuret	284,187	0,000	0,000	8101,510	0,000	3870,920
Air	129,932	0,000	1372,382	0,000	0,000	3024,509
Sub Total	15587,441	2768036,642	1372,382	956696,191	629190,976	1196364,535
<b>Total</b>	<b>2783624,084</b>		<b>2783624,084</b>			

### 2. Neraca panas di Tangki

Tabel 4.11 Neraca panas Tangki

Komponen	Input (Kkal/jam)		Output (Kkal/jam)
	Q3	Q13	Q5'
Urea	948594,681	147049,005	1095643,686
Biuret	8101,510	8677,157	16778,667
Sub Total	956696,191	155726,163	1112422,354
<b>Total</b>	<b>1112422,354</b>		<b>1112422,354</b>

### 3. Neraca panas di Reaktor

Tabel 4.12 Neraca panas Reaktor

Komponen	Input (Kkal/jam)			Output		
	Q5	Q15	Q salt	Q6	Qv	Q reaksi
Urea	962757,802			34300,650	4699594,950	
Biuret	8211,714			2991,867	18002,768	
Melamine				206451,189		
Amonia		1811248,064		2885042,991		
Carbondioksida		913741,273		1456942,543		
Katalis						
Subtotal	970969,516	2724989,337	5611051,266	4585729,240	4717597,718	3683,160973
<b>Total</b>	<b>9307010,119</b>			<b>9307010,119</b>		

#### 4. Neraca panas di Heater

Tabel 4.13 Neraca panas Heater

Komponen	Input (Kkal/jam)	Output (Kkal/jam)	
	Q6	Q8	QCw
Urea	34284,301	8980,724	
Biuret	2990,623	714,237	
Melamine	206355,365	52795,771	
Amonia	2883708,292	733857,955	
Carbondioksida	1456312,904	354403,460	
Sub Total		1150752,148	3432899,338
<b>Total</b>	<b>4583651,486</b>	<b>4583651,486</b>	

#### 5. Neraca panas di Crystallizer

Tabel 4.14 Neraca panas Crystallizer

Komponen	Input (Kkal/jam)			Output (Kkal/jam)	
	Q8	Q sublimasi	Q17	Q9 (gas)	Q9 (Padat)
Urea	25303,577	1174,899		14564,255	127,017
Biuret	2276,386	90,014		1349,275	47,517
Melamine	153559,594	7236,730		89707,015	2270,607
Amonia	2149850,337		454726,366	2894015,378	
Carbondioksida	1101909,444		236150,845	1130197,128	
Subtotal	3432899,338	8501,643	690877,210	4129833,051	2445,141
<b>Total</b>	<b>4132278,192</b>			<b>4132278,192</b>	

#### 6. Neraca panas di Cyclone

Tabel 4.15 Neraca panas Cyclone

Komponen	Input (Kkal/jam)	Output (Kkal/jam)	
	Q9	Q 10	Q11
Urea	14691,272	1270,164	13836,033
Biuret	1396,792	475,125	1281,805
Melamine	91977,622	91202,559	0,000
Amonia	2894015,378	0,000	2894015,378
Carbondioksida	1130197,128	0,000	1130197,128
Subtotal	4132278,192	92947,848	4039330,344
<b>Total</b>	<b>4132278,192</b>	<b>4132278,192</b>	

## 7. Neraca panas di *Scrubber*

Tabel 4.16 Neraca panas *Scrubber*

Komponen	Input (Kkal/jam)		Output (Kkal/jam)
	Q11	Q4	Q12
Urea	13836,033	43577,475	92968,642
Biuret	1281,805	382,932	8519,433
Melamine	0,000	0,000	0,000
Amonia	2894015,378	0,000	2623789,372
Carbondioksida	1130197,128	0,000	1358013,303
Subtotal	4039330,344	43960,407	4083290,751
<b>Total</b>	<b>4083290,751</b>		<b>4083290,751</b>

## 8. Neraca panas di Separator

Tabel 4.17 Neraca panas Separator

Komponen	Input (Kkal/jam)	Output (Kkal/jam)	
	Q12	Q13	Q14
Urea	92968,642	92968,642	0,000
Biuret	8519,433	8519,433	0,000
Amonia	2623789,372	0,000	2623789,372
Carbondioksida	1358013,303	0,000	1358013,303
Subtotal	4083290,751	101488,075	3981802,676
<b>Total</b>	<b>4083290,751</b>	<b>4083290,751</b>	

### 4.6. Pelayanan Teknik Utilitas

Unit pendukung proses atau utilitas adalah unit yang bertugas menyediakan sarana penunjang untuk menjamin kelancaran proses produksi. Pada prarancangan pabrik melamin ini, utilitas yang diperlukan meliputi :

1. Unit penyediaan dan pengolahan air

Unit ini berfungsi menyediakan air bersih sebagai :

- Air pendingin digunakan sebagai media pendingin pada *Crystalizer* dan *Cooler*.
  - Air umpan *boiler* yang kemudian di proses menjadi steam.
  - Steam digunakan untuk media panas pada alat *heater*.
  - Air proses digunakan pada tangki pencair urea.
  - Air sanitasi digunakan untuk memenuhi kebutuha laboratorium, kantor, perumahan dan pertamanan.
  - Hydrant adalah air yang digunakan untuk mencegah kebakaran.
2. Unit pembangkit tenaga listrik  
Sebagai penyedia tenaga listrik untuk tenaga penggerak peralatan proses dan untuk penerangan. Listrik disuplai dari PLN dan sebagai cadangan digunakan generator.
  3. Unit pengadaan bahan bakar  
Sebagai penyedia bahan bakar untuk boiler dan generator.
  4. Unit penyedia lelehan garam (*molten salt*)  
Sebagai penyedia kebutuhan panas pada reaktor.
  5. Unit penyedia udara tekan  
Menyediakan udara tekan untuk menjalankan instrumen di seluruh area proses dan utilitas.

## 6. Unit pengolahan limbah

Unit ini berfungsi mengolah limbah yang dihasilkan oleh pabrik, baik limbah dari proses produksi maupun diluar proses produksi sebelum dibuang ke lingkungan.

### 4.6.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan air

#### 4.6.1.1. Penyediaan air

Kebutuhan air diperoleh dari daerah Parungkadali, yaitu Sungai Cikao dengan potensi air sebesar 13 milyar  $m^3$ /tahun dimana potensi air yang sudah dimanfaatkan sebanyak 7,5 milyar  $m^3$ /tahun (57,9%) dan yang belum dimanfaatkan 5,45 milyar  $m^3$ /tahun (super user, 2014). Jarak sungai cikao kurang lebih 20 km dari kawasan pabrik. Secara keseluruhan kebutuhan air di pabrik melamin dipergunakan untuk keperluan :

##### 1. Air Pendingin

Air pendingin digunakan sebagai media pendingin dengan pertimbangan :

- a. Air dapat diperoleh dengan mudah dalam jumlah yang besar.
- b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- c. Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi.
- d. Tidak terdekomposisi.

Air yang digunakan sebagai air pendingin tidak boleh mengandung zat-zat sebagai berikut :

- a. Besi, yang dapat menimbulkan korosi.

- b. Silika, yang dapat menyebabkan kerak.
- c. Oksigen terlarut, yang dapat menyebabkan korosi.
- d. Minyak, yang merupakan penyebab terganggunya *film corrosion inhibitor*, menurunkan *heat transfer coefficient* dan dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan.

## 2. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor dan perumahan. Syarat air sanitasi antara lain :

Syarat fisik :

- a. Suhu dibawah suhu udara luar
- b. Warna jernih, turbidity < 10 ppm
- c. Tidak mempunyai rasa
- d. Tidak berbau

Syarat kimia :

- a. Tidak mengandung zat anorganik
- b. Tidak beracun
- c. kadar klor bebas sekitar 0,7 ppm

Syarat Bakteriologis :

Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen.

### 3. Air umpan boiler

Merupakan air yang digunakan untuk menghasilkan steam dan untuk kelangsungan proses. Meskipun terlihat jernih, tetapi pada umumnya air masih mengandung larutan garam dan asam. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

#### a. Zat yang menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan karena air mengandung larutan asam dan gas – gas yang terlarut seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ , dan  $NH_3$ .

#### b. Zat yang menyebabkan kerak (*scale forming* )

Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi , yang biasanya berupa garam –garam karbonat dan silika.

#### c. Zat yang menyebabkan foaming

Air yang diambil dari proses pemanasan biasanya menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi akibat adanya alkalinitas tinggi.

### 4. Air Hydrant

Air hydrant adalah air yang digunakan untuk mencegah kebakaran. Pada umumnya air jenis ini tidak memerlukan persyaratan khusus.

#### 4.6.1.2. Pengolahan Air

Pengolahan air bertujuan untuk memenuhi syarat-syarat air untuk dapat digunakan sesuai dengan keperluan. Pengolahan air ini meliputi pengolahan secara fisik dan kimia, serta dengan menambahkan desinfektan. Secara khusus unit pengolahan air meliputi :

Mula – mula air baku (raw water) dilewatkan screener kemudian diumpankan ke dalam bak penampung, kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil diinjeksikan bahan – bahan kimia, seperti :

- Alumunium Sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) sebagai flokulan yang berfungsi untuk mengikat partikel – partikel kecil yang menyebabkan keruhnya air menjadi flok yang lebih besar.
- Coagulan Aid, yang berfungsi untuk mempercepat proses pengendapan dengan membentuk flok yang lebih besar.

Keluar dari tangki, air dimasukkan ke dalam clarifier dimana flok – flok yang terbentuk diendapkan secara gravitasi sambil diaduk dengan putaran rendah. Lumpur yang diendapkan di blow down, sedangkan air yang keluar dari bagian atas dialirkan ke dalam tempat penampungan sementara.

Air yang sudah cukup bersih tersebut kemudian diumpankan ke dalam *sand filter*, yang bertujuan untuk menyaring kotoran yang tidak terendapkan pada proses sebelumnya. Setelah proses penyaringan di sand filter selesai, air kemudian ditampung di dalam dua buah tangki, yaitu :



- *Filtered Water Storage Tank*
- *Portable Water Storage Tank*
- Berfungsi menampung air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari di pabrik dan pemukiman.

### 1. *Filtered Water Storage Tank*

Berfungsi untuk menampung air yang digunakan untuk keperluan make up air pendingin, air hidrant, dan air umpan boiler. Agar memenuhi syarat sebagai air pendingin dan air umpan boiler maka *filtered water* pada *filtered water storage tank* harus mengalami treatment lebih lanjut.

Treatment tersebut adalah :

#### a. Unit Demineralisasi Air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ , dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan ketel (*Boiler Feed Water*).

Demineralisasi diperlukan karena air umpan boiler memerlukan syarat-syarat :

- Tidak menimbulkan kerak pada kondisi steam yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger*. Jika steam digunakan sebagai pemanas yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silica, hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi, bahkan bisa mengakibatkan boiler tidak beroperasi sama sekali.

- Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>

- Bebas dari zat yang menyebabkan foaming

Air yang diambil dari proses pemanasan biasanya menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi akibat adanya alkalinitas yang tinggi

Pengolahan air di unit demineralisasi , yaitu :

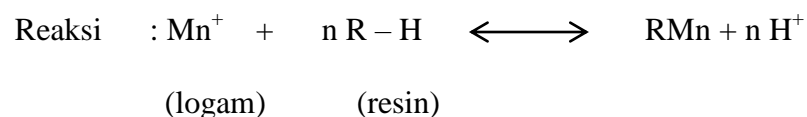
- *Activated carbon filter*

Air dari filtered water storage diumpankan ke karbon filter yang berfungsi untuk menghilangkan warna, bau dan zat-zat organik lainnya. Air yang keluar dari carbon filter diharapkan mempunyai pH sekitar 7,0 – 7,5.

- *Cation exchanger*

Selanjutnya air tersebut diumpankan ke dalam *cation exchanger* untuk menghilangkan kation - kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ditemui adalah Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> dan Al<sup>3+</sup>.

*Cation exchanger* merupakan silinder baja tegak yang berisi resin R-H, yaitu suatu polimer dengan rantai karbon R yang mengikat ion H<sup>+</sup>.



Ion  $Mn^{+}$  dalam operasi akan diganti oleh ion  $H^{+}$  dari resin  $R - H$  sehingga air yang dihasilkan bersifat asam dengan pH sekitar 3,2 – 3,3. Regenerasi dilakukan jika resin sudah berkurang kereaktifannya (jenuh), biasanya dilakukan pada selang waktu tertentu atau berdasarkan jumlah air yang telah melewati unit ini. Regenerasi ini dilakukan dengan asam sulfat dan dilakukan dalam tiga tahap, yaitu back wash atau cuci balik, dan regenerasi dengan menggunakan bahan kimia asam sulfat dan pembilasan dengan air demin. Reaksi yang terjadi pada proses regenerasi adalah kebalikan dari reaksi operasi, yaitu :



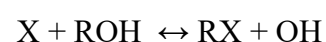
dan selanjutnya dikirim ke unit Demin Water Storage sebagai penyimpan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai air umpan boiler

- *Anion Resin Exchanger*

Air yang keluar dari kation exchanger kemudian diumpankan ke anion exchanger untuk menghilangkan anion – anion mineralnya. Kemudian jenis anion yang ditemukan adalah  $HCO_3^{-}$  ;  $SO^{-}$  ;  $Cl^{-}$  ;  $SiO^{-}$ .

*Anion exchanger* merupakan silinder tegak yang berisi resin  $R-OH$ .

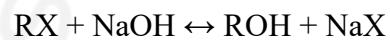
Reaksi yang terjadi pada unit ini adalah sebagai berikut :



Dimana: R : Resin

M : anion seperti  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{Cl}^-$

Pada saat operasi reaksi pengikatan anion, ion negatif X akan digantikan oleh OH dari resin ROH. Regenerasi dilakukan dengan menggunakan NaOH. Reaksi yang terjadi pada regenerasi adalah :



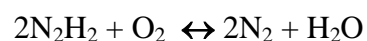
Air yang keluar dari unit ini diharapkan mempunyai pH 6,1 – 6,9 dan selanjutnya dikirim ke unit demineralisasi water storage sebagai penyimpan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai umpan ketel.

b. *Deaerator*

Air yang sudah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama oksigen dan karbondioksida. Gas-gas tersebut harus dihilangkan dari air karena dapat menimbulkan korosi. Gas-gas tersebut dihilangkan dalam suatu deaerator. Pada deaerator gas diturunkan sampai kadar 5 ppm. Deaerator beroperasi pada tekanan 6-8 atm dan suhu 413 K.

Ke dalam deaerator diinjeksikan zat-zat kimia sebagai berikut :

- Hidrazin yang berfungsi mengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut :



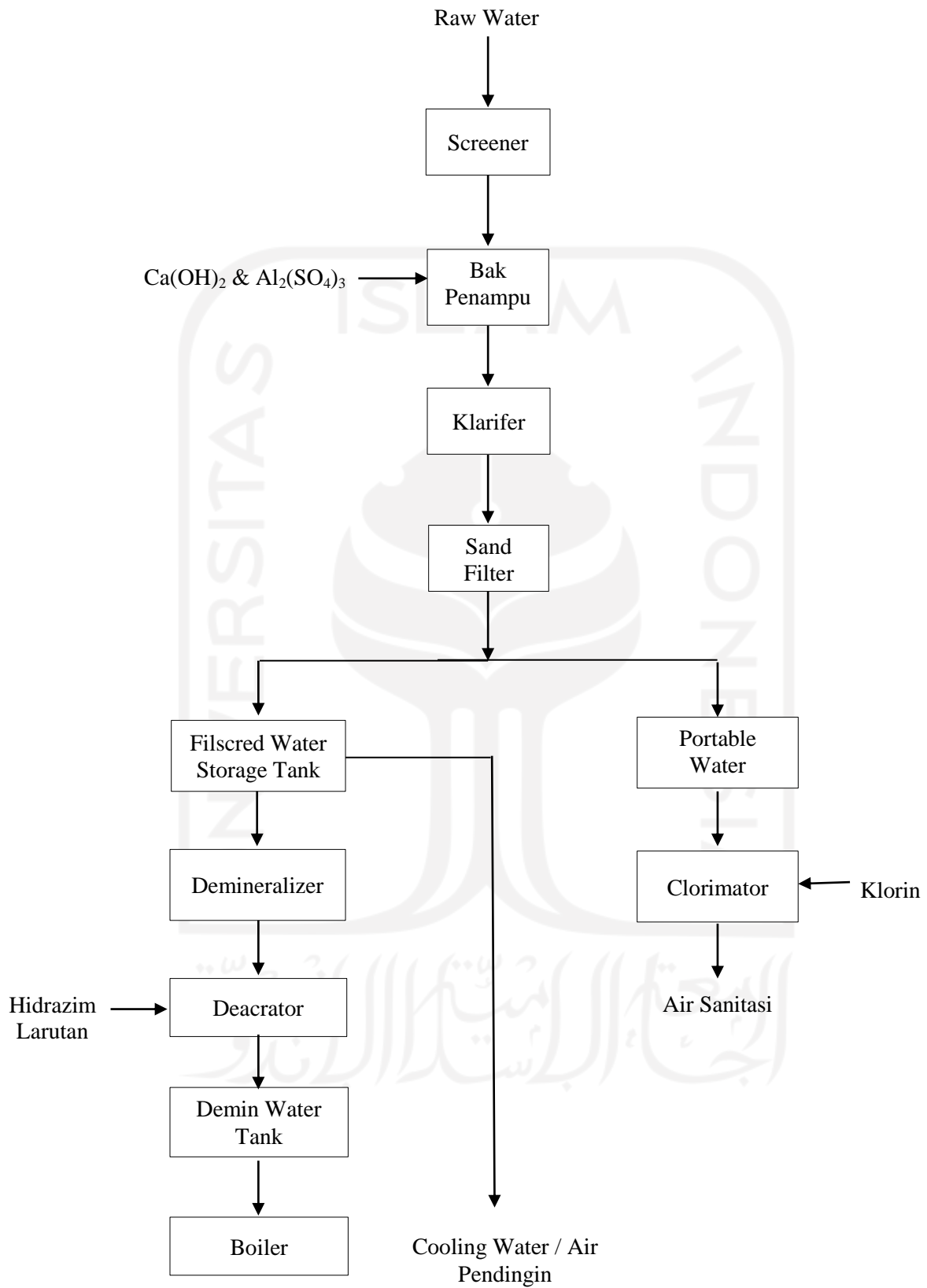
Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama-sama dengan gas lain dihilangkan melalui *stripping* dengan uap bertekanan rendah.

