

PRA RENCANA PABRIK

**MELAMIN DARI UREA DAN AMMONIA DENGAN PROSES BASF
KAPASITAS PRODUKSI 45.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR FLUIDIZED BED**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

ANNASTASIYA BOU PANAWAR PURBA 1014901



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**

REKAM JEJAK PELAJAR

REKAM JEJAK PELAJAR BERKUALITAS DAN BERKEMAMUAN
MELAKUKAKAN KEGIATAN BELAJAR MENYIKSAK

DIKEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA

REKAM JEJAK

REKAM JEJAK

REKAM JEJAK PELAJAR BERKUALITAS DAN BERKEMAMUAN

REKAM JEJAK PELAJAR
REKAM JEJAK PELAJAR BERKUALITAS DAN BERKEMAMUAN
REKAM JEJAK PELAJAR BERKUALITAS DAN BERKEMAMUAN
6172

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

**MELAMIN DARI UREA DAN AMMONIA DENGAN PROSES BASF
KAPASITAS PRODUKSI 45.000 TON / TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR FLUIDIZED BED**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Syarat Menempuh Wisuda
Sarjana Pada Jenjang Strata Satu (S-1)
Di Institut Teknologi Nasional Malang**

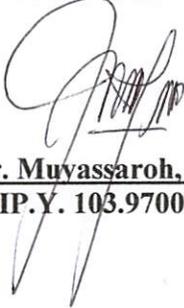
Disusun Oleh :

ANNASTASIYA BOU PANAWAR PURBA 10.14.901

Malang, Agustus 2012

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(Ir. Muyassaroh, MT)
NIP.Y. 103.9700.306

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



(Faidlivah Nilna Minah, ST.MT)
NIP.P. 103.0400.392

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia**



Jimmy, ST, MT
NIP. Y 103.9900.330

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

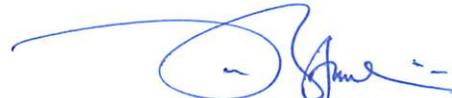
Nama : ANNASTASIYA BOU PANAWAR PURBA
NIM : 10.14.901
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK MELAMIN DARI UREA DAN
AMMONIA DENGAN PROSES BASF
Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :
Hari : SELASA
Tanggal : 07 AGUSTUS 2012
Nilai : B+

Ketua,



Jimmy, ST, MT
NIP.Y. 103.9900.330

Sekretaris,



M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP.Y. 103.0400.400

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,



Ir. Bambang Susila Hadi
NIP.Y. 101.9000.201

Penguji Kedua,



Rini Kartika Dewi, ST, MT
NIP.Y. 103.0100.370

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ANNASTASIYA BOU PANAWAR PURBA
NIM : 10.14.901
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

PRA RENCANA PABRIK

MELAMIN DARI UREA DAN AMMONIA DENGAN PROSES BASF KAPASITAS PRODUKSI 45.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR FLUIDIZED BED

Adalah Skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain yang tidak disebutkan dari sumber aslinya.

Malang, Agustus 2012

Yang membuat pernyataan,



ANNASTASIYA BOU PANAWAR PURBA

10.14.901

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, maka penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pra Rencana Pabrik Melamin Dari Urea Dan Ammonia Dengan Proses BASF Kapasitas Produksi 45.000 Ton/Tahun”**.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi tugas akhir mahasiswa Jurusan Teknik Kimia ITN Malang, sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana (Strata –1) Teknik Kimia.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, terutama pada :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Jimmy, ST. MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ibu Ir. Muyassaroh, MT. selaku pembimbing I skripsi.
5. Ibu Faidliyah Nilna Minah, ST. MT. selaku pembimbing II.
6. Bapak Ir. Bambang Susila Hadi. selaku dosen penguji.
7. Ibu Rini Kartika Dewi, ST. MT. selaku dosen penguji.
8. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan masukan kepada penyusun.
9. Rekan-rekan yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penyusun menyadari Laporan Tugas Akhir ini masih kurang sempurna, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Agustus 2012