- Larutan ammonia yang berfungsi mengatur pH

Larutan ammonia ditambahkan untuk menjaga pH air yang keluar dari dearator pH-nya sekitar 7,0-7,5. Keluar dari dearator, ke dalam air umpan ketel kemudian diinjeksikan larutan fosfat ( $\text{Na}_3\text{PO}_4\text{H}_2\text{O}$ ) untuk mencegah terbentuknya kerak silika dan kalsium pada steam drum dan boiler tube. Sebelum diumpankan ke boiler air terlebih dahulu diberi dispersan untuk mencegah terjadinya penggumpalan atau pengendapan fosfat.

## 2. Portable Water Storage Tank

Berfungsi menampung air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari di pabrik dan pemukiman (air sanitasi). Untuk air sanitasi, air dipompakan ke tangki disinfektan kemudian didistribusikan ke seluruh pabrik. Proses ini bertujuan untuk membunuh kuman-kuman di dalam air dengan menambahkan  $\text{Cl}_2$  cair yang berfungsi sebagai disinfektan.



Gambar 4.1 Diagram Pengolahan Air

#### 4.6.1.3. Kebutuhan air

##### 1. Kebutuhan air pendingin

Kebutuhan air untuk pendingin dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.18 Kebutuhan air pendingin

No.	Kode	Nama Alat	Kebutuhan kg/jam)	Kebutuhan (m <sup>3</sup> /hr)
1	HE-01	Cooler	271117,210	6506,813
<b>Total</b>			<b>271117,210</b>	<b>6506,813</b>

Total kebutuhan air pendingin = 271117,210 kg/jam = 271,117 m<sup>3</sup>/jam = 6506,813 m<sup>3</sup>/hari. Perancangan dibuat *over design* 20%, maka kebutuhan air pendingin adalah 325340,652 kg/jam. Diperkirakan terjadi kehilangan sebesar 20 % karena blowdown dan penguapan sehingga total make up air perhari adalah 9955,424 kg/jam.

##### 2. Kebutuhan air perkantoran dan perumahan

Kebutuhan air perkantoran dan perumahan dapat diperkirakan sebagai berikut

- Air untuk karyawan kantor.

Menurut standar WHO kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100-120 liter/hari, kebutuhan air untuk karyawan adalah 4,167 kg/jam, sehingga untuk 180 orang diperlukan 18001,44 kg/hari atau 18 m<sup>3</sup>/hari.

- Air untuk perumahan.

Direncanakan perumahan karyawan dibangun sebanyak 20 rumah dengan masing-masing mess di isi sebanyak 20 orang. Maka kebutuhan air untuk perumahan diperkirakan 3333,32 kg/jam.

- Air untuk laboratorium, pembersihan, pertamanan dan lain-lain diperkirakan 600 kg/jam.

- Make up air umpan boiler

Kebutuhan make up air umpan boiler sebanyak 7,056 m<sup>3</sup>/hari

Tabel 4.19 Kebutuhan air total

No	Jenis	Kebutuhan air (Kg/jam)		
		Air Pendingin	Steam	Air Sanitasi
1	Melter	-	52042,337	-
2	Cooler	271117,210	-	-
3	Make-up air pendingin	9955,424	-	-
4	Karyawan Kantor	-	-	750,06
5	Perumahan	-	-	3333,32
6	Laboratorium, kebersihan, taman, dan lain-lain	-	-	600
<b>Total</b>		<b>281072,634</b>	<b>52042,337</b>	<b>4683,38</b>

Total kebutuhan air untuk semua unit adalah 337798,351 kg/jam = 8107,16 m<sup>3</sup>/hari. Diperkirakan terjadi loss sebesar 5 % sehingga make up air dari sumber air adalah 405,358 m<sup>3</sup>/hari.

#### 4.6.1.4. Unit Penyedia Steam

Steam yang digunakan pada perancangan pabrik melamin ini untuk memenuhi kebutuhan panas pada melter pelelehan urea. Steam ini diproduksi



dengan menggunakan boiler. Air sebagai umpan boiler diambil dari boiler feed water. Steam yang digunakan yaitu steam jenuh (saturated steam) pada suhu 170 °C. Kebutuhan steam pada data neraca panas yaitu 1405,648 kg/jam diletakkan sebanyak 10% untuk mencegah kemungkinan terjadinya kehilangan pada saat distribusi sehingga :

$$\text{Jumlah saturated steam yang dibutuhkan : } 1,1 \times 1405,648 \text{ kg/jam} = 1546,213 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kondensat yang kembali} = 90 \% \text{ dari steam yang dihasilkan}$$

$$= 90 \% \times 1546,213 \text{ kg/jam}$$

$$= \frac{1391,592 \text{ kg/jam}}{1 \text{ kg/lt}}$$

$$= 1391,592 \text{ lt/jam}$$

$$= 1,392 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Kondensat yang hilang} = \text{steam yang dihasilkan} - \text{kondensat yang kembali}$$

$$= (1546,213 - 1391,592) \text{ kg/jam}$$

$$= \frac{154,621 \text{ kg/jam}}{1 \text{ kg/lt}}$$

$$= 154,621 \text{ lt/jam}$$

$$= 0,155 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Blow down} = 10 \% \text{ dari kondensat yang kembali}$$

$$= 10\% \times 1391,592 \text{ kg/jam}$$

$$= 139,159 \text{ kg/jam}$$

$$= \frac{139,159 \text{ kg/jam}}{1 \text{ kg/lt}}$$

$$= 139,159 \text{ lt/jam}$$

$$= 0,139 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Make up air untuk boiler = kondensat yang hilang + blow down

$$= 154,621 + 139,159$$

$$= 293,78 \text{ kg/jam}$$

$$= 293,78 \text{ lt/jam}$$

$$= 0,294 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Umpan air masuk boiler = make up air + kondensat masuk boiler

$$= \text{make up air} + (\text{kondensat kembali} - \text{blow down})$$

$$= 293,78 + (1391,592 - 139,159)$$

$$= 1546,213 \text{ kg/jam}$$

$$= 1546,213 \text{ lt/jam}$$

$$= 1,546 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Prosentase umpan masuk boiler

$$\text{Kondensat} = \frac{1391,592 \text{ lt/jam}}{1546,213 \text{ lt/jam}} \times 100\% = 81,01 \%$$

$$\text{Make up} = \frac{293,78 \text{ lt/jam}}{1546,213 \text{ lt/jam}} \times 100\% = 18,99 \%$$

**a. Perhitungan Kapasitas Boiler**

Steam yang digunakan adalah :

Jenis : saturated steam

Suhu : 170 °C

Tekanan : 8 atm

Penentuan Kapasitas Boiler :

$$Q = ms \times (h - hf) \dots\dots\dots(\text{Severn, hal. 139})$$

Dalam hal ini :

Q = kapasitas boiler

ms = massa steam

h = entalpi steam keluar boiler (Btu/lb)

hf = entalpi steam masuk boiler (Btu/lb)

Kondensat yang kembali berada pada kondisi cair jenuh pada suhu 170 °C sedangkan make-up air berada pada kondisi cair jenuh 30 °C. dari steam tabel diperoleh :

$$H_{170}^{\circ\text{C}} = 719 \text{ kJ/kg} = 309,2 \text{ BTU/lb}$$

$$H_{30}^{\circ\text{C}} = 125,7 \text{ kJ/kg} = 50,04 \text{ BTU/lb}$$

Karena umpan yang masuk boiler terdiri dari 81,01% kondensat dan 18,99% make up, maka :

$$H_f = (0,1899 \times H_{\text{liq } 30}^{\circ\text{C}}) + (0,8101 \times H_{\text{liq } 170}^{\circ\text{C}})$$

$$H_f = (0,1899 \times 54,04) + (0,8101 \times 309,2)$$

$$= 260,745 \text{ Btu/lb}$$

Steam yang dihasilkan berupa uap jenuh pada suhu  $170^{\circ\text{C}}$ . Dari steam tabel diperoleh  $H_v_{170}^{\circ\text{C}} = 2.767,1 \text{ kJ/kg} = 1.189,6 \text{ BTU/lb}$ .

Jumlah steam yang dibutuhkan =  $1546,213 \text{ kg/jam} = 3408,816 \text{ lb/jam}$ .

Sehingga kapasitas boiler adalah :

$$Q = m_s \times (H_v - H_f)$$

$$Q = 3408,816 \text{ lb/jam} \times (1189,6 \text{ Btu/lb} - 260,745 \text{ Btu/lb})$$

$$= 3166295,786 \text{ Btu/jam}$$

#### b. Menentukan Luas Penampang Perpindahan Panas

Dari Severn hal.140, konversi panas menjadi daya adalah :

$$H_p = \frac{Q}{970,3 \times 34,5}$$

$$H_p = \frac{3166295,786}{970,3 \times 34,5}$$

$$= 94,586 \text{ Hp}$$

Dari Severn hal. 126 ditentukan luas bidang pemanasan adalah  $10 \text{ ft}^2/\text{HP}$ , sehingga total heating surface =  $945,586 \text{ ft}^2$

**c. Perhitungan Kebutuhan Bahan bakar**

Bahan bakar yang digunakan adalah Liquefied natural gas (LNG) untuk boiler dan untuk generator adalah solar dengan :

Net Heating Value :  $22446 \text{ Btu/lb}$

Density :  $0,485 \text{ lb/ft}^3$

Kebutuhan bahan bakar :

$$mf = \frac{Q}{\eta \times f}$$

Dimana :

$mf$  = massa bahan bakar yang dipakai,  $\text{lb/jam}$

$Q$  = kapasitas boiler,  $\text{Btu/jam}$

$\eta$  = efisiensi boiler

Dari figure 64 Severn hal 141 diperoleh harga  $\eta = 70\%$ .

$f$  = net heating value,  $\text{Btu/lb}$

$$mf = \frac{3166295,786}{0,7 \times 22446} = 201,518 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Volume bahan bakar} = \frac{201,518 \text{ lb/jam}}{0,485 \text{ lb/ft}^3} = 415,5 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

**d. Spesifikasi Boiler**

Tipe : Fire tube boiler

Jumlah : 2 buah

Bahan bakar : Liquefied natural gas (LNG)

Heat Surface : 945,586 ft<sup>2</sup>

**4.6.2. Unit Pembangkit Tenaga Listrik**

Kebutuhan tenaga listrik diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan dibackup dengan generator cadangan. Generator yang digunakan adalah generator bolak-balik dengan pertimbangan :

- Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
- Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan dengan trafo sesuai kebutuhan

Generator AC yang digunakan adalah jenis 3 phase yang memiliki keuntungan :

- Tegangan listrik stabil
- Daya kerja lebih besar
- Kawat penghantar lebih sedikit
- Motor yang digunakan relatif murah dan sederhana

**4.6.2.1. Kebutuhan Listrik**

Kebutuhan listrik pabrik meliputi :

1. Keperluan Proses dan pengolahan air

Tabel 4.20 Kebutuhan listrik untuk proses

No.	Jenis Alat	HP
1	P-01	1,157
2	P-02	1,097
4	BL-01	5,605
5	C-01	61,692
6	BE-01	3,299
<b>Total</b>		<b>72,85</b>

Power yang dibutuhkan = 72,85 HP x 0,746 KW = 54,346 KW.

Tabel 4.21 Kebutuhan listrik untuk pengolahan air

Kode	Fungsi Alat	HP
PU-01	Mengalirkan air dari sungai menuju <i>screening</i>	6,7786
PU-02	Mengalirkan air dari <i>screening</i> menuju bak pengendap	11,0192
PU-03	Mengalirkan air dari Bak pengendap menuju Bak Koagulasi dan Flokulasi	12,8726
PU-04	Mengalirkan air dari Tangki Alum menuju ke Bak Koagulasi dan Flokulasi	0,0462
PU-05	Mengalirkan air dari Bak Koagulasi dan Flokulasi menuju ke Bak Pengendap I	7,9124
PU-06	Mengalirkan air dari bak pengendap I menuju bak pengendap II	7,4928
PU-07	Mengalirkan air dari bak pengendap II menuju ke sand filter	7,1700
PU-08	Mengalirkan air dari sand filter menuju ke bak Penampung Sementara	8,8663
PU-09	Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara menuju	6,8250

	ke area kebutuhan air	
PU-10	Mengalirkan Kaporit dari Tangki Kaporit menuju Tangki Klorinasi	0,0002
PU-11	Mengalirkan air dari tangki klorinasi ke tangki air bersih	0,1843
PU-12	Mengalirkan air dari Tangki air bersih menuju area domestik	0,2422
PU-13	Mengalirkan air dari Tangki air servis Menuju ke Tangki Air bertekanan	0,2165
PU-14	Mengalirkan air dari tangki air bertekanan menuju ke area kebutuhan servis	0,2823
PU-15	Mengalirkan air dari bak air dingin menuju ke Cooling tower	5,4806
PU-16	Mengalirkan air dari cooling tower menuju recycle dari bak air dingin	7,1596
PU-17	Mengalirkan air dari tangki penampung Nacl ke mixed bed	21,1471
PU-18	Mengalirkan air dari mixed bed menuju ke Tangki air Demin	2,5511
PU-19	Mengalirkan air dari tangki air demin menuju ke Tangki Deaerator	1,3946
PU-20	Mengalirkan Larutan Hydrazine dari tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ke tangki deaerator	0,0860
PU-21	Pompa dari tangki deaerator menuju <i>Boiler</i>	1,3946
	Bak Penggumpalan (koagulasi dan flokulasi)	2
	Blower Cooling Tower	5
	Kompresor	5
<b>Jumlah</b>	<b>119,728</b>	

Power yang dibutuhkan = 119,728 HP x 0,746 KW

= 89,3169 KW



## 2. Keperluan Penerangan dan Kantor

Tabel 4.22 Kebutuhan Listrik untuk penerangan

No	Penggunaan Lahan	Luas (m <sup>2</sup> )	@ W/m <sup>2</sup>	Jumlah Lampu	Watt
1	Pos keamanan	50	40 W/35 m <sup>2</sup>	2	80
2	Ruang kontrol	500	40W/25 m <sup>2</sup>	20	800
3	Gudang	1200	40W/50 m <sup>2</sup>	24	960
4	Kantor	500	40W/30 m <sup>2</sup>	17	680
5	Musholla	400	40W/50 m <sup>2</sup>	8	320
6	Kantin	300	40W/40 m <sup>2</sup>	8	320
7	Poliklinik	250	40W/30 m <sup>2</sup>	8	320
8	Laboratorium	300	40W/25 m <sup>2</sup>	12	480
9	Bengkel	200	40W/40 m <sup>2</sup>	5	200
10	Perpustakaan	250	40W/40 m <sup>2</sup>	6	240
11	Daerah proses *	7000	100W/100m <sup>2</sup>	70	7000
12	Daerah utilitas *	2000	100W/100m <sup>2</sup>	20	2000
13	K-3 & Fire Safety	200	40W/30 m <sup>2</sup>	7	280
14	Unit pengolahan limbah *	1500	100w/100m <sup>2</sup>	15	1500
15	Area pengembangan *	3000	100W/1000m <sup>2</sup>	3	300
16	Tempat parkir *	800	100W/100 m <sup>2</sup>	8	800
17	Taman *	600	100W/200 m <sup>2</sup>	3	300
	<b>Total</b>			<b>236</b>	<b>16580</b>

Keterangan : \* area diluar ruangan

Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu TL 40 watt. Jumlah lampu adalah 119 buah, total daya =  $119 \times 40 \text{ watt} = 4760 \text{ watt}$ . Untuk halaman, jalan, tempat parkir, tempat proses dan daerah perluasan digunakan lampu Mercury 100 W. Jumlah lampu adalah 117 buah, total daya =  $117 \times 100 \text{ watt} = 11700 \text{ Watt}$ .

Total daya penerangan =  $4760 + 11700 = 16.460 \text{ Watt}$

= 16,46 kW

Listrik untuk AC diperkirakan sebesar  $13981,8750 \text{ watt} = 14 \text{ kW}$

3. Keperluan laboratorium dan Bengkel

Listrik untuk laboratorium dan bengkel diperkirakan sebesar  $43052,00 \text{ watt} = 43 \text{ kW}$ .

4. Listrik untuk instrumentasi dan pemeliharaan diperkirakan sebesar 25 kW

Tabel 4.23 Total Kebutuhan Listrik

No.	Jenis	Kebutuhan Listrik (kW)
1	Proses	54,346
2	Pengolahan air	89,3169
3	Penerangan	16,46
4	AC	14
5	Lab. & Instrumentasi	43
6	Instrumentasi dan Pemeliharaan	30
<b>Total</b>		<b>246,903</b>

#### 4.6.2.2. Generator

Digunakan generator dengan efisiensi 80 %, maka input generator dapat dihitung :

$$\begin{aligned} P &= 246,903 \text{ kW} / 0,8 \\ &= 308,6288 \text{ kW} \end{aligned}$$

Ditetapkan input generator = 350 kW, sehingga untuk keperluan lain masih tersedia = 41,37 kW.

Spesifikasi generator :

Tipe : AC Generator

Kapasitas : 350 kW

Tegangan : 400/230 V

Efisiensi : 80 %

Frekuensi : 50 Hz

Bahan bakar : solar

#### 4.6.3. Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit penyedia bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada generator dan boiler.

- a. Untuk menjalankan generator listrik dibutuhkan bahan bakar dengan spesifikasi :

Jenis : solar

Net Heating Value : 19676 Btu/lb = 45766,3760 KJ/kg

Density : 3167 gr/gal

Kapasitas generator yang digunakan adalah 350 kW = 1.260.000 KJ/jam.

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = \frac{1260000}{0,8 \times 45766,3760} = 34,414 \text{ Kg/jam}$$

Tabel 4.24 Total Kebutuhan Bahan Bakar

No.	Jenis	Kebutuhan bahan bakar (kg/jam)
1	Generator	34,414
<b>Total</b>		34,414

Jadi jumlah kebutuhan bahan bakar total adalah 34,414 kg/jam x 24 jam/hari = 825,934 kg/hari.

- b. Untuk boiler

Bahan bakar yang digunakan adalah Liquefied natural gas (LNG). Dari perhitungan diperlukan bahan bakar untuk boiler sebanyak 415,5 ft<sup>3</sup>/ jam.

#### 4.6.4. Unit Penyedia Lelehan Garam

Unit penyedia garam bertujuan untuk memenuhi kebutuhan lelehan garam yang digunakan untuk memanaskan reaktor sampai mencapai kondisi operasi.

Garam yang digunakan terdiri dari 55%  $\text{KNO}_3$  dan 45%  $\text{NaNO}_2$ . Dari neraca panas didapat kebutuhan lelehan garam sebanyak = 508812,583 kg/jam.

#### 4.6.5. Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan sangat diperlukan dalam berbagai proses, terutama untuk fasilitas instrumentasi dan udara pabrik di peralatan proses, seperti untuk menggerakkan control valve serta untuk pembersihan peralatan pabrik.

Peralatan utama pada unit ini adalah :

- a. IA/PA Compressor
- b. IA/PA Reservoir
- c. Filter Air
- d. Instrumer Air Dryer

Udara tekan disuplai dari IA/PA Compressor dengan jenis screw dan tipe package. Udara dari IA/PA reservoir dibagi menjadi dua, yaitu untuk kebutuhan plant dan instrumen. Udara untuk kebutuhan instrumen terlebih dahulu disaring pada filter yang berbentuk package, lalu dikeringkan. Hal ini dilakukan karena udara kering tidak boleh mengandung air. Media pada dryer dapat berupa activated alumina atau silica gel. Udara yang keluar dari dryer disaring dengan dust filter untuk menghilangkan kotoran yang mungkin terbawa, kemudian ditampung dalam IA reservoir dan disalurkan untuk kebutuhan instrumen. Salah satu penggunaannya adalah sebagai transmisi pneumatic untuk instrumen kontrol. Sedangkan untuk kebutuhan plant air, udara terlebih dahulu masuk ke filter pada screw compressor untuk kemudian dikompresi.

Pada perancangan Pabrik Kimia melamine dengan kapasitas 50.000 ton/tahun udara tekan yang digunakan adalah sebesar  $22,837 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dari data perhitungan didapatkan untuk kebutuhan udara tekan sebesar  $15,419 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### 4.6.6. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik melamin diklasifikasikan dalam bentuk cair dan padat.

##### A. Limbah cair

###### a. Limbah Sanitasi

Limbah sanitasi pembuangan air yang sudah terpakai untuk keperluan kantor dan pabrik lainnya seperti pencucian, air masak dan lain-lain. Penanganan limbah ini tidak memerlukan penanganan khusus karena seperti limbah rumah tangga lainnya, air buangan ini tidak mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya. Yang perlu diperhatikan disini adalah volume buangan yang diijinkan dan kemana pembuangan air limbah ini.

###### b. Air berminyak

Air berminyak berasal dari buangan pelumas pada pompa kompresor dan alat-alat lain. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak di bagian atas dialirkan ke tungku pembakar, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampungan terakhir kemudian dibuang.

c. Air sisa regenerasi

Air sisa regenerasi dari unit demineralisasi mengandung  $H_2SO_4$  yang kemudian dinetralkan dalam kolam netralisasi hingga pH mencapai sekitar 6,5 – 7, serta mengandung  $O_2$  minimal 3 ppm.

d. Air Limbah Laboratorium dan Limbah Cair dari Proses

Secara umum air limbah yang berasal dari setiap kegiatan di pabrik melamin ini harus diolah agar dapat dibuang ke lingkungan dengan kisaran parameter air yang sesuai dengan peraturan pemerintah, yaitu:

- COD : maks. 100 mg/l
- BOD : maks. 20 mg/l
- TSS : maks. 80 mg/l
- Oil : maks. 5 mg/l
- pH : 6,5 – 8,5

Adapun langkah-langkah proses waste water treatment adalah sebagai

berikut :

1. *Oil separator*

Limbah cair dialirkan dalam air separator untuk memisahkan limbah dari minyak secara fisika berdasarkan perbedaan berat jenis. Minyak akan dialirkan dalam oil tank dan jika penuh akan dibuang dan kemudian dibakar. Sedangkan limbah yang tidak mengandung

limbah yang tidak mengandung minyak dialirkan kedalam bak ekualisasi.

#### 2. *Ekualisasi*

Limbah yang telah dipisahkan dari minyak dialirkan kedalam bak ekualisasi dan dicampur agar homogen untuk mengekualisasi beban pengolahan limbah pada tahap selanjutnya.

#### 3. *Netralisasi*

Sebelum menuju tahap pengolahan limbah selanjutnya, limbah harus berada pada kondisi pH netral agar padatan dalam limbah bisa diendapkan pada tahap berikutnya yaitu tahap flokulasi dan koagulasi. Apabila kondisi pH asam maka ditambahkan NaOH, sebaliknya apabila kondisi pH basa maka ditambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Penambahan zat penetral ini dilakukan secara otomatis oleh dozing pump yang telah dilengkapi dengan indikator.

#### 4. *Koagulasi dan Flokulasi*

Pada tahap ini, dilakukan penambahan Poli Aluminium Chloride (PAC) dan Poli Electralic Aionic (PEA) yang berfungsi untuk membentuk flok – flok berukuran besar. Selanjutnya disertai dengan pengadukan yang sangat lambat.

#### 5. *Sedimentasi*

Sedimentasi berfungsi untuk memisahkan limbah cair dari padatan – padatan yang terkandung didalamnya. Flok – flok yang terbentuk pada limbah karena penambahan flokulan dipisahkan secara gravitasi



dengan mengendapkannya pada bak sedimentasi. Endapan yang terbentuk dikirimkan ke Drying Bed untuk dikeringkan.

#### 6. *Filtrasi.*

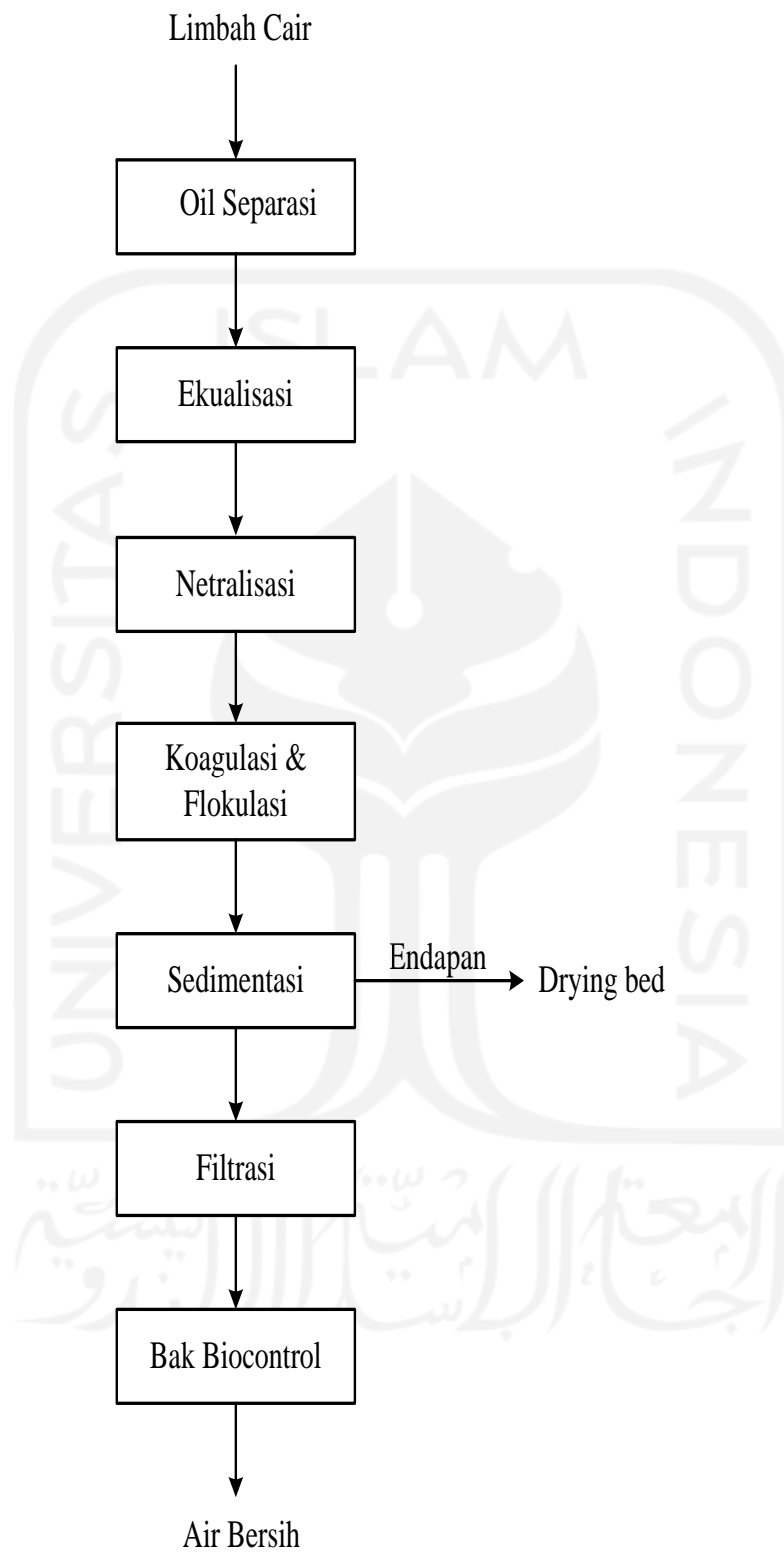
Tahap ini berfungsi untuk memisahkan cairan dari padatan – padatan seperti pasir dan padatan – padatan yang belum mengendap pada bak sedimentasi.

#### 7. *Bak Biocontrol*

Bak ini digunakan untuk mengontrol keberhasilan pengolahan limbah yang telah dilakukan. Bak ini diisi dengan makhluk hidup sebagai indikator, biasanya diisi dengan ikan. Apabila ikan tersebut bisa hidup dengan baik maka pengolahan limbah dikatakan berhasil.

### **B. Limbah padat**

Berupa lumpur/pasir yang dihasilkan dari unit pengolahan air dimanfaatkan sebagai penimbun yang sebelumnya diturunkan kadar airnya. Sedang limbah padat dari toilet diolah di septic tank dan dikirim ke perusahaan pengelola limbah lanjut.



Gambar 4.2 Diagram Alir Waste Water Treatment

#### 4.6.7. Laboratorium

Keberadaan laboratorium dalam suatu pabrik sangat penting untuk mengendalikan mutu hasil produksi. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku, analisa proses dan analisa kualitas produk. Program kerja laboratorium secara umum meliputi :

1. Menganalisa bahan baku dan bahan penunjang yang akan digunakan
2. Menganalisa produk yang akan dipasarkan
3. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi
4. Memeriksa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik

##### 4.6.7.1. Program Kerja Laboratorium

Untuk mengendalikan kualitas produk pabrik melamin ini, maka perlu dilakukan pengujian mutu produk yang optimal. Adapun analisa pada proses pembuatan melamin adalah sebagai berikut :

- Analisa bahan baku berupa Urea, Amonia dan CO<sub>2</sub>, yang meliputi : analisa komposisi, viskositas, specific gravity.
- Analisa bahan dalam aliran proses, meliputi : analisis komposisi bahan.
- Analisa terhadap produk utama Melamin yang meliputi analisa kadar air, specific gravity.

Sedangkan analisa di unit utilitas meliputi :

- Analisa boiled feed water, meliputi analisa *Dissolved Oxygen*, pH, *hardness*, *total solid*, *suspended solid*, serta *oil* dan *organic matter*.
- Analisa air sanitasi, meliputi pH, suhu, kebasaaan, zat padat terlarut.

- Analisa penukar ion, meliputi kesadahan  $\text{CaCO}_3$ , silikat sebagai  $\text{SiO}_2$
- Analisa air minum meliputi analisa pH, chlor sisa dan kekeruhan. Sehingga memenuhi standar baku mutu air minum.

Dalam melaksanakan program kerjanya, laboratorium dibagi menjadi 3 bagian :

a. Laboratorium Pengamatan

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

b. Laboratorium Analisa

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

c. Laboratorium Penelitian, Pengembangan dan Lingkungan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material terkait dalam proses untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal

yang baru untuk keperluan pengembangan dan senantiasa melakukan penelitian terhadap kondisi lingkungan.

#### **4.6.7.2. Alat-alat utama Laboratorium**

Alat-alat utama yang digunakan dalam laboratorium terdiri atas :

1. Gas Chromatograph

Digunakan untuk menentukan komposisi dalam gas, seperti ammonia, karbondioksida dan sebagainya

2. Water Content Tester

Digunakan untuk menentukan kadar air dalam produk

3. pH meter

Digunakan untuk mengetahui derajat keasaman larutan

4. Spektrofotometer

Digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu senyawa yang terlarut dalam air

5. Hidrometer

Digunakan untuk mengukur specific gravity

6. Turbidity meter

Digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air

#### **4.7. Organisasi Perusahaan**

##### **4.7.1. Bentuk Perusahaan**

Perusahaan adalah suatu unit kegiatan ekonomi yang diorganisasikan dan dioperasikan untuk menyediakan barang dan jasa bagi konsumen agar

memperoleh keuntungan. Bila dilihat dari tanggung jawab pemiliknya maka perusahaan/badan usaha dapat dibedakan yaitu:

#### 1. Perusahaan Perseorangan

Yaitu badan usaha yang didirikan, dimiliki dan dimodali oleh satu orang. Pemilik juga bertindak sebagai pemimpin. Pemilik bertanggung jawab penuh atas segala hutang/kewajiban perusahaan dengan seluruh hartanya, baik yang ditanamkan pada perusahaan maupun harta pribadinya.

#### 2. Perusahaan firma

Yaitu badan usaha yang didirikan dan dimiliki oleh beberapa orang dengan memakai satu nama (salah seorang anggota atau nama lain) untuk kepentingan bersama. Semua anggota firma bertindak sebagai pemimpin perusahaan dan bertanggung jawab atas segala kewajiban/hutang firma dengan seluruh hartanya, baik harta yang ditanamkan pada perusahaan maupun harta pribadinya.

#### 3. Perusahaan Komanditer

Yaitu badan usaha yang didirikan oleh dua orang atau lebih dimana sebagian anggotanya duduk sebagai anggota aktif dan sebagian yang lain sebagai anggota pasif. Anggota aktif yaitu yang bertugas mengurus, mengelola dan bertanggung jawab atas maju mundurnya perusahaan. Anggota aktif bertanggung jawab penuh atas kewajiban perusahaan dengan seluruh harta bendanya, baik yang ditanamkan pada perusahaan

maupun harta pribadinya. Sedangkan anggota pasif yaitu anggota yang hanya berperan memasukkan modalnya ke perusahaan .

#### 4. Perseroan Terbatas (PT)

Yaitu badan usaha yang modalnya didapatkan dari penjualan saham. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan. Setiap pemegang saham memiliki tanggung jawab pada sejumlah modal yang ditanamkan pada perusahaan dan setiap pemegang saham adalah pemilik perusahaan. Bentuk perusahaan yang direncanakan pada prarancangan pabrik Melamin ini adalah

- Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- Lapangan Usaha : Industri Melamin
- Lokasi Perusahaan : Cikampek, Jawa Barat

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah didasarkan atas beberapa faktor, sebagai berikut :

1. Kemudahan mendapatkan modal. Penjualan saham merupakan sumber pendapatan modal yang besar dan mudah dilaksanakan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah manajer beserta staffnya yang diawasi oleh Dewan Komisaris.

4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, manajer beserta staffnya dan karyawan perusahaan.
5. Kepemilikan dapat berganti-ganti dengan jalan memindahkan hak milik dengan cara menjual saham kepada orang lain.
6. Efisiensi dari manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai Dewan Komisaris dan manajer yang cakap dan berpengalaman.
7. Mudah mendapatkan tambahan modal dengan jaminan perusahaan yang ada untuk memperluas volume usaha.
8. Lapangan usaha lebih luas. Suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

#### **4.7.2. Struktur Organisasi**

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan dalam perusahaan tersebut. Hal ini berhubungan dengan komunikasi dalam perusahaan yang akan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang dan lain-lain.
2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
3. Penempatan pegawai yang tepat.



4. Memudahkan penyusunan program dan pengembangan manajemen.
5. Memudahkan pengaturan kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang terbukti kurang lancar.

Terdapat beberapa macam struktur organisasi antara lain :

- **Struktur organisasi lini**

Didalam struktur lini biasanya paling sedikit mempunyai tiga fungsi dasar yaitu produksi, pemasaran dan keuangan. Fungsi ini tersusun dalam suatu organisasi dimana rantai perintah jelas dan mengalir ke bawah melalui tingkatan-tingkatan manajerial. Individu-individu dalam departemen-departemen melaksanakan kegiatan utama perusahaan. Setiap orang mempunyai hubungan pelaporan hanya dengan satu atasan, sehingga ada kesatuan perintah.