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAK	x
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Perkembangan Industri Melamin	I-2
1.3 Kegunaan Melamin Dalam Industri	I-3
1.4 Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk	I-4
1.5 Perkiraan Kapasitas produksi	I-6
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II-1
2.1 Pertimbangan Pemilihan Proses	II-1
2.2 Seleksi Proses	II-5
2.3 Uraian Proses	II-6
BAB III NERACA MASSA	III-1
BAB IV NERACA PANAS	IV-1
BAB V SPESIFIKASI PERALATAN	V-1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA	VI-1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII-1
7.1 Instrumentasi	VII-1
7.2 Keselamatan Kerja	VII-3
BAB VIII UTILITAS	VIII-1
8.1 Unit Pengolahan Air (<i>Water Treatment</i>).....	VIII-1
8.2 Unit Penyediaan Tenaga Listrik.....	VIII-3

DAFTAR ISI

i	LEMBAR PENGESAHAN.....
ii	BERITA ACARA LULUS SKRIPSI.....
iii	PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....
vi	KATA PENGANTAR.....
v	DAFTAR ISI.....
viii	DAFTAR TABEL.....
ix	DAFTAR GAMBAR.....
x	ABSTRAK.....
i-1	BAB I PENDAHULUAN.....
1-1	1.1 Latar Belakang.....
1-2	1.2 Perkembangan Industri Makanan.....
1-3	1.3 Kegunaan Makanan Dalam Industri.....
1-4	1.4 Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk.....
1-6	1.6 Perkiraan Kapasitas produksi.....
ii-1	BAB II SELEKSI DAN TRAYAK PROSES.....
ii-1	2.1 Perkembangan Pemilihan Proses.....
ii-2	2.2 Seleksi Proses.....
ii-6	2.3 Urutan Proses.....
iii-1	BAB III MERACA MASSA.....
iv-1	BAB IV MERACA PANAS.....
v-1	BAB V SPESIFIKASI PERALATAN.....
vi-1	BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA.....
vii-1	BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....
vii-1	7.1 Instrumentasi.....
vii-2	7.2 Keselamatan Kerja.....
viii-1	BAB VIII UTILITAS.....
viii-1	8.1 Uji Pengolahan Air (Water Treatment).....
viii-2	8.2 Uji Perbedaan Tenaga Listrik.....

8.3	Unit Penyediaan Bahan Bakar	VIII-3
8.4	Unit Penyediaan Refrigerant	VIII-4
BAB IX	LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	IX-1
9.1	Lokasi Pabrik	IX-1
9.2	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Lay Out</i>).....	IX-5
9.3	Tata Letak Peralatan Proses	IX-11
BAB X	STRUKTUR DAN ORGANISASI PERUSAHAAN.....	X-1
10.1	Bentuk Perusahaan	X-1
10.2	Struktur Organisasi.....	X-3
10.3	Tugas dan Wewenang	X-4
10.4	Sistem Kepegawaian Dan Sistem Gaji.....	X-10
10.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan	X-11
10.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	X-13
10.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	X-17
10.8	Manajemen Perusahaan.....	X-18
10.9	Perencanaan Produksi	X-18
10.10	Pengendalian Produksi	X-18
BAB XI	ANALISA EKONOMI	XI-1
11.1	Faktor-faktor Penentu.....	XI-1
11.2	Penafsiran Harga Alat	XI-3
11.3	Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	XI-4
11.4	Penentuan Total Production Cost (TPC).....	XI-5
11.5	Laba Perusahaan.....	XI-6
11.6	Analisa Probabilitas	XI-7
BAB XII	KESIMPULAN	XII-1
DAFTAR PUSTAKA		
APPENDIKS A		
APPENDIKS B		
APPENDIKS C		
APPENDIKS D		