- **Struktur organisasi fungsional**

Staff fungsional memiliki hubungan terkuat dengan saluran-saluran lini. Bila dilimpahkan wewenang fungsional oleh manajemen puncak, seorang staff fungsional mempunyai hak memerintah satuan lini sesuai kegiatan fungsional.

- **Struktur organisasi *line and staff***

Staff merupakan individu atau kelompok dalam struktur organisasi yang fungsi utamanya memberikan saran dan pelayanan kepada fungsi lini. Karyawan staff tidak secara langsung terlibat dalam kegiatan utama organisasi, posisi staff ditambahkan untuk memberikan saran dan

pelayanan departemen lini dan membantu mencapai tujuan organisasi dengan lebih efektif.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang baik sesuai dengan karakter perusahaan yang bersangkutan, 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 pada azas-azas di atas, struktur organisasi yang paling baik untuk digunakan adalah sistem *line and staff* . Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebalikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional. Sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab kepada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk Staff Ahli memberi bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada 2 (dua) kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staff ini, yaitu :

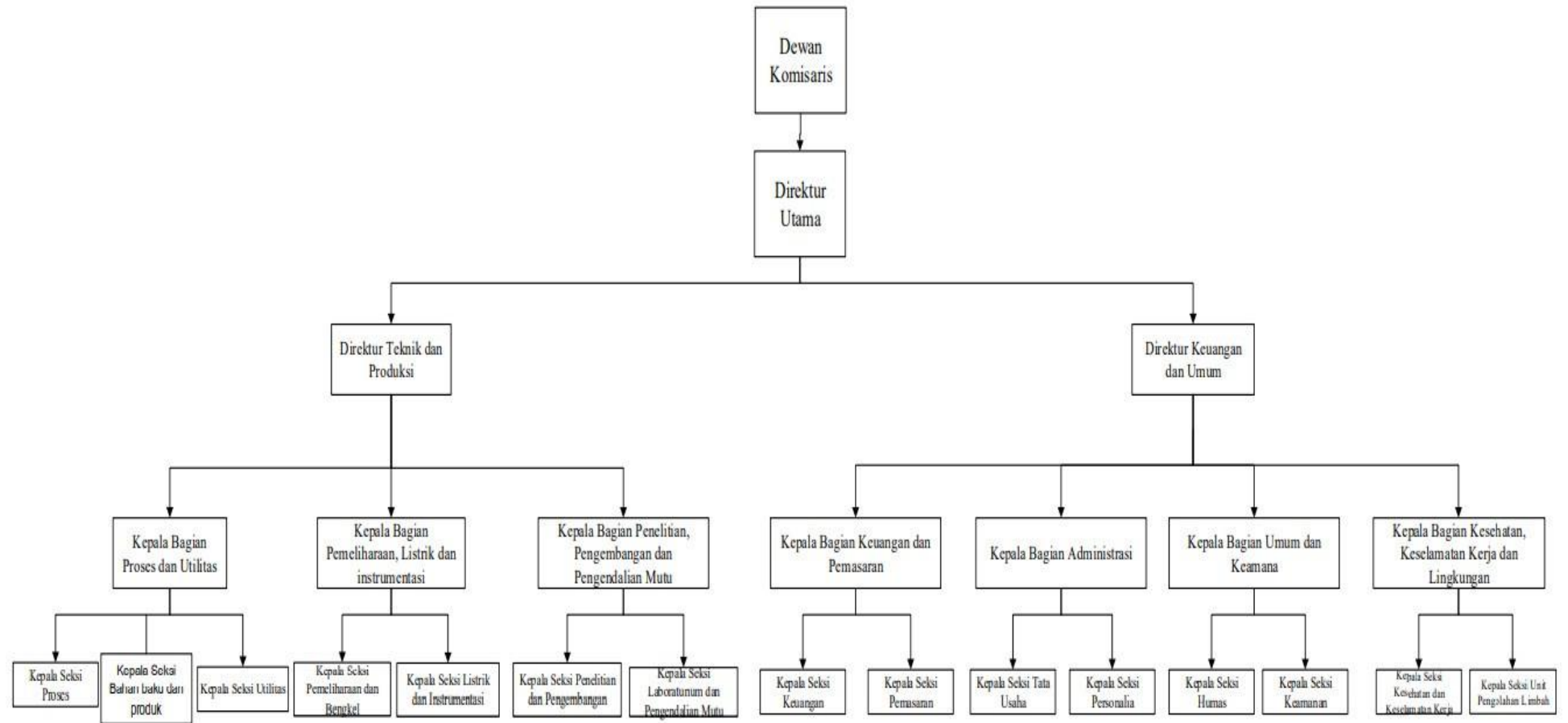
- a. Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

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

Kebaikan organisasi garis dan staff adalah :

- Adanya pembagian tugas yang jelas antara kelompok lini yang melaksanakan tugas pokok dan kelompok staff yang melaksanakan tugas penunjang.
- Bakat yang berbeda-beda dari anggota organisasi dapat berkembang menjadi spesialisasi.
- Koordinasi mudah dijalankan dalam setiap kelompok kerja golongan karyawan.
- Disiplin serta moral biasanya tinggi karena tugas yang dilaksanakan seseorang biasanya sesuai dengan bakat, pendidikan dan pengalaman.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam melaksanakan tugas sehari-harinya diwakili oleh dewan komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh manajer perusahaan beserta bawahannya. Bagan dan struktur organisasi dapat dilihat pada gambar :



Gambar 4.10 Struktur Organisasi

### **4.7.3. Tugas dan wewenang**

#### **4.7.3.1. Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah orang yang memberikan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut dengan cara membeli saham perusahaan. Sehingga bisa dikatakan, para pemilik saham adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham.

Tugas dan wewenang pemegang saham meliputi :

- Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.
- Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- Mengangkat dan memberhentikan Manager
- Mengadakan rapat umum sedikitnya setahun sekali.

#### **4.7.3.2. 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 :

- Menilai dan menyetujui rencana Manager tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
- Mengangkat dan memberhentikan serta melakukan pengawasan terhadap Manager.

- Menolak dan menyetujui rencana Manager.
- Mempertanggungjawabkan perusahaan kepada pemegang saham.

#### **4.7.3.3. Manager Utama**

Manager Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan ini dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan kepada dewan komisaris. Tugas Manager Utama antara lain melaksanakan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya kepada pemegang saham pada akhir masa jabatannya, menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan, mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham, dan mengkoordinir kerja sama antar kepala bagian.

#### **4.7.3.4 Manager Teknik dan Produksi**

Manager Teknik dan produksi bertanggung jawab pada Manager utama dalam bidang produksi dan teknik serta mengkoordinasi dan mengawasi kerja dari kepala bagian yang menjadi bawahannya.

#### **4.7.3.5 Manager Keuangan dan Umum**

Manager keuangan dan umum bertanggung jawab dalam bidang umum, keuangan dan pemasaran serta mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dari kepala bagian yang menjadi bawahannya.

#### **4.7.3.6. Staff Ahli**

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Manager dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Tugas dan wewenang staf ahli antara lain memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan, mengadakan evaluasi bidang teknik , ekonomi perusahaan dan hukum.

#### **4.7.3.7. Kepala bagian**

Kepala bagian merupakan pimpinan dari kepala seksi dan bertanggung jawab kepada Manager. Ada lima kepala bagian yaitu kepala bagian produksi , kepala bagian teknik, kepala bagian pemasaran, kepala bagian keuangan dan kepala bagian umum.

##### **A. Kepala Bagian Produksi**

Bertanggung jawab kepada Manager Produksi, yang membawahi :

- Seksi Proses, bertugas mengawasi jalannya proses dan produksi serta menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh unit yang berwenang.
- Seksi Pengendalian, bertugas menangani hal – hal yang mengancam keselamatan kerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.
- Seksi Laboratorium, bertugas mengawasi dan menganalisa bahan dalam proses maupun limbah.

##### **B. Kepala Bagian Teknik**

Bertanggung jawab kepada Manager Produksi, yang membawahi :

- Seksi Pemeliharaan, bertugas memelihara fasilitas gedung dan peralatan listrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.
- Seksi Utilitas, bertugas melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses.

### **C. Kepala Bagian Pemasaran**

Bertanggung jawab kepada Manager Keuangan dan Umum, yang membawahi:

- Seksi Pembelian, bertugas membeli barang dan peralatan yang dibutuhkan, mengetahui harga dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat pabrik.
- Seksi Pemasaran, bertugas merencanakan strategi penjualan hasil produksi serta mengatur pendistribusian barang dari gudang.

### **D. Kepala Bagian Keuangan**

Bertanggung jawab kepada Manager Keuangan dan Umum, yang membawahi:

- Seksi Administrasi, bertugas menyelenggarakan administrasi, inventarisasi kantor dan pembukuan serta masalah perpajakan.
- Seksi Kas, bertugas membuat laporan keuangan, melakukan prediksi tentang keuangan perusahaan untuk masa depan serta menghitung penggunaan uang perusahaan dan gaji karyawan.



### **E. Kepala Bagian Umum**

Bertanggung jawab kepada Manager Keuangan dan Umum, yang membawahi:

- Seksi Personalia, bertugas menerapkan hal – hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan dan menerapkan disiplin kerja.
- Seksi Humas, bertugas mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat luas.
- Seksi Keamanan, bertugas menjaga semua keamanan pabrik dan fasilitas perusahaan, mengawasi keluar masuknya orang – orang baik karyawan maupun orang lain dari lingkungan perusahaan, menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

#### **4.7.3.8. Kepala Seksi**

Merupakan pelaksana pekerjaan dalam bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing – masing supaya diperoleh hasil yang maksimal dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Secara umum tugas kepala seksi adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala seksi ini bertanggung jawab kepada kepala bagian.

#### 4.7.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada Pabrik Melamin ini sistem gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut:

1. Karyawan tetap

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

2. Karyawan harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan borongan

Karyawan yang di karyakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk pekerjaannya

Sistem gaji di perusahaan dibagi menjadi 3 kelompok

1. Gaji Bulanan

Diberikan kepada pegawai tetap, besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap.

3. Gaji lembur

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

#### 4.7.4.1. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik Melamin ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam satu tahun dan 24 jam dalam satu hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan dan shut down . Pembagian jam kerja digolongkan dalam dua golongan , yaitu karyawan shift dan non shift .Untuk karyawan non shift bekerja selama 5 hari dalam satu minggu sedangkan untuk karyawan shift jam kerjanya mengikuti jadwal yang sudah ditentukan.

- Karyawan non- shift

Karyawan non shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan non shift adalah manajer, staff ahli, kepala bagian, kepala seksi serta karyawan pembelian, pemasaran, administrasi, keuangan, humas, personalia. Karyawan non shift ini bekerja 40 jam per minggu

- Karyawan shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan keamanan dan kelancaran proses produksi. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, bagian keamanan pabrik. Para karyawan ini bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan shift di bagi menjadi tiga shift dengan pengaturan sebagai berikut:

## a. Karyawan Operasi

Shift Pagi : 07.00 –15.00

Shift Siang : 15.00 –23.00

Shift Malam : 23.00- 07.00

## b. Karyawan Keamanan

Shift Pagi : 06.00 –14.00

Shift Siang : 14.00 –22.00

Shift Malam : 22.00- 06.00

Untuk karyawan shift ini dibagi dalam 4 regu dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran kerja 3 shift dengan pembagian 2 hari shift pagi, 2 hari shift siang, 2 hari shift malam dan 2 hari libur tiap-tiap regu dan masuk lagi untuk shift berikutnya.

Jadwal kerja untuk setiap regu adalah sebagai berikut:

Tabel 4.25 Jadwal Kerja untuk Setiap Regu

Hari Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L
2	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P
3	M	M	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S
4	L	L	P	P	S	S	M	M	L	L	P	P	S	S	M

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 absensi dan masalah absensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam pengembangan karier para karyawan dalam perusahaan.

#### 4.7.5. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

##### 4.7.5.1. Penggolongan Jabatan

Tabel 4.26 Penggolongan Jabatan

No	Jabatan	Prasyarat
1	Manager Utama	Sarjana semua jurusan
2	Manager Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
3	Manager Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4	Kabag. Produksi dan Teknik	Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
5	Kabag. Pengendali Mutu	Sarjana Teknik Kimia
6	Kabag. Pembelian dan pemasaran	Sarjana Ekonomi
7	Kabag Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi/FISIP/Hukum
8	Staff Ahli	Sarjana Teknik Kimia/Ekonomi/Hukum
9	Kepala seksi Proses	Sarjana Teknik Kimia
10	Kepala seksi Pengendalian	Sarjana Teknik Kimia/Elektro
11	Kepala seksi Laboratorium	Sarjana/Diploma III Teknik Kimia
12	Kepala seksi Pemeliharaan	Sarjana/Diploma III Teknik Mesin
13	Kepala seksi Utilitas	Sarjana Teknik Elektro
14	Kepala seksi Pembelian	Sarjana/Diploma III Ekonomi

15	Kepala seksi Pemasaran	Sarjana Ekonomi
16	Kepala seksi Kas	Sarjana Ekonomi
17	Kepala seksi Administrasi	Sarjana/DiplomaIII kesekretariatan
18	Kepala seksi Personalia	Sarjana Ekonomi
19	Kepala seksi Humas	Sarjana/Diploma III FISIP/Hukum
20	Kepala seksi Keamanan	Satuan pengaman
21	Foreman	Diploma III
22	Operator dan karyawan	SMK / SLTA
23	Sekretaris	Akademi Sekretaris / Diploma III
24	Sopir,pesuruh,cleaning service	SD / SMP / SMU
25	Medis ; Paramedis	Dokter ; Akademi Keperawatan

#### 4.7.5.2.Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah karyawan harus ditentukan dengan tepat dengan cara menghitung jumlah karyawan proses berdasarkan jumlah peralatan dan jumlah karyawan proses per unit per regu, dan rincian karyawan yang lain ditentukan, sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselenggarakan dengan baik dan efektif.

Tabel 4.27 Jumlah karyawan menurut jabatan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
1	Direktur Utama	1	35.000.000	35.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	25.000.000	25.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	25.000.000	25.000.000
4	Staff Ahli	1	18.000.000	18.000.000
5	Ka Bag. Produksi	1	18.000.000	18.000.000
6	Ka Bag. Teknik	1	18.000.000	18.000.000
7	Ka Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	18.000.000	18.000.000
8	Ka Bag. Administrasi dan Umum	1	18.000.000	18.000.000

9	Ka Bag. Litbang	1	18.000.000	18.000.000
10	Ka Bag. Humas dan Keamanan	1	18.000.000	18.000.000
11	Ka Bag. K3	1	18.000.000	18.000.000
12	Ka Bag. Pemeliharaan Listrik dan Instrumentasi	1	18.000.000	18.000.000
13	Ka Sek. Utilitas	1	14.000.000	14.000.000
14	Ka Sek. Proses	1	14.000.000	14.000.000
15	Ka Sek. Bahan Baku dan Produk	1	14.000.000	14.000.000
16	Ka Sek. Pemeliharaan	1	14.000.000	14.000.000
17	Ka Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	14.000.000	14.000.000
18	Ka Sek. Laboratorium	1	14.000.000	14.000.000
19	Ka Sek. Keuangan	1	14.000.000	14.000.000
20	Ka Sek. Pemasaran	1	14.000.000	14.000.000
21	Ka Sek. Personalia	1	14.000.000	14.000.000
22	Ka Sek. Humas	1	14.000.000	14.000.000
23	Ka Sek. Keamanan	1	14.000.000	14.000.000
24	Ka Sek. K3	1	14.000.000	14.000.000
25	Karyawan Personalia	5	9.500.000	47.500.000
26	Karyawan Humas	5	9.500.000	47.500.000
27	Karyawan Litbang	5	9.500.000	47.500.000
28	Karyawan Pembelian	5	9.500.000	47.500.000
29	Karyawan Pemasaran	5	9.500.000	47.500.000
30	Karyawan Administrasi	4	9.500.000	38.000.000
31	Karyawan Kas/Anggaran	4	9.500.000	38.000.000
32	Karyawan Proses	18	9.500.000	171.000.000
33	Karyawan Pengendalian	6	9.500.000	57.000.000
34	Karyawan Laboratorium	6	9.500.000	57.000.000
35	Karyawan Pemeliharaan	6	9.500.000	57.000.000
36	Karyawan Utilitas	12	9.500.000	114.000.000
37	Karyawan K3	6	9.500.000	57.000.000
38	Operator Proses	20	7.500.000	150.000.000
39	Operator Utilitas	10	7.500.000	75.000.000
40	Sekretaris	6	6.000.000	36.000.000
41	Dokter	2	10.500.000	21.000.000
42	Perawat	4	6.000.000	24.000.000
43	Satpam	8	4.000.000	32.000.000
44	Supir	10	3.000.000	30.000.000
45	Cleaning Service	9	2.500.000	22.500.000
Total		180	583.500.000	1.665.000.000

#### **4.7.6. Kesejahteraan Sosial Karyawan**

Untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan dan keluarganya perusahaan memberikan fasilitas penunjang diantaranya adalah:

##### **1. Fasilitas Kesehatan**

Perusahaan memberikan fasilitas poliklinik yang berada di areal pabrik sebagai pertolongan pertama bagi karyawan selama jam kerja. Untuk menangani kecelakaan berat akibat kerja maupun yang bukan kerja yang menimpa karyawan atau keluarga, perusahaan menunjuk dokter umum atau spesialis untuk menanganinya. Selain itu perusahaan juga bekerja sama dengan rumah sakit. Biaya pengobatan ditanggung oleh perusahaan.

##### **2. Fasilitas Asuransi**

Fasilitas asuransi diberikan untuk memberi jaminan sosial dan perlindungan kepada karyawan. Program ini dikenal dengan Jaminan Sosial Tenaga Kerja.

##### **3. Fasilitas Perumahan Dinas**

Fasilitas perumahan dinas hanya diberikan kepada karyawan yang karena tugasnya harus bertempat tinggal disekitar pabrik. Disamping rumah dinas, perusahaan memberikan kesempatan pada karyawan dan staff untuk memiliki rumah lewat kredit rumah BTN.

##### **4. Fasilitas Transportasi**

Perusahaan memberikan fasilitas transportasi berupa mobil beserta sopir untuk kegiatan operasional.



#### 5. Fasilitas Koperasi

Koperasi karyawan didirikan dengan tujuan meningkatkan kesejahteraan karyawan dan memenuhi kebutuhan sehari-hari dengan harga yang relatif murah

#### 6. Fasilitas Kantin

Kantin disediakan untuk kepentingan makan bagi karyawan pada saat istirahat

#### 7. Fasilitas Peribadatan

Sebagai fasilitas peribadatan bagi para karyawan, di areal pabrik didirikan mushola.

#### 8. Peralatan Safety

Untuk melindungi dan menjaga keselamatan karyawan maka bagi karyawan proses diberikan fasilitas safety yang berupa, helmet, glove, sepatu safety dll.

#### 9. Fasilitas Cuti

Perusahaan memberikan kesempatan cuti bagi karyawan untuk beristirahat dengan waktu yang telah ditentukan. Cuti yang diberikan antara lain cuti tahunan yaitu diberikan pada setiap karyawan selama 12 hari/ tahun dan cuti sakit diberikan pada karyawan yang sakit berdasarkan surat keterangan dokter.

#### 10. Fasilitas penunjang lain

Fasilitas lain yang diberikan antara lain adalah pakaian kerja yaitu tiga setel pakaian untuk masing-masing karyawan

#### **4.7.7. Manajemen Perusahaan**

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

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas dan kuantitas produk yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat terhindar dari terjadinya penyimpangan – penyimpangan yang tidak terkendali. Perencanaan ini 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.

#### **4.7.8. Perencanaan Produksi**

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

## 1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan yaitu :

- a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan dengan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya:
  - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan dengan kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung rugi.
  - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya
  - Mencari daerah pemasaran lain.

## 2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh faktor :

### a. Material (bahan baku)

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

### b. Manusia (tenaga kerja)

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

c. Mesin (peralatan)

Perawatan atas peralatan diperlukan agar peralatan dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya.

#### **4.7.9. Pengendalian Produksi**

Setelah perencanaan produksi disusun dengan proses produksi dijalankan maka 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. Pengendalian produksi yang dilakukan sebagai berikut.

a. 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

b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kerusakan mesin, keterlambatan penyediaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain – lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi, selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan keadaan yang ada.

c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula. Adanya penyimpangan terhadap waktu produksi dievaluasi dan dicarikan solusinya untuk kemudian diadakan perencanaan kembali.

d. Pengendalian Bahan Proses

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

#### 4.7. Evaluasi Ekonomi

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu, perlu dalam Prarancangan Pabrik Melamin ini dibuat evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dari beberapa faktor yaitu :

1. *Return on Investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Break Even Point* (BEP)
4. *Shut Down Point* (SDP)
5. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

#### 4.7.1. Penaksiran Harga Peralatan

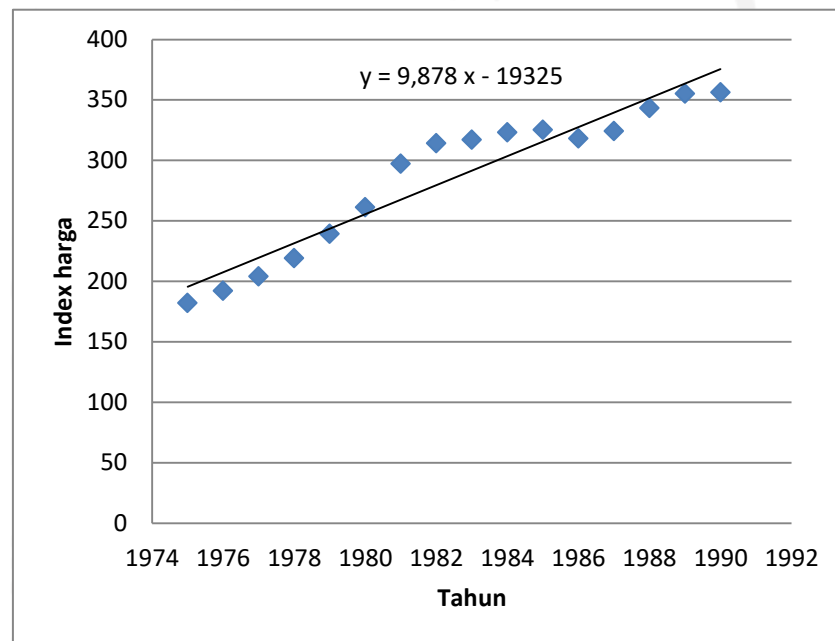
Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga.

Tabel 4.28. Indeks CEP tahun 1988 sampai dengan 2025

Tahun	Index
1988	343
1989	355
1990	356
2006	499,6
2007	525,4
2008	575,4
2009	521,9
2010	550,8
2011	585,7
2012	584,6
2013	567,3
2014	576,1
2015	556,8
2016	589,048
2017	598,926
2018	608,804
2019	618,682
2020	628,560
2021	638,438
2022	648,316
2023	658,194
2024	668,072
2025	677,950

Jenis indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* dari majalah “*Chemical Engineering*”, Juni 2003.

Dari data tersebut, maka persamaan regresi linear yang di peroleh adalah  $y = 9,878 x - 19325$ . Pabrik melamine dengan kapasitas 50.000 ton/tahun akan dibangun pada tahun 2025, maka pada persamaan regresi linear diperoleh indeks harga pada tahun 2025 adalah 677,950. Berikut adalah grafik hasil plotting data :



Gambar 4.3. Indeks Harga

Harga pada tahun 2025 dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \dots\dots\dots (Aries \& Newton. hal .16)$$

Dalam hubungan ini :

$E_x$  = Harga alat pada tahun x

$E_y$  = Harga alat pada tahun y

$N_x$  = Nilai indeks tahun x

$N_y$  = Nilai indeks tahun y

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

$$E_b = E_a \left[ \frac{C_b}{C_a} \right]^x \dots\dots\dots(\text{Aries \& Newton. hal .15})$$

Dalam hubungan ini :

$E_a$  = Harga alat dengan kapasitas diketahui

$E_b$  = Harga alat dengan kapasitas dicari

$C_a$  = Kapasitas alat a

$C_b$  = Kapasitas alat b

$x$  = Eksponen

#### 4.7.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi = 50.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Tahun Pabrik didirikan = 2025

Harga Urea = Rp.1200/kg

Harga Katalis = US\$ 37,35/kg

Harga Melamin = US\$ 1,10/kg



### 4.7.3. Perhitungan Biaya

#### 4.7.3.1. Capital Investment

*Capital Investment* adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk pengoperasiannya. *Capital Investment* terdiri dari :

##### a. Fixed Capital Investment (FCI)

*Fixed Capital Investment* adalah biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik, yang termasuk di dalamnya yaitu :

##### 1) *Purchased Equipment Cost (PEC)*

PEC adalah biaya pembelian peralatan proses, termasuk pajak bea masuk, asuransi, provisi bank, dan biaya pengangkutan hingga sampai di lokasi pabrik.

##### 2) *Installation Cost*

*Installation Cost* adalah biaya yang dibutuhkan untuk pemasangan alat-alat proses di lokasi pabrik.

##### 3) *Piping Cost*

*Piping Cost* adalah biaya yang dikeluarkan untuk sistem pemipaan dalam proses dan biaya pemasangannya.

##### 4) *Instrumentation Cost*

*Instrumentation Cost* adalah biaya yang digunakan untuk melengkapi sistem proses dengan suatu sistem pengendalian (control).

5) *Insulation Cost*

*Insulation Cost* adalah biaya yang dibutuhkan untuk sistem insulasi di dalam proses produksi.

6) *Electrical Cost*

*Electrical Cost* adalah biaya yang dipakai untuk pengadaan sarana pendukung dalam penyediaan atau pendistribusian tenaga listrik.

7) *Building Cost*

*Building Cost* adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan bangunan-bangunan di dalam lingkungan pabrik, antara lain perkantoran, kantin, tempat ibadah, laboratorium, saluran air bersih, dan sanitasi.

8) *Land and Yard Improvement*

*Land and Yard Improvement* adalah biaya untuk pembelian tanah, perbaikan kondisi tanah, pembuatan jalan ke areal pabrik dan paving. Jika pabrik didirikan di kawasan industri, biaya-biaya selain pembelian tanah tidak menjadi tanggungan pabrik lagi karena sudah disediakan.

9) *Utility Cost*

*Utility Cost* adalah biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan unit-unit pendukung proses, antara lain unit penyediaan air, steam, cooling tower dan udara tekan.

10) *Environmental Cost*

*Environmental Cost* adalah biaya untuk pemeliharaan kelestarian lingkungan di kawasan pabrik dan sekitarnya.

11) *Cost Of Engineering and Construction*

*Cost Of Engineering and Construction* adalah biaya untuk design engineering, field supervisor, temporary construction dan inspection.

12) *Contractor's fee*

*Contractor's fee* adalah biaya yang dipakai untuk membayar kontraktor pembangun pabrik.

13) *Cost of Contingency*

*Cost of Contingency* adalah biaya kompensasi terhadap pengeluaran yang tak terduga, perubahan proses meskipun kecil, perubahan harga dan kesalahan estimasi.

**b. Working Capital Investment (WCI)**

Working Capital Investment adalah biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama kurun waktu tertentu secara normal, yang termasuk di dalamnya yaitu :

1) *Raw Material Inventory*

*Raw material inventory* adalah biaya yang dibutuhkan untuk persediaan bahan baku, besarnya tergantung dari kecepatan konsumsi bahan baku, nilainya, ketersediaannya, sumber dan kebutuhan storagenya.

2) *In Process Inventory*

*In process inventory* adalah biaya yang harus ditanggung selama bahan sedang berada dalam proses, besarnya tergantung pada lama siklus proses.

3) *Product Inventory*

*Product Inventory* adalah biaya yang diperlukan untuk penyimpanan produk sebelum produk tersebut dilempar ke pasaran.

4) *Extended Credit*

*Extended Credit* adalah persediaan uang untuk menutup penjualan barang yang belum dibayar.

5) *Available Cash*

*Available Cash* adalah persediaan uang tunai untuk membayar buruh, services, dan material.

#### **4.7.3.2. Manufacturing Cost**

Manufacturing Cost merupakan jumlah direct, indirect dan fixed manufacturing cost yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

##### **a. Direct Manufacturing Cost (DMC)**

*Direct Manufacturing Cost* adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk, termasuk di dalamnya yaitu :

1) *Raw Material*

Biaya bahan baku meliputi 2 macam, yaitu :

- Harga pembelian sampai di tempat dari bahan-bahan yang dipakai dalam produksi.
- Harga amortisasi dari bahan katalis selama waktu pemakaiannya.

2) *Labor Cost*

*Labor Cost* adalah biaya untuk membayar buruh yang terlibat langsung dalam proses produksi.

3) *Supervisory Expense*

*Supervisory expense* adalah biaya untuk menggaji semua personal yang bertanggung jawab langsung terhadap operasi produksi.

4) *Maintenance Cost*

*Maintenance Cost* adalah biaya yang dikeluarkan untuk pemeliharaan peralatan proses.

5) *Plant Supplies Cost*

*Plant Supplies Cost* adalah biaya yang diperlukan untuk pengadaan plant supplies, antara lain lubricants, charts, dan gaskets.

6) *Royalties and Patents*

Biaya paten untuk keperluan produksi diamortisasi selama waktu proteksinya (selama paten berlaku). Royalties biasanya dibayar berdasarkan kecepatan produksi atau penjualan.

7) *Cost of Utilities*

*Cost of Utilities* adalah biaya yang dibutuhkan untuk pengoperasian unit-unit pendukung proses sehingga dihasilkan steam, air bersih, listrik, dan bahan bakar.

## **b. Indirect Manufacturing Cost (IMC)**

Indirect Manufacturing Cost adalah pengeluaran sebagai akibat dan bukan langsung karena operasi pabrik, termasuk di dalamnya yaitu :

### *1) Payroll Overhead*

*Payroll Overhead* adalah pengeluaran perusahaan untuk biaya pension, liburan yang dibayar perusahaan, asuransi, cacat jasmani akibat kerja dan keamanan.

### *2) Laboratory*

Perusahaan harus mengeluarkan biaya untuk pengoperasian laboratorium karena laboratorium dibutuhkan untuk menjamin quality control.

### *3) Plant Overhead*

*Plant overhead* adalah biaya untuk service yang tidak langsung berhubungan dengan unit produksi, termasuk di dalamnya adalah biaya kesehatan, fasilitas rekreasi, pembelian (purchasing), pergudangan (warehousing) dan engineering (termasuk safety dan protection).

### *4) Packaging*

Biaya packaging dibutuhkan untuk membayar biaya pengepakan dan container produk, besarnya tergantung dari sifat-sifat fisis dan kimia produk serta nilainya.

### *5) Shipping*

Biaya ini diperlukan untuk membayar ongkos pengangkutan barang produksi hingga sampai di tempat pembeli.

### **c. Fixed Manufacturing Cost (FMC)**

Fixed Manufacturing Cost adalah pengeluaran yang berkaitan dengan initial fixed capital dan harganya tetap, tidak bergantung pada waktu dan tingkat produksi, termasuk di dalamnya yaitu :

#### *1) Depresiasi*

Depresiasi adalah biaya penyusutan nilai peralatan dan gedung, besarnya diperhitungkan dari perkiraan lamanya umur pabrik.

#### *2) Property Taxes*

*Property taxes* adalah pajak property yang harus dibayar oleh pihak pabrik, besarnya tergantung dari lokasi dan situasi di mana plant tersebut berdiri.

#### *3) Asuransi*

Pihak perusahaan harus mengeluarkan uang untuk biaya asuransi pabriknya, semakin berbahaya plant tersebut, maka biaya asuransinya semakin tinggi.

### **4.7.3.3.General Expense**

General expense adalah pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk Manufacturing Cost.

#### **a. Administration Cost**

Administration Cost adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan administrasi perusahaan, termasuk di dalamnya yaitu :

1) *Management Salaries*

*Management salaries* adalah gaji yang harus dibayarkan kepada semua karyawan perusahaan di luar buruh produksi, antara lain manager utama, manager, sekretaris dan kepala bagian.

2) *Legal Fees and Auditing*

*Legal Fees* adalah biaya untuk fee yang legal, sedangkan *auditing* adalah biaya untuk membayar akuntan publik.

3) *Biaya untuk peralatan kantor dan komunikasi*

Biaya ini digunakan untuk membeli peralatan kantor seperti kertas, tinta dan lain-lain serta untuk biaya komunikasi di lingkungan perusahaan seperti telpon dan internet.

**b. Sales Expense**

Sales Expense adalah biaya administrasi yang diperlukan dalam penjualan produk, termasuk didalamnya biaya promosi apabila produk tergolong baru.

**c. Research**

Biaya riset diperlukan untuk mendukung pengembangan pabrik, baik perbaikan proses maupun peningkatan kualitas produk.

**d. Finance**

Finance adalah pengeluaran untuk membayar bunga pinjaman modal.



#### 4.7.4. Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui kelayakan sebuah pabrik dapat dilihat dari profitabilitasnya. Jika profitabilitasnya tinggi maka pabrik potensial untuk dibangun. Untuk menganalisis apakah pabrik tersebut potensial untuk didirikan atau tidak maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan. Beberapa cara analisa kelayakan adalah :

##### 1. *Percent Return on Investment (ROI)*

*Return of Invesment* adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun, didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan

$$\text{ROI} = \frac{\text{Profit/ tahun}}{\text{Fixed capital investment}} \times 100\%$$

##### 2. *Pay Out Time (POT)*

*Pay Out Time* adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum diperoleh suatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya capital investment oleh profit sebelum dikurangi depresiasi.

$$\text{POT} = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Profit} + \text{Depresiasi}}$$

##### 3. *Break Even Point (BEP)*

*Break Even Point* adalah titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan *Break Even Point* kita dapat menentukan tingkat berapa harga jual dan jumlah unit yang dijual secara

minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.

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

Dalam hubungan ini :

Fa = Fixed Manufacturing Cost

Ra = Regulated Cost

Va = Variable cost

Sa = Penjualan produk

#### 4. **Shut Down Point (SDP)**

*Shut Down Point* 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).