APPENDIKS E
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.2.1	Data Perkembangan Melamin Di Indonesia	I – 2
Tabel 7.2.3	Perlitan Keselamatan Kerja	VII – 7
Tabel 9.1	Perincian Luas Pabrik	IX – 7
Tabel 10.5.1	Jadwal Kerja Karyawan Pabrik	X – 12
Tabel 10.6.2	Tingkat Pendidikan Karyawan	X – 13
Tabel 10.6.3	Daftar Jumlah Karyawan	X – 15
Tabel 10.6.4	Daftar Upah (Gaji) Karyawan	X – 16
Tabel 11.5.1	<i>Cash Flow</i> untuk NPV selama 10 tahun.....	XI – 12
Tabel 11.5.2	<i>Cash Flow</i> untk IRR	XI – 12

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.2	Gugus Molekuk Melamin	I – 2
Gambar 2.1.1	Proses Dicyanamida	II – 1
Gambar 2.1.3.1	Proses Montedison	II – 3
Gambar 2.1.3.2	Proses Nissan	II – 3
Gambar 2.1.3.3	Proses BASF	II – 4
Gambar 2.1.3.4	Proses Stamicarbon	II – 4
Gambar 2.1.3.5	Proses OSW	II – 5
Gambar 9.1	Lokasi Pabrik Melamin	IX – 8
Gambar 9.2	Tata Letak Pabrik Melamin	IX – 9
Gambar 9.3	Tata Letak Peralatan Proses Pabrik Melamin	IX – 11
Gambar 10.1	Struktur Organisasi Pabrik Melamin	X – 21
Gambar 11.5.1	<i>Break Event Point</i> Pra Rencana Pabrik Melamin	XI – 13

PRA RENCANA PABRIK
MELAMIN DARI UREA DAN AMMONIA DENGAN PROSES BASF
KAPASITAS PRODUKSI 45.000 ton/tahun

Disusun Oleh:

1. Syaifiah Silmia : 08.14.019
2. Annastasiya Bou Panawar Purba : 10.14.901

Dosen Pembimbing:

- Ir. Muyassaroh, MT
- Faidliyah Nilna M, ST, MT

ABSTRAK

Melamin merupakan 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 monosiklik berwarna putih. Melamin diantaranya digunakan sebagai bahan baku pembuatan melamin resin, bahan sintesa organik, bahan pencampur cat, pelapis kertas, tekstil, penyamakan kulit, dan lain-lain.

Melihat kebutuhan melamin pada masa sekarang ini, seiring dengan industri-industri pemakainya yang 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.

Pabrik Melamin ini direncanakan didirikan di Subang, Jawa Barat dengan kapasitas produksi sebesar 45.000 ton/tahun dan mulai beroperasi pada tahun 2015. Model operasi yang diterapkan adalah sistem kontinue dengan waktu operasi 330 hari/tahun dan 24 jam/hari. Utilitas yang digunakan meliputi air, steam, listrik, air pendingin dan bahan bakar. Bentuk perusahaan ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi garis dan staf.

Dari hasil perhitungan ekonomi didapat $BEP = 55,76\%$; $POT = 2,6936$ tahun; $ROI_{BT} = 38,8\%$ $ROI_{AT} = 27,1\%$; $IRR = 22,54\%$; dan $TCI = Rp466.800.848.117,06$ Dengan demikian maka pabrik layak untuk didirikan.

Kata Kunci :Melamin, bahan baku, Desublimier



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan makin meningkatnya perkembangan pembangunan industri di Indonesia, maka dengan kemajuan ini dapat terlihat bahwa dengan semakin banyaknya pendirian pabrik yang mengolah bahan mentah menjadi bahan jadi serta meningkatnya industri barang untuk modal termasuk industri mesin dan peralatan. Peningkatan pertumbuhan industri proses, terutama dalam sektor industri perkayuan, industri molding, industri tekstil, industri kertas, dan industri perlengkapan elektronika, menyebabkan kebutuhan akan sarana dan prasarana penunjang termasuk bahan baku, juga ikut mengalami peningkatan.