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

#### 5. **Discounted Cash Flow Rate (DCFR)**

*Discounted Cash Flow* adalah salah satu cara untuk menganalisa kelayakan ekonomi pabrik dimana *Discounted Cash Flow* didefinisikan sebagai jumlah uang dari keuntungan yang tidak digunakan untuk pinjaman modal dan bunganya. Harga ditrial sampai didapat :

$$(FCI + WC)(1+i)^n = \{(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + 1\} \times CF + (WC + SV)$$

Dalam hubungan ini :

FCI = Fixed Capital Investment

WC = Working Capital

SV = Salvage Value

CF = Cash Flow

$i$  = Rate of Return

#### 4.7.5. Hasil Perhitungan

##### 4.7.5.1. Perhitungan Biaya Produksi

Tabel 4.29 Harga Alat Proses

No	Nama Alat	Jumlah	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Melter	1	\$ 4.068	Rp 48.256.650
2	Tangki	1	\$ 36.154	Rp 428.865.000
3	Reaktor	1	\$ 626.613	Rp 6.432.975.000
5	Filter	1	\$ 4.237	Rp 50.259.913
6	Crystallizer	1	\$ 147.027	Rp 1.744.051.000
7	Cyclone	1	\$ 3.317	Rp 39.343.287
8	Scrubber	1	\$ 63.154	Rp 749.139.970
9	Separator	1	\$ 57.961	Rp 687.547.200
10	Pompa 01	1	\$ 6.289	Rp 74.606.639
11	Pompa 02	1	\$ 7.510	Rp 89.088.937
12	Heater	1	\$ 4.152	Rp 49.248.364
13	cooler	1	\$ 4.805	Rp 57.002.665
14	Kompresor	1	\$ 7.450	Rp 88.376.226
15	Blower	1	\$ 22.531	Rp 267.266.812
16	Belt Conveyor	1	\$ 6.289	Rp 74.606.639
17	Belt Conveyor	1	\$ 7.510	Rp 89.088.937
18	Bucket Elevator	1	\$ 17.509	Rp 207.692.497
19	Silo Bahan Baku	1	\$ 3.004	Rp 35.635.575
20	Silo Produk	1	\$ 2.824	Rp 33.497.440
21	Pneumatic Conveyor	1	\$ 2.128	Rp 25.241.265
Jumlah			\$ 1.036.401	Rp 14.968.897.404

Tabel 4.30 Harga Alat Utilitas

No	Nama Alat	Jumlah	Harga Alat
1	Screening	1	\$ 26.787
2	Reservoir	1	\$ 2.922
3	Bak Koagulasi dan Flokulasi	1	\$ 2.922
4	Bak Pengendap I	1	\$ 2.922
5	Bak Pengendap II	1	\$ 2.922
6	Sand Filter	1	\$ 8.158
7	Bak Air Penampung Sementara	1	\$ 2.679
8	Bak Air Pendingin	1	\$ 48.703
9	Cooling Tower	1	\$ 48.703
10	Blower Cooling Tower	1	\$ 219.165
11	Deaerator	1	\$ 6.088
12	Boiler	1	\$ 7.305
13	Tangki Alum	1	\$ 12.176
14	Tangki Klorinasi	1	\$ 18.264
15	Tangki Kaporit	1	\$ 1.218
16	Tangki Air Bersih	1	\$ 95.702
17	Tangki Service Water	1	\$ 24.352
18	Tangki Air Bertekanan	1	\$ 24.352
19	Mixed Bed	1	\$ 271.521
20	Tangki NaCl	1	\$ 7.305
21	Tangki Air Demin	1	\$ 21.916
22	Tangki Hydrazine	1	\$ 8.523
23	Pompa 1	2	\$ 51.138
24	Pompa 2	2	\$ 51.138
25	Pompa 3	2	\$ 51.138
26	Pompa 4	2	\$ 10.715
27	Pompa 5	2	\$ 43.833
28	Pompa 6	2	\$ 43.833
29	Pompa 7	2	\$ 43.833
30	Pompa 8	2	\$ 43.833
31	Pompa 9	2	\$ 43.833
32	Pompa 10	2	\$ 10.715
33	Pompa 11	2	\$ 21.673
34	Pompa 12	2	\$ 21.673
35	Pompa 13	2	\$ 10.715
36	Pompa 14	2	\$ 10.715
37	Pompa 15	2	\$ 21.186

38	Pompa 16	2	\$	21.186
39	Pompa 17	2	\$	10.715
40	Pompa 18	2	\$	19.481
41	Pompa 19	2	\$	19.481
42	Pompa 20	2	\$	10.715
43	Tangki Bahan Bakar	1	\$	9.741
44	Kompresor	2	\$	15.829
Jumlah				\$ 1.451.724
				Rp 20.967.463.906

#### 4.7.5.2. Capital Investment

##### 4.7.5.2.1. Fixed Capital Investment

Tabel 4.31 Total Biaya *Physical Plant Cost (PPC)*

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp 35.936.361.309	\$ 2.488.125
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 8.984.090.327	\$ 622.031
3	Instalasi cost	Rp 10.579.101.309	\$ 732.465
4	Pemipaan	Rp 25.270.246.976	\$ 1.749.635
5	Instrumentasi	Rp 9.867.120.758	\$ 683.170
6	Insulasi	Rp 2.113.419.209	\$ 146.327
7	Listrik	Rp 3.593.636.131	\$ 248.812
8	Bangunan	Rp 88.250.000.000	\$ 6.110.163
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	Rp 721.500.000.000	\$ 49.954.477
<b>Physical Plant Cost (PPC)</b>		<b>Rp 906.093.976.019</b>	<b>\$ 62.735.205</b>

Tabel 4.32 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 181.218.795.204	\$ 12.547.041
<b>Total (DPC + PPC)</b>		<b>Rp1.087.312.771.223</b>	<b>\$ 75.282.256</b>

Tabel 4.33 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 1.087.312.771.223	\$ 75.282.246
2	Kontraktor	Rp 43.492.510.849	\$ 3.011.290
3	Biaya tak terduga	Rp 108.731.277.122	\$ 7.528.225
<b><i>Fixed Capital Investment (FCI)</i></b>		<b>Rp1.239.536.559.193</b>	<b>\$ 85.821.760</b>

#### 4.7.5.3. Total Production Cost

##### 4.7.5.3.1. Manufacturing Cost

###### A. Direct Manufacturing Cost (DMC)

Tabel 4.34 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 232.281.584.577	\$ 16.082.474
2	<i>Labor</i>	Rp 26.778.000.000	\$ 1.854.028
3	<i>Supervision</i>	Rp 2.677.800.000	\$ 185.403
4	<i>Maintenance</i>	Rp 24.790.731.184	\$ 1.716.435
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 3.718.609.678	\$ 257.465
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 7.943.732.500	\$ 550.000
7	<i>Utilities</i>	Rp 16.336.432.372	\$ 1.131.085
<b><i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i></b>		<b>Rp 314.526.890.310</b>	<b>\$ 21.776.890</b>

###### B. Indirect Manufacturing Cost (IMC)

Tabel 4.35 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 4.016.700.000	\$ 278.104
2	<i>Laboratory</i>	Rp 2.677.800.000	\$ 185.403
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 13.389.000.000	\$ 927.014
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 39.718.662.500	\$ 2.750.000
<b><i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i></b>		<b>Rp 59.802.162.500</b>	<b>\$ 4.140.521</b>

### C. Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Tabel 4.36 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	Rp 99.162.924.735	\$ 6.865.741
2	Propertu taxes	Rp 12.395.365.592	\$ 858.218
3	Insurance	Rp 12.395.365.592	\$ 858.218
<b>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</b>		<b>Rp 123.953.655.919</b>	<b>\$ 8.582.176</b>

### D. Manufacturing Cost (MC)

Tabel 4.37 Manufacturing Cost (MC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Direct Manufacturing Cost (DMC)	Rp 314.526.890.310	\$ 21.776.890
2	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	Rp 59.802.162.500	\$ 4.140.521
3	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	Rp 123.953.655.919	\$ 8.582.176
<b>Manufacturing Cost (MC)</b>		<b>Rp 498.282.708.730</b>	<b>\$ 34.499.587</b>

#### 4.7.5.3.2. Working Capital

Tabel 4.38 Working Capital

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw Material Inventory	Rp 63.349.523.067	\$ 4.386.129
2	In Process Inventory	Rp 67.947.642.100	\$ 4.704.489
3	Product Inventory	Rp 135.895.284.199	\$ 9.408.978
4	Extended Credit	Rp 216.647.250.000	\$ 15.000.000
5	Available Cash	Rp 135.895.284.199	\$ 9.408.978
<b>Working Capital (WC)</b>		<b>Rp 619.734.983.564</b>	<b>\$ 42.908.575</b>

#### 4.7.5.3.3. General Expense

Tabel 4.39 General Expense (GE)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Administration	Rp 14.948.481.262	\$ 1.034.988
2	Sales expense	Rp 24.914.135.436	\$ 1.724.979
3	Research	Rp 12.457.067.718	\$ 862.490
4	Finance	Rp 37.185.430.855	\$ 2.574.607
<b>General Expense (GE)</b>		<b>Rp 89.505.115.272</b>	<b>\$ 6.197.063</b>

#### 4.7.5.3.4. Total Production Cost (TPC)

Tabel 4.40 Total Production Cost (TPC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Manufacturing Cost (MC)	Rp 498.282.708.730	\$ 34.499.587
2	General Expense (GE)	Rp 89.505.115.272	\$ 6.197.063
<b>Total Production Cost (TPC)</b>		<b>Rp 587.787.824.001</b>	<b>\$ 40.696.650</b>

#### 4.7.5.3.5. Fixed Cost (Fa)

Tabel 4.41 Fixed Cost (Fa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	Rp 99.162.924.735	\$ 6.865.741
2	Property taxes	Rp 12.395.365.592	\$ 858.218
3	Insurance	Rp 12.395.365.592	\$ 858.218
<b>Fixed Cost (Fa)</b>		<b>Rp 123.953.655.919</b>	<b>\$ 8.582.176</b>

#### 4.7.5.3.6. Variable Cost (Va)

Tabel 4.42 Variable Cost (Va)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw material	Rp 232.281.584.577	\$ 16.082.474
2	Packaging & shipping	Rp 39.718.662.500	\$ 2.750.000
3	Utilities	Rp 16.336.432.372	\$ 1.131.085
4	Royalties and Patents	Rp 7.943.732.500	\$ 550.000
<b>Variable Cost (Va)</b>		<b>Rp 296.280.411.949</b>	<b>\$ 20.513.559</b>

#### 4.7.5.3.7. Regulated Cost (Ra)

Tabel 4.43 Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Labor cost	Rp 26.778.000.000	\$ 1.854.028
2	Plant overhead	Rp 13.389.000.000	\$ 927.014
3	Payroll overhead	Rp 4.016.700.000	\$ 278.104
4	Supervision	Rp 2.677.800.000	\$ 185.403
5	Laboratory	Rp 2.677.800.000	\$ 185.403
6	Administration	Rp 14.948.481.262	\$ 1.034.988



7	<i>Finance</i>	Rp 37.185.430.855	\$ 2.574.607
8	<i>Sales expense</i>	Rp 24.914.135.436	\$ 1.724.979
9	<i>Research</i>	Rp 12.457.067.718	\$ 862.490
10	<i>Maintenance</i>	Rp 24.790.731.184	\$ 1.716.435
11	<i>Plant supplies</i>	Rp 3.718.609.678	\$ 257.465
<b>Regulated Cost (Ra)</b>		<b>Rp 167.553.756.133</b>	<b>\$ 11.600.915</b>

#### 4.7.5.4. Analisa Keuntungan

Penjualan produk	= Rp	794.373.250.000
Total Biaya Produksi	= Rp.	587.787.824.001
Keuntungan sebelum pajak	= Rp	206.585.425.999
Pajak (25% dari keuntungan)	= Rp	51.646.356.500
Keuntungan setelah pajak	= Rp	154.939.067.499

#### 4.7.5.5. Analisa Kelayakan

##### 1. Return on Investment (ROI)

ROI sebelum pajak = 16,67 % dan

ROI sesudah pajak = 12,50 %

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah adalah minimum 11% dan syarat ROI untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi minimum adalah 44%. (Aries dan Newton, 1955)

##### 2. Pay Out Time (POT)

POT sebelum pajak = 4,1 tahun

POT setelah pajak = 4,9 tahun

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun dan untuk resiko tinggi maksimal 2 tahun (Aries dan Newton, 1955)

### 3. Break Even Point (BEP)

BEP = 45,75 %

BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40% - 60%

### 4. Shut Down Point (SDP)

SDP = 13,2 %

### 5. Discounted Cash Flow (DCF)

Umur Pabrik = 10 tahun

*Fixed Capital Investment* = Rp. 1.239.536.559.194

*Working Capital* = Rp. 619.734.983.564

*Salvage Value* = Rp. 99.162.294.735

*Cash flow* = Rp 291.287.425.090

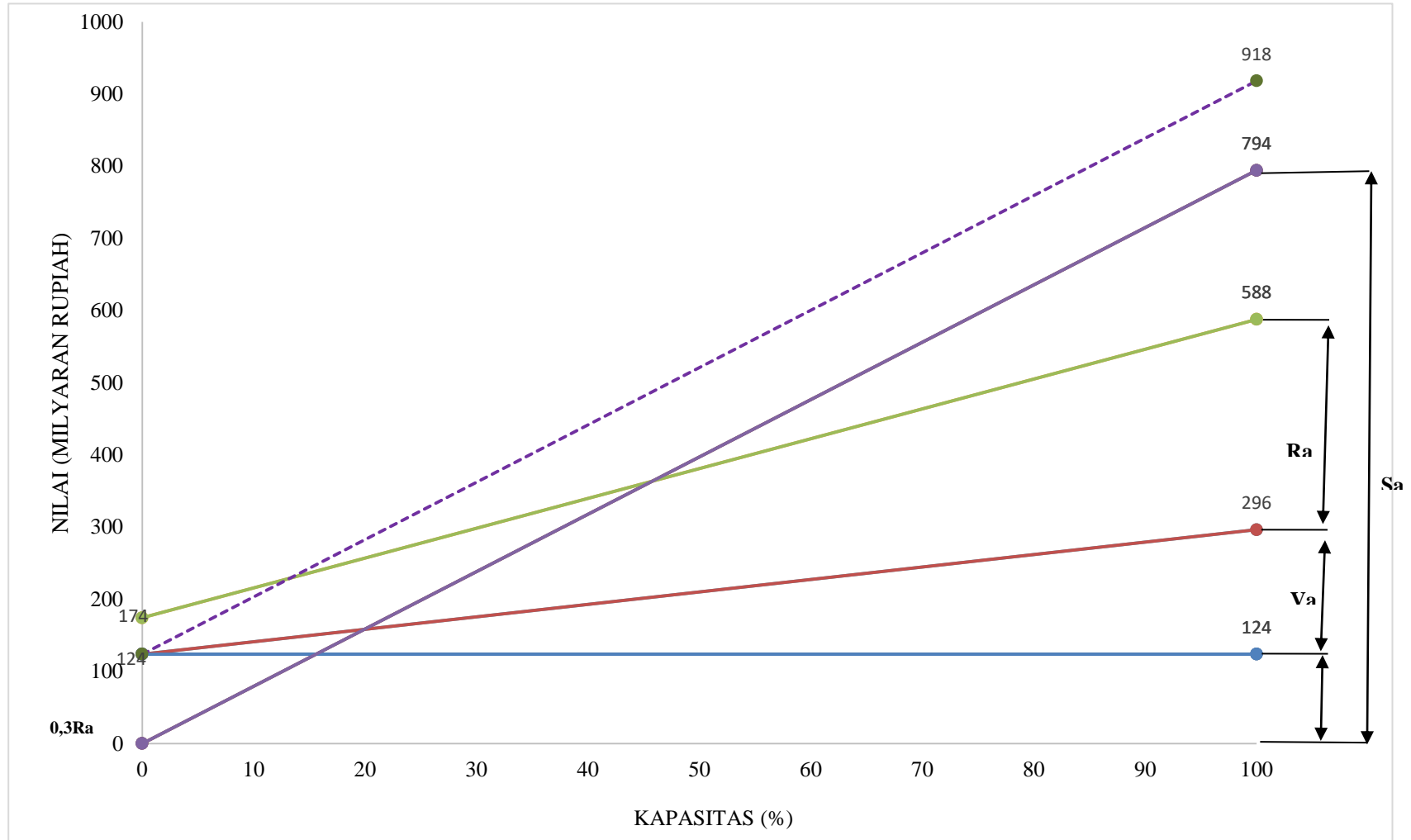
Dengan *trial & error* diperoleh nilai I : 1014

DCFR = 10,139 %

Minimum nilai DCFR : 1,5\* suku bunga simpanan bank = 4,875 %

Kesimpulan : Memenuhi Syarat

(Didasarkan pada suku bunga simpanan di bank BRI saat ini adalah 3,25% berlaku per 16 Desember 2020)



Gambar 4.4 Grafik Analisa Ekonomi

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Pabrik melamine proses BASF dengan kapasitas 50.000 ton/tahun dapat digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena berdasarkan dari tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan juga produk, serta lokasi pabrik. Maka pabrik melamine dengan bahan baku urea ini tergolong pabrik beresiko rendah.

Berdasarkan hasil analisis ekonomi, pabrik melamine proses BASF dengan kapasitas 50.000 ton/tahun layak untuk didirikan dengan membandingkan nilai ROI, POT, dan DCFR sesuai dengan standar kelayakan Aries & Newton, 1955. Untuk nilai ROI, POT, BEP dan DCFR adalah sebagai berikut:

- Untuk nilai ROI berdasarkan perhitungan didapatkan nilai ROI sebelum pajak = 16,67 % dengan syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah adalah minimum 11% (Aries dan Newton, 1955).
- Untuk nilai POT berdasarkan perhitungan didapatkan nilai POT sebelum pajak = 4,1 tahun dan nilai POT sesudah pajak = 4,9 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun dan untuk resiko tinggi maksimal 2 tahun (Aries dan Newton, 1955).

- Untuk nilai DCFR berdasarkan pada perhitungan didapatkan nilai DCFR adalah sebesar 10,139 %. Suku bunga simpanan di Bank adalah 3,25% (Didasarkan pada suku bunga simpanan di bank BRI saat ini adalah 3,25% berlaku per 16 Desember 2020). Syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga simpanan bank yaitu 1,5 x suku bunga simpanan ( $1,5 \times 3,25 = 4,875 \%$ ).

## 5.2. Saran

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

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperharikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak terlepas dari produksi limbah sehingga diharapkan perkembangan pabrik – pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk melamine dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries and Newton, 1995, *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc. Graw Hill Book Company, New York
- Bird B., Stewart, W.E, and Lighfoot, E.N, 1960, *Transport Phenomena*, John Wiley and Sons, Inc, Madison Wisconsin, USA
- Brown, G.G., 1978, *Unit Operation*, Modern Asia Edition, Charles E. Tuttle Company, Inc. Tokyo, Japan
- Brownell and Young, 1978, *Process Equipment Design*, John Wiley and sons, Inc, New York
- Chemical Engineering, Juli 1978
- Chemical Engineering Jurnal, Volume 94 / No. 2, 1998
- Coulson, J.M and Richardson J.F, 1965, *An Introduction to Chemical Engineering Design*, Vol 6, Pergamon Press, Oxford
- Dietzel, Fritz, 1996, *Turbin, Pompa and Kompresor*, PT. Erlangga Jakarta
- Foust, A.S, 1980, *Principle of Unit Operation*, 2<sup>nd</sup> ed John Wiley and Sons, Inc, New York
- Ahyari, A, 1983, *Managemen Produksi : Perencanaan Sistem Produksi*, ed. 3, BPFE, Yogyakarta
- Swastha, B, 1996, *Asas-Asas Managemen Modern*, Liberty, Yogyakarta
- Holman, J.P, 1997, *Perpindahan Kalor*, ed. 6, PT. Erlangga, Jakarta
- Kern, D.Q, 1965, *Process Heat Transfer*, International Student Edition, Mc. Graw Hill Co, Inc, Tokyo
- King, C. Judson, 1974, *Separation Processes*, Mc. Graw Hill Publishing Company, New Delhi
- Kirk, R.E and Othmer, D.F, 1978, *Encyclopedia of Chemical Tecnology*, 3<sup>rd</sup> ed, A Willey Interscience Publication, John Wiley and Sons, Inc, New York
- Kunii, D. And Levenspiel, O., 1977, *Flidization Engineering*, Original Edition, Robert E/ Krieger Publishing Co. New York

- Levenspiel, O., 1972, *Chemical Reaction Engineering*, 2<sup>nd</sup> ed, John Wiley and Sons, Inc, New York
- Lipsey, R.G, Courant, P.N, Purvis, D.D and Steiner, P.O, 1995, *Pengantar Mikroekonomi Jilid I*, Binarupa Aksara, Jakarta
- Marlin, T.E, 1995, *Process Control : Design Processes and Control System for Dinamic Performance*, Mc. Graw Hill Book Company, New York
- Mattley, J and Chemical Engineering Staff, *Fluid Movers : Pump, Compressor, Fan, Blower*, Mc. Graw Hill Book Company, New York
- Perry, R.H and Green, D.W., 1997, *Perry's Chemical Engineer's Hand Book*, 3<sup>rd</sup> ed, Mc. Graw Hill Book Co, Inc, Tokyo
- Perry, R.H and Green, D.W., 1984, *Perry's Chemical Engineer's Hand Book*, 6<sup>th</sup> ed, Mc. Graw Hill Book Co, Inc, Tokyo
- Perry, R.H and Green, D.W., 1997, *Perry's Chemical Engineer's Hand Book*, 7<sup>th</sup> ed, Mc. Graw Hill Book Co, Inc, Tokyo
- Peters M.S and Timmerhause, K.D, 1991, *Plants Design and Economics for Chemical Engineering*, 4<sup>th</sup> ed, Mc. Graw Hill Book Co, Inc, New York
- Rase, F. Howard, 1977, *Chemical Reactor Design Process Plant*, Vol 1, John Wiley and Sons, Inc, New York
- Severn, et all, 1954, *Steam, Air and Gas Power*, John Wiley and Sons, Inc, New York
- Smith, J.M and Van Ness, H.C 1996, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics* 5<sup>th</sup> ed, Mc. Graw Hill Book Company, Singapore
- Treyball, R.E, 1981, *Mass Transfer Operation*, 3<sup>rd</sup> ed, Mc. Graw Hill Book Co, Inc, Tokyo
- Ullman, 1990, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol A 16, VCH, Germany
- Ullman, 1990, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol A 27, VCH, Germany
- Ullman, 1988, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol A 2, VCH, Germany
- Ullman, 1988, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol A 3, VCH, Germany
- Ullman, 1988, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol A 4, VCH, Germany

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

Ywas, C.L, 1999, *Thermodynamics and Physical Property Data*, Mc. Graw Hill Book Co, Inc, New York

[www.matche.com](http://www.matche.com)

[www.upsto.gov](http://www.upsto.gov)

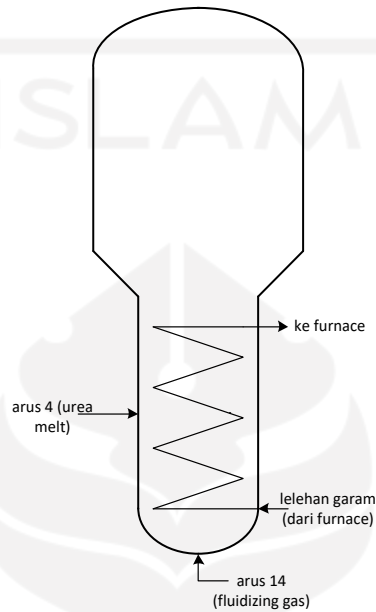






## LAMPIRAN

### A. REAKTOR



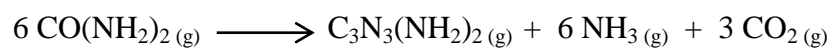
**Kode** : R-01

**Fungsi** : Mereaksikan urea menjadi melamin, amonia dan karbondioksida

#### Tujuan perancangan

- Menentukan tipe dan bahan konstruski reaktor
- Menentukan dimensi reaktor
- Menentukan tebal dinding reaktor
- Menentukan dimensi coil pemanas\
- Menghitung pressure drop
- Menghitung dimensi gas distribution plate

Reaksi :



Fraksi : gas-gas

Konversi : 95%

(Ulman Vol A

16)

Kondisi Operasi : T = 395°C

P = 3 atm

Data pendukung :

- **Aliran Fluidizing Gas**

- **Densitas gas**

Basis : 1 mol gas pada T : 395°C dan P : 3 atm

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \times 0,082 \times 668}{3} = 18,26 \text{ Liter}$$

BM Urea = 60,06 gr/mol

$$\rho \text{ Urea} = \frac{60,06 \text{ gr/mol}}{18,26 \text{ L/mol}} = 3,29 \text{ gr/L} = 3,29 \text{ Kg/m}^3$$

BM NH<sub>3</sub> = 17,031 gr/mol

$$\rho \text{ NH}_3 = \frac{17,031 \text{ gr/mol}}{18,26 \text{ L/mol}} = 0,933 \text{ gr/L} = 0,933 \text{ Kg/m}^3$$

BM CO<sub>2</sub> = 44,01 gr/mol

$$\rho \text{ CO}_2 = \frac{44,01 \text{ gr/mol}}{18,26 \text{ L/mol}} = 2,410 \text{ gr/L} = 2,410 \text{ Kg/m}^3$$

Dari neraca massa campuran terdiri dari 51,53% urea, 20,97% NH<sub>3</sub>  
27,50% CO<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} \text{Gas} &= (0,5153 \times 3,29) + (0,2097 \times 0,933) + (0,2750 \times 2,410) \\ &= 1,695 \text{ Kg/m}^3 + 0,196 \text{ Kg/m}^3 + 0,662 \text{ Kg/m}^3 \\ &= 2,553 \text{ Kg/m}^3 = 2,553 \times 10^{-3} \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

- **Viskositas**

Pada T = 395°C

μ Urea melt = 1,651 x 10<sup>3</sup> Kg/m.s

μ NH<sub>3</sub> = 0,032 cp x 0,01 poise/cp x 1 (gr/m.s)/poisa x 1 Kg/1000  
gr x 100 cm/m

= 2,3 x 10<sup>5</sup> Kg/m.s

$$\mu_{\text{CO}_2} = 0,029 \text{ cp} \times 0,01 \text{ Poise/cp} \times 1 \text{ (gr/cm.s)/Poise} \times 100 \text{ cm/m}$$

$$= 2,9 \times 10^5 \text{ Kg/m.s}$$

$$\mu_{\text{Camp}} = 1,651 \times 10^3 \text{ Kg/m.s} + 2,3 \times 10^5 \text{ Kg/m.s} + 2,9 \times 10^5 \text{ Kg/m.s}$$

➤ **Laju Alir**

$$Q_{\text{Urea}} = 19092,982 \text{ kg/jam}$$

$$Q_{\text{Fluidizing gas}} = 18984,152 \text{ kg/jam}$$

$$Q_{\text{Total}} = 38077,134 \text{ kg/jam}$$

• **Katalis**

- ❖ Jenis : Alumina
- ❖ Bentuk : Bola
- ❖ Densitas Padatan,  $\rho_s$  :  $1,5 \text{ gr/cm}^3$
- ❖ Diameter Partikel,  $d_p$  :  $275 \text{ mikron} : 2,75 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$
- ❖ Porositas Awal : 0,3
- ❖ Porositas Fluida min : 0,425

**Langkah Perancangan :**

**a. Menentukan Tipe dan Bahan Konstruksi Reaktor**

Menentukan Tipe Reaktor (Levenspiel, 427)

Dipilih reaktor tipe *fluidized bed* dengan pertimbangan:

- Reaktor fluidized bed merupakan reaktor dengan fase solid gas.

Dimana solidnya berupa katalis alumina dan gasnya berupa urea, amoni dan karbondioksida

- Reaktor fluidized bed dapat menggunakan partikel dengan ukuran kecil (katalis) sehingga memungkinkan terjadi kontak yang lebih cepat dan reaksi berlangsung lebih cepat
- Profil temperatur dalam reaktor seragam (isotermal) yang menyebabkan proses akan lebih cepat..

**b. Menentukan Bahan Konstruksi Reaktor (Brownell :215)**

Berdasarkan kondisi reaksi reaktor pada P = 3 atm, dan T = 395 oC

Dipilih bahan konstruksi Plate Stell SA 129 grade B dengan pertimbangan:

1. Bahan tahan terhadap panas (sampai dengan 400 oC)
2. Mempunyai tekanan maksimum yang besar (sampai dengan 10.200 psi)

**c. Menentukan Dimensi Reaktor**

$$\frac{dp}{\mu} \frac{U_{mf} \rho g}{\mu} = [(33,7)^2 + 0,0408 \frac{dp^3 \rho g (\rho p - \rho g) g}{\mu^2}]^{1/2} - 33,7$$

$$\frac{2,75^3 \times 10^{-2} - 2 \times U_{mf} \times 2,553 \times 10^{-3}}{0,00863} = [(33,7)^2 + 0,0408 \frac{(2,75 \times 10^{-2})^3 (2,553 \times 10^{-3}) (1,5 - 2,553 \times 10^{-3})}{(0,00863)^2}]^{1/2} - 33,7$$

$$U_{mf} = 4,045 \text{ cm/s}$$

Menentukan Kecepatan Terminal

$$U_t = \left[ \frac{4 \times (\rho p - \rho g)^3 \times g^2}{225 \times \rho g \times \mu} \right]^{1/3} \times dp \quad (\text{Kunii, 1997 : 6})$$

$$U_t = 28,90 \text{ cm/s}$$

Menghitung Diameter Zona Reaksi ( dt )\

$$U_{mf} = 4,045 \text{ cm/s}$$

$$U_t = 28,90 \text{ cm/s}$$

$$U_t/U_{mf} = 7,145 \text{ cm/s}$$

$$\text{Diambil } U_0 = \left( \frac{10}{U_{mf}} \right) = \frac{10}{4,405} = 0,4045 \text{ m/s}$$

Untuk diameter partikel < 0,8 mm maka harga  $U_0$  yang diijinkan antara 0,1 sampai 5 m/s (Kunii, 1977 : 12)

$$\text{Laju alir gas} = 38077,134 \text{ Kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume rate gas} &= \frac{m}{\rho} \\ &= \frac{38077,134}{2,553} \\ &= 14911,882 \frac{\text{m}^3}{\text{Jam}} = 4,142 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \end{aligned}$$

$$A = V/U_0$$

$$A = \frac{4,142 \text{ m}^3/\text{s}}{0,4045 \text{ m/s}}$$

$$A = 10,240 \text{ m}^2$$

$$dt = \left( \frac{(4 \times A)}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$dt = \left( \frac{(4 \times 10,240 \text{ m}^2)}{3,14} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$dt = 3,612 \text{ m} = 3,612 \times 100 = 361,178$$

Dengan Faktor Keamanan 10 %, maka:

$$= 1,1 \times 3,612 \text{ m}$$

$$= 3,973 \text{ cm}$$

Menghitung Transport Disengaging Height (TDH )

$$U_0 = 40,45 \frac{cm}{s}$$

$$Dt = 3,612 \text{ m}$$

Dari fig. 3.16, diperoleh harga ( TDH/dt ) = 2

( Kunii, 1977 :

94 )

$$\begin{aligned} \text{TDH} &= 2 \times dt \\ &= 2 \times 3,612 \text{ m} \\ &= 7,224 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung Tinggi Head bagian Bawah (Lh)

Dipilih elliptical dished head, sehingga:

$$Lh = \frac{1}{4} dt$$

$$Lh = \frac{1}{4} \times 3,612 \text{ m}$$

$$Lh = 0,903 \text{ m}$$

Menghitung tinggi zona reaksi (Lf)

Persamaan yang digunakan:

$$\text{Ln} \frac{C_{A0}}{C_A} = \left[ \gamma b \cdot k + \frac{1}{K_{bc} + \frac{1}{\gamma c \cdot k + \frac{1}{\frac{1}{K_{ce}} + \frac{1}{\gamma e \cdot k}}}} \right] \cdot \frac{L_f}{U_b}$$

Dimana:

K = Kecepatan reaksi kimia

$K_{bc}, K_{ce}$  = Koefisien perpindahan massa (s-1)

$L_f$  = Tinggi dari bubbling bed (cm)

$U_b$  = Kecepatan gelembung (cm/s)

$\Gamma_b$  = Rasio padatan yang terdispersi dalam gelembung dan volume gelembung dalam bed

$\gamma_c$  = Ratio padatan yang terdispersi dalam gas dan volume gelembung dalam bed

$\gamma_e$  = Ratio antara padatan yang terdispersi dalam emulsi dan volume gelembung dalam bed

$$1. U_b = U_0 - U_{mf} + U_{br}$$

Dimana :

$$U_{br} = 0,711 \times (g \times db)^{1/2}$$

(Levenspiel, 1972:521)

$$dp = 0,0275 \text{ cm}$$

$$\rho_s = 1,5 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho_g = 0,002553 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho_s - \rho_g = 1,5 \frac{\text{gr}^3}{\text{cm}} - 0,002553 \frac{\text{gr}^3}{\text{cm}}$$

$$\rho_s - \rho_g = 1,497447 \frac{\text{gr}^3}{\text{cm}}$$

Dari Kunii Fig. 14 halaman 122, diperoleh:

$$\frac{db \text{ max}}{dp} = 180$$

$$\frac{db \text{ max}}{0,0275} = 180$$

$$db \text{ max} = 0,0275 \times 180$$



$$db \max = 5$$

$$U_{br} = 49,77 \text{ cm/s}$$

Maka:

$$U_b = 86,175 \text{ cm/s}$$

$$2. \delta = \frac{U_0 - U_{mf}}{U_b} \quad (\text{Kunii : 133})$$

$$\delta = \frac{40,45 \frac{\text{cm}}{\text{s}} - 4,045 \frac{\text{cm}}{\text{s}}}{86,175 \frac{\text{cm}}{\text{s}}}$$

$$\delta = 0,422 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$3. \gamma_b = \frac{(1 - \varepsilon_{mf})(1 - \delta) \cdot 0,015}{\delta} \quad (\text{Kunii : 202})$$

$$\gamma_b = \frac{(1 - 0,425) \times (1 - 0,422) \times 0,015}{0,422}$$

$$\gamma_b = 0,0118$$

( $\gamma_b$  kurang dari 0,1 bisa

diabaikan)

$$4. \gamma_c = (1 - \varepsilon_{mf}) \left( \frac{\frac{3 \cdot U_{mf}}{\varepsilon_{mf}}}{\frac{U_{br} - U_{mf}}{\varepsilon_{mf}}} \right) + \alpha$$

$$\alpha = 0,25 - 1,0 \rightarrow \text{diambil } \alpha = 0,25$$

(Kunii : 202)

$$\gamma_c = 0,544$$

$$5. \gamma_e = \frac{(1 - \varepsilon_{mf})(1 - \delta)}{\delta} - (\gamma_b + \gamma_c) \quad (\text{Kunii : 202})$$

$$\gamma_e = \frac{(1 - 0,425) \times (1 - 0,422)}{0,422} - (0,0118 + 0,544)$$

$$\gamma_e = 0,220$$

$$6. K_{bc} = 4,5 \times \left( \frac{U_{mf}}{db} \right) + 5,85 \times \left( \frac{\frac{1}{\vartheta^2} \times g^{1/4}}{db^{5/4}} \right) \quad (\text{Kunii : 181})$$

$$\vartheta = 0,204 \frac{cm^2}{s}$$

(Levenspiel,1972:520)

$$Kbc = 4,5 x \left( \frac{4,045}{5} \right) + 5,85 x \left( \frac{0,204^{\frac{1}{2}} x 980^{\frac{1}{4}}}{5^{\frac{5}{4}}} \right)$$

$$Kbc = 5,680$$

$$7. Kbe = 6,78 x \left( \frac{\epsilon_{mf} x \vartheta x Ub^{1/3}}{db^3} \right) \quad (\text{Kunii : 183})$$

$$Kbe = 6,78 x \left( \frac{0,425 x 0,204 x 86,175^{1/3}}{5^3} \right)$$

$$Kbe = 1,683$$

$$CA = CA_0 (1 - XA)$$

$$\frac{CA_0}{CA} = \frac{1}{1-XA}$$

$$\ln \frac{CA_0}{CA} = \ln \frac{1}{1-XA}$$

Maka :

$$\ln \frac{CA_0}{CA} = \left[ 0x0,016 + \frac{1}{8,38 + \frac{1}{0,384 \cdot 0,016 + \frac{1}{\frac{1}{2,36} + \frac{1}{0,172 \cdot 0,016}}} \right] \cdot \frac{Lf}{1,138}$$

$$Lf = 412 \text{ cm}$$

$$= 4,12 \text{ m}$$

Menghitung Tinggi Reaktor (L)

$$L = TDH + Lh + Lf$$

$$= 7,224 + 0,903 + 4,12$$

$$= 12,246$$

Diambil faktor keamanan 10 %, maka ;

$$L = 13471 \text{ m}$$

Menghitung diameter freeboard (Df)