Pada saat ini pemerintahan Indonesia sedang melakukan pengembangan dalam berbagai bidang industri. Salah satunya dengan cara memenuhi kebutuhan bahan-bahan industri melalui pendirian pabrik-pabrik industri kimia. 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, pembuatan plastik, bahan perekat (adhesives), peralatan makan, papan tulis whiteboard, laminates, pencetakan (moulding), flame retardant, 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.^[1]

Melihat kebutuhan melamin pada saat ini, sehubungan dengan permintaan dari industri-industri yang meningkat, maka pendirian pabrik melamin sangat diperlukan.

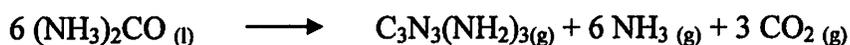
Prospek melamin sebagai suatu produk di Indonesia adalah sangat menguntungkan. Indonesia merupakan Negara yang banyak menghasilkan kayu, oleh sebab itu banyak membutuhkan melamin dalam industri perkayuan. Industrialisasi dan perbaikan standar

hidup menyebabkan pertumbuhan pasar domestic untuk decorative laminate, terutama industri-industri perabotan dan alat-alat dapur, demikian juga sebagai senyawa moulding untuk memproduksi dinner set dan tahan panas.

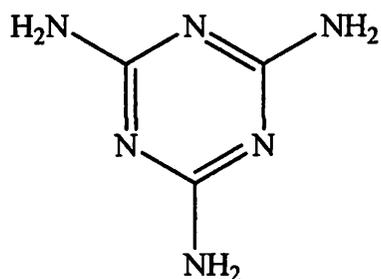
Hal ini bertujuan untuk mengantisipasi banyaknya permintaan didalam negeri, mengurangi impor melamin dan membuka tenaga kerja baru.

1.2. Perkembangan Industri Melamin

Melamina pertama kali disintesis oleh Liebig pada tahun 1834. Pada produksi awal, kalsium sianamida diubah menjadi disiandiamida, kemudian dipanaskan di atas titik leburnya untuk menghasilkan melamina. Namun, pada zaman sekarang, kebanyakan pabrik industri menggunakan urea untuk menghasilkan melamina melalui reaksi berikut:



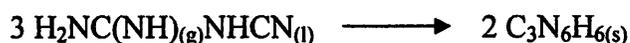
Pertama-tama, urea terurai menjadi asam sianat pada reaksi endotermik: $(\text{NH}_2)_2\text{CO}_{(s)} \rightarrow \text{HCNO}_{(l)} + \text{NH}_3(g)$. Kemudian asam sianat berpolimerisasi membentuk melamina dan karbon dioksida: $6 \text{HCNO}_{(l)} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6(s) + 3 \text{CO}_2(g)$. Reaksi kedua adalah eksotermik, namun keseluruhan proses reaksi bersifat endotermik. Kemudian di tahun 1885 A.W Von Hoffmann mempublikasikan struktur molekul melamin, sebagai berikut :



Gambar 1.2. Gugus molekul melamin

Selanjutnya melamin banyak dijumpai pada aplikasi industri untuk proses produksi resin melamin formaldehid. [2]

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, sesuai persamaan reaksi



Beberapa riset melamin dari urea pertama kali dilakukan pada tahun 1960- oleh DSM, suatu perusahaan belanda yang bergerak dalam bidang industri kimia. Sejak tahun 1965-sekarang. Hampir semua pabrik melamin baru, menggunakan urea sebagai bahan baku.

Saat ini Indonesia memiliki dua pabrik yang memproduksi melamin, (CIC 2000), yaitu:

a. 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

b. 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.^[3]

Sebagai gambaran, berikut ini disajikan data impor, dan ekspor melamin di Indonesia dari tahun 2006-2011^[4].

Tabel 1.2.1 Perkembangan Produksi, Impor, Ekspor, dan Total Kebutuhan Melamin Indonesia 2006 – 2010.

Tahun	Eksport(ton)	Impor(ton)	Produksi(ton)	Total Konsumsi(ton)
2006	48.857	6674	69.000	111.183
2007	52773	4679	67.000	115.094
2008	33511	6992	50.000	76.519
2009	20372	9320	46.250	57.302
2010	41699	12668	65.000	94.031
Rata-rata	39.442	8.067	59.450	90.826

1.3. Kegunaan Melamin Dalam Industri

Konsumen melamin yang terutama dalam sector industri adhesive adalah industry woodworking, selain itu terserap dalam sector industry moulding, laminasi, pelapisan permukaan, paper treatment, terxstile, dan lain-lain sebagainya.

Untuk mengetahui lebih jauh gambaran konsumsi melamin dalam sector industry, berikut diuraikan sector-sektor industry yang menggunakan dalam melamin dalam proses produksi.

1. *Sector industry adhesikve(Perekat)*

Yang dimaksud dengan industri adhesive adalah sector industry yang memproduksi adhesive untuk keperluan perekat pada industry woodworking, seperti industry plywood, industry blockboard, industry partikel board, dan sejenisnya.

2. *Sector industry laminasi(decorative laminates)*

Produk industry laminasi ini banyak digunakan untuk melapisi produk-produk furniture yang terbuat dari kayu, misalnya untuk melapisi meja, kursi, pintu, daun pintu dan lain sebagainya.

3. *Sector industry moulding compounds (komponen dasar)*

Industry moulding yang antara lain menghasilkan alat-alat keperluan rumah tangga seperti piring, gelas, sendok, mangkuk, dan lain-lain merupakan salah satu konsumen senyawa melamin.

4. *Sector industry surface coating(resin pelapis)*

Dalam sector industri ini melamin hanya digunakan sebagai bahan pembantu saja. Pada industry cat misalnya, melamin digunakan sebagai bahan untuk mengikat zat warnanya. Pada industry dempul, melamin digunakan sebagai bahan pengeras, sedangkan dalam industry thinner digunakan sebagai filter.

5. *Sector industry lainnya*

Beberapa sector industry lainnya yang menggunakan melamin sebagai bahan pembantu dalam proses produksi ataupun salah satu bahan baku adalah sector industry kertas, industry tekstil, dan industry perlengkapan elektronik.

Dalam prosentase, penggunaan melamin dalam berbagai industry adalah sebagai berikut:^[8]

Jenis Industri	Eropa(%)	USA(%)	Jepang(%)
Laminasi	47	35	6
Glue, adhesive	25	4	62
Moulding compound	9	9	16
Coating	8	39	12
Kertas, tekstil	11	5	3
Lain-lain	-	8	1
Total	100	100	100

1.4. Sifat-sifat Bahan baku dan Produk

1.4.1. Bahan Baku

UREA

➤ Sifat fisik urea :

- Rumus molekul : $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
- Bobot molekul : 60,06 g/mol
- Bentuk : solid Prill
- Bentuk Kristal : tetragonal, jarum atau prisma
- Titik leleh : $132,7^\circ\text{C}$
- Titik didih : 195°C
- Bulk density : 0,74 g/cc
- Specific gravity : 1,335 (solid) g/cc
- Energi pembentukan : $-47,120$ kal/mol (250C)
- Kapasitas panas (C_p) : 1,340 (2930K)

➤ Sifat kimia urea :

- Larut dalam air, ethanol dan benzene
- Sedikit larut dalam ether

➤ Komposisi Bahan Baku Urea:

- $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$: 99,3%
- $\text{NH}(\text{CONH}_2)_2$: 0,57%
- H_2O : 0,13%

Produk Utama

Melamin

➤ Sifat fisik melamin :

- Rumus molekul : $\text{C}_3\text{N}_6\text{H}_6$
- Bobot molekul : 126,13 g/mol
- Titik leleh : 350°C
- Bentuk : Zat padat Kristal berwarna putih
- Panas pembentukan (25°C) : 71,72 kJ/mol
- Panas pembakaran (25°C) : -1976 kJ/mol
- Panas sublimasi (25°C) : -121 kJ/mol

- Density : 1,573 g/cm³
- Kapasitas panas (Cp)
 - Pada 273 – 353 °K : 1470 J kg⁻¹ K⁻¹
 - Pada 300 – 450 °K : 1630 J kg⁻¹ K⁻¹
 - Pada 300 – 550 °K : 1720 J kg⁻¹ K⁻¹

➤ Sifat kimia melamin :

- Larut dalam air, gliserol, pyridin, ethyl cellosolve
- Sedikit larut dalam ethanol
- Tidak larut dalam eter, benzene, CCL₄. [5],[6],[7]

Ammoniak

➤ Sifat fisis Ammoniak

- Rumus molekul : NH₃
- Berat molekul : 17,03 g/mol
- Kenampakkan gas : gas atau liquid tidak berwarna
- Spesifik gravity : 0,77 pada 0 °C
- Spesifik volume : 22,7 cuft/lb pada 70 °C
- Titik didih : -33,35 °C
- Titik beku : -77,7 °C
- Panas pembekuan, 25 °C : -71,765 J/mol
- Panas Penguapan : 1385,14 J/gram
- Tekanan uap liquida : 8,5 atm pada 20 °C

➤ Sifat kimia Ammoniak

- Mudah terbakar dan beracun
- Mempunyai bau yang tajam
- Sangat larut dalam air, alcohol, dan ether pada temperature kamar
- Cepat berubah menjadi liquida bila pada perubahan tekanan [5],[6],[7]

1.5. Perkiraan Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi perlu direncanakan untuk pembangunan suatu pabrik. Jumlah ini mengatasi permintaan kebutuhan melamin di dalam dan luar negeri dan juga memenuhi kebutuhan dunia. Perkiraan kapasitas pabrik dapat ditentukan menurut nilai konsumsi setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun waktu tertentu.

Penentuan kapasitas pabrik melamin dengan pertimbangan pertimbangan sebagai berikut :

1.5.1. Perkiraan kebutuhan melamin di Indonesia

Untuk memperkirakan pabrik baru yang akan didirikan pada tahun 2015, maka digunakan perhitungan sesuai dengan persamaan^[9] :

$$F = P (1 + i)^n$$

Tabel 1.5.1.1 Perkembangan Produksi, Impor, Ekspor, dan Total Kebutuhan Melamin Indonesia 2006 – 2010.

Tahun	Ekspor(ton)	Impor(ton)	Produksi(ton)	Total Konsumsi(ton)
2006	48.857	6674	69.000	111.183
2007	52773	4679	67.000	115.094
2008	33511	6992	50.000	76.519
2009	20372	9320	46.250	57.302
2010	41699	12668	65.000	94.031
Rata-rata	39.442	8.067	59.450	90.826

Tabel 1.5.1.2 Data persentase kebutuhan melamin tahun 2006-2010

Tahun	Ekspor(%)	Impor(%)	Produksi(%)	Total Konsumsi(%)
2006	-	-	-	-
2007	8,01	-29,89	-2,89	3,518
2008	-36,49	49,43	-25,37	-33,52
2009	-39,20	33,29	-7,50	-25,11
2010	104,68	35,92	40,54	64,09
Rata-rata	9,25	22,18	1,19	1,79

Dari table 1.5.1.2 dapat dilihat bahwa produksi melamin mengalami kenaikan rata-rata sebesar 1,19 %.^[9]

Pada proses pembuatan melamin ini data yang diperlukan adalah data nilai dari konsumsi, produksi, ekspor, dan import pada tahun 2006-2010, sehingga besarnya kapasitas produksi dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Rumus: } F = P (1 + i)^n$$

Dimana:

M = jumlah yang diperkirakan

Po = nilai tahun terakhir

I = kenaikan rata-rata

N = selisih tahun (2015-2010)

- Untuk kenaikan rata-rata import 22,18 % maka perkiraan import melamin pada tahun 2015 adalah:

$$M_1 = P(1+i)^n$$

$$\begin{aligned} M_1 &= 12.668 (1+0,2218)^5 \\ &= 34.491 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Untuk kenaikan rata-rata produksi 1,19 % maka perkiraan import melamin pada tahun 2015 adalah:

$$M_2 