Untuk menghindari terjadinya entrainment atau aliran partikel padat pada freeboard, maka kecepatan gas pada freeboard ( $U_c$ )  $\ll$   $U_t$ .

$$\text{Asumsi : } U_c = 21 \text{ cm/s}$$

Persamaan yang digunakan:

$$Df = \left( \frac{4 \times Af}{\pi} \right)^{1/2}$$

$$Af = \left( \frac{Q}{U} \right)$$

$$Af = 19,725 \text{ m}^2$$

$$Df = \left( \frac{4 \times 19,725}{3,14} \right)^{1/2}$$

$$Df = 5,013 \text{ m}$$

Menghitung Kebutuhan katalis

$$W = At \times Lm \times (1 - \epsilon m) \times \rho s$$

$$At = \frac{1}{4} \pi Dt^2$$

$$\frac{Lf}{Lm} = \left( \frac{1 - \epsilon m}{1 - \epsilon f} \right) = \frac{\rho s}{\rho f}$$

$$1 - \vartheta = \frac{1 - \epsilon m}{1 - \epsilon f} = \frac{\rho s}{\rho f}$$

$$Lf = \frac{Lm}{1 - \vartheta} = \frac{Lm \times (1 - \epsilon m)}{(1 - \vartheta) \times (1 - \epsilon m f)}$$

$$4,12 = \frac{Lm}{1 - 0,422} = \frac{Lm \times (1 - 0,3)}{(1 - 0,422) \times (1 - 0,425)}$$

$$Lm = 1,96 \text{ m}$$

$$W = At \times Lm \times (1 - \varepsilon m) \times \rho s$$

$$W = (0,25 \times 3,14 \times 3,612^2) \times 1,96 \times (1 - 0,3) \times 150$$

$$W = 2103.273 \text{ Kg}$$

#### d. Menentukan Tebal Reaktor

Persamaan yang digunakan:

$$t = \frac{P \times ID}{F \times E - 0,6 \times P} + C$$

Dimana :

P : Tekanan design reaktor = 3 atm = 44,1 psi

ID : Inside Diameter = 3,973 m = 156,417 in = 13,035 ft

F : Tekanan maksimum yang diijinkan sesuai bahan yang dipakai = 10.200 psi

E : Efisiensi pengelasan = 0,85

C : Faktor Koreksi = 0,125

Maka :

$$t = \frac{44,1 \times 156,417}{10200 \times 0,85 - 0,6 \times 44,1} + 0,125$$

$$t = 0,923 \text{ in}$$

#### e. Menentukan Dimensi Koil Pemanas

##### Menghitung Dimeter Koil

Persamaan yang dipakai:

$$Di = 3,9 \times (Qf)^{0,45} \times (\rho)^{0,13} \quad (\text{Peters, 1980:380})$$

Dimana;

F : laju alir molten salt (166158,567 kg/kam atau 101,755 lb/s )

$\rho$  : density molten salt (123,81 lb/cuft)

$$Qf = 0,822 \frac{\text{cuft}}{\text{s}}$$

$$Di = 3,9 \times (Qf)^{0,45} \times (\rho)^{0,13}$$

$$Di = 3,9 \times (0,822)^{0,45} \times (123,81)^{0,13}$$

$$Di = 6,680 \text{ in}$$

Dipilih D nominal 6 in

Dari table 11 p. 844 Kern, didapatkan

$$\text{OD} = 6,625 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 6,065 \text{ in}$$

$$\text{Flow area} = 28,9 \text{ in}^2$$

$$\text{Surface area} = 1,59 \text{ ft}^2 / \text{lin ft}$$

### **Menghitung luas Koil Menyeluruh**

Persamaan yang digunakan:

$$A = 4,6 \times (V)^{\frac{2}{3}}$$

Dimana:

A : luas area koil

V : volume reaktor pada zona reaksi

$$V = \frac{\pi}{4} \times (3,973 \text{ m})^2 \cdot 4,12 \text{ m}$$

$$V = 51,051 \text{ m}^3$$

maka:

$$A = 4,6 \times (51,051)^{2/3}$$

$$= 63,386 \text{ m}^2$$

$$= 682,281 \text{ ft}^2$$

### Menghitung Jumlah Lingkaran Koil

$$\text{Jumlah Lingkaran} = A/A'$$

Dimana :

$A'$  : luas satu lingkaran koil

$$= \pi \cdot D_c \cdot a't$$

$D_c$  : diameter lingkaran koil

$$D_c = D_t - 2 \cdot \text{jarak koil dari dinding reactor}$$

$$= 13,035 - (2 \times 3,5) \times \left(\frac{1}{12}\right)$$

$$= 12,452 \text{ ft}$$

$$A' = 3,14 \times 12,452 \times 159$$

$$= 62,166 \text{ ft}^2$$

Jumlah lingkaran koil

$$= A/A'$$

$$= \frac{682,281 \text{ ft}^2}{62,166 \text{ ft}^2} = 10,97 \approx 11 \text{ lingkaran}$$

### f. Menghitung Pressure Drop

Persamaan yang digunakan:

$$\frac{\Delta P}{L_{mf}} = (1 - \epsilon) \cdot (\rho_s - \rho_g) \cdot (g/gc) \quad (\text{Kunii, 1969:72})$$

Dimana :

$\Delta P$  : pressure drop (lb/ft<sup>2</sup>)

$\rho_s$  : density katalis

$$= 150 \text{ kg/m}^3 = 93,645 \text{ lb/ft}^3$$

$\rho_g$  : density gas

$$= 2,553 \text{ kg/m}^3 = 0,159 \text{ lb/ft}^3$$

$$\frac{Lmf}{L_f} = 1 - \delta$$

$$\frac{Lmf}{4,12} = 1 - 0,422$$

$$Lmf = (1 - 0,422) \times 4,12$$

$$= 2,381 \text{ m} = 7,812 \text{ ft}$$

$$\Delta P = (1 - 0,425) \times (93,645 - 0,159) \times 1 \times 7,812$$

$$= 419,913 \frac{\text{lb}^2}{\text{ft}}$$

$$= 205,019 \frac{\text{g}^2}{\text{cm}}$$

$$= 0,198 \text{ atm}$$

#### g. Menghitung Dimensi Gas Distributor

Menghitung  $\Delta P$  melalui distributor

$\Delta P = 10\%$  dari  $\Delta P$  reaktor

$$\Delta P = 20,502 \text{ g/cm}^2$$

Menghitung koefisien orifice (Cd)

$$N_{Re} = \frac{Dt \cdot \rho_g \cdot Umf}{\mu_g}$$

$$N_{Re} = \frac{3,973 \text{ m} \times 2,553 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,4045 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,000864 \frac{\text{kg}}{\text{mS}} \times 10}$$

$$N_{Re} = 47519,535$$

Dari Kunii, Fig 3.12 halaman 88 untuk  $NRe > 10.000$  , maka koefisien orifice ( $Cd$ ) adalah 0,6

Menghitung  $U_{or}$

Persamaan yang digunakan:

$$U_{or} = Cd \left( \frac{2 \cdot gc \cdot \Delta P}{\rho g} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Kunii, 1969:72})$$

$$U_{or} = 0,6 \times \left( \frac{2 \times 980 \times 20,52}{2,553} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$U_{or} = 2380,186 \frac{cm}{s}$$

Menghitung jumlah lubang ( $N_{or}$ )

$$N_{or} = \frac{4 \times U_0}{U_{or} \pi D_{or}^2}$$

$$N_{or} = \frac{4 \times 40,45}{2380,186 \times 3,14 \times 1^2} = 0,022 / cm^2$$

$$\text{Luas penampang lingkaran bawah} = \frac{\pi dt^2}{4}$$

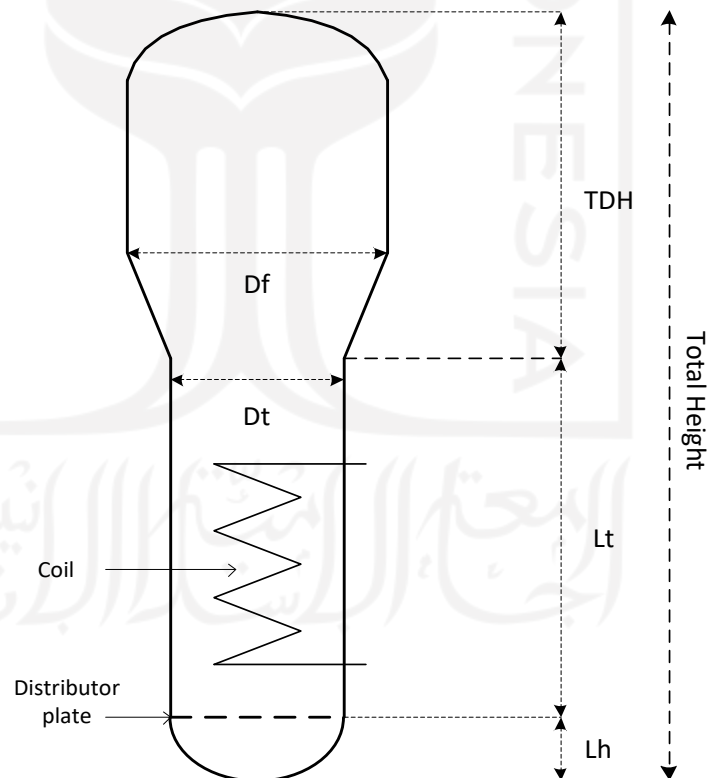
$$= \frac{3,14 \times 397,295^2}{4} = 123907,2736 \text{ cm}^2$$

Jumlah lubang 2682,469 lubang

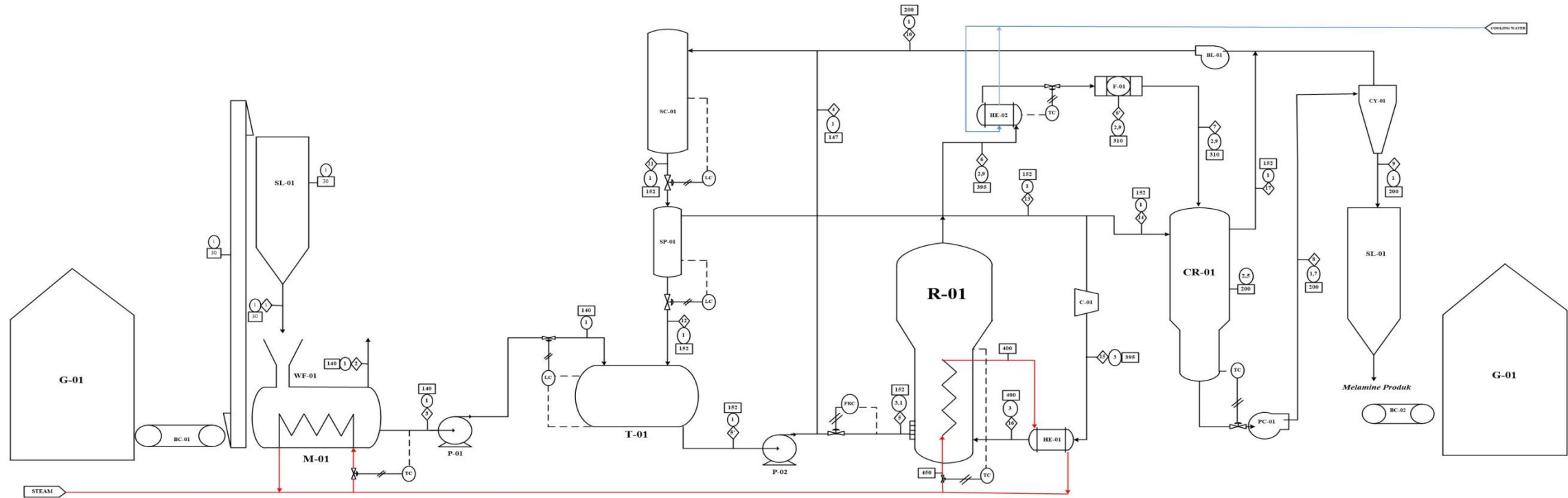


### Rangkuman Reaktor

Fungsi	Mereaksikan urea menjadi melamin, $\text{CO}_2$ dan $\text{NH}_3$
Tipe	Fluidized bed reactor
Jumlah	1
Tinggi, total	12,246 meter
Total Disengaging Head	2,224 meter
Tinggi zone reaksi (Lt)	4,12 meter
Tinggi head bawah (Lh)	0,903 meter
Diameter freeboard (Df)	5,013 meter
Diameter zone reaksi (Dt)	3,973 meter
Tebal	0,923 in
Bahan	Plate Steel SA 129 grade B
Kondisi Operasi	3 Atm, $395^\circ\text{C}$



## PRA RANCANGAN PABRIK MELAMINE PROSES BASF KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN




Komponen	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5'	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13	Arus 14	Arus 15	Arus 16	Arus 17
Urea	19843,434	0	19843,434	859,283	21604,464	18984,152	949,208	949,208	949,208	47,460	901,747	1761,030	1761,030	0	0	0	0	0
Biuret	113,905	0	113,905	5,075	222,368	108,830	108,830	108,830	108,830	5,441	103,388	108,463	108,463	0	0	0	0	0
Water	25,978	25,978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melamine	0	0	0	0	0	0	6313,131	6313,131	6313,131	6313,131	0	0	0	0	0	0	0	0
Amonia	0	0	0	0	0	0	13396,692	13396,692	21679,280	0	21679,280	21679,280	0	21679,280	8282,588	8282,588	8282,588	5436,522
CO <sub>2</sub>	0	0	0	0	0	0	17309,272	17309,272	28010,836	0	28010,836	28010,836	0	28010,836	10701,564	10701,564	10701,564	8154,784
Katalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah	19983,318	25,978	19957,339	846,358	21826,833	19092,982	38077,134	38077,134	57061,285	6366,033	50695,252	51559,610	1869,493	49690,116	18984,152	18984,152	18984,152	13591,306

**Keterangan Gambar**

BC-01: Belt Conveyor bahan baku	M-01: Meler
BC-02: Belt conveyor produk	P-01: Pompa
P-02: Pompa	BE-01: Bucket Elevator
BL-01: Blower	PC-01: Pneumatic Conveyor
C-01: Compressor	R-01: Reaktor
CY-01: Cyclone	SC-01: Scrubber
DS-01: Desublimer	SL-01: Silo Bahan Baku
SL-02: Silo Produk	G-01: Gudang bahan baku
SP-01: Separator	G-02: Gudang Produk
T-01: Tangki	HE-01: Heater off gas
WF-01: Weigh Feeder	HE-02: Cooler of gas

SIMBOL	KETERANGAN
□	Temperature
○	Tekanan
◇	Nomor Arus
⊙ (FRC)	Flow Rate Control
⊙ (LC)	Level Control
⊙ (TC)	Temperature Control
⊗	Control Valve
---	Electric Connection
→	Arus Proses
↗	Arus Sinyal Pneumatic



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

---

**PRA RANCANGAN PABRIK MELAMINE  
PROSES BASF (Basic Anilin and Soda Fabric)  
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

---

Di Rancang oleh

1. Muhammad Taufiqurrahman	15521126
2. Ratu Nur Fadilah	16521233

---

Pembimbing

1. Bachrun Sutrisno, Ir.,M.Sc.	
2. Venitaliya Alethea S.A., S.T.,M.Eng.	

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN  
PRARANCANGAN**

1. Nama Mahasiswa : Muhammad Taufiqurrahman  
No. MHS : 15521126
2. Nama Mahasiswa : Ratu Nur Fadilah  
No. MHS : 16521233
- Judul Prarancangan )\* : PRA RANCANGAN PABRIK MELAMINE PROSES  
BASF (*Badische Anilin and Soda Fabric*) DENGAN  
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 29 Maret 2021

Batas Akhir Bimbingan : 25 September 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	10/03/2021	Perhitungan Utilitas	
2	25/03/2021	Revisi Perhitungan Utilitas	
3	02/04/2021	Perhitungan Ekonomi	
4	20/04/2021	Revisi Perhitungan Ekonomi	
5	26/04/2021	Revisi Grafik Analisa Ekonomi	
6	17/05/2021	Naskah Akhir	
7	26/05/2021	Revisi Naskah Akhir	

**Disetujui Draft Penulisan:**

**Yogyakarta, 31 Mei 2021**

**Pembimbing**



**Bachrun Sutrisno, Ir., M.Sc.**

)\* **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN  
PRARANCANGAN**

1. Nama Mahasiswa : Muhammad Taufiqurrahman  
No. MHS : 15521126
2. Nama Mahasiswa : Ratu Nur Fadilah  
No. MHS : 16521233
- Judul Prarancangan )\* : PRA RANCANGAN PABRIK MELAMINE PROSES  
BASF (*Badische Anilin and Soda Fabric*) DENGAN  
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 29 Maret 2021

Batas Akhir Bimbingan : 25 September 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	11/04/2020	Penentuan Judul TA	
2	19/10/2020	Penentuan Kapasitas Pabrik	
3	22/10/2020	Menghitung Neraca Massa	
4	03/12/2020	Revisi Neraca Massa	
5	08/12/2020	Mengitung Neraca Panas	
6	20/01/2021	Perhitungan Alat Besar, Alat Kecil dan Alat Pendukung	
7	08/04/2021	Merancang PEFD	
8	14/04/2021	Revisi PEFD	
9	26/05/2021	Naskah Akhir	

**Disetujui Draft Penulisan:**

**Yogyakarta, 31 Mei 2021**

**Pembimbing,**



**Venitalitya Alethea S. A., S.T., M.Eng.**

)\* **Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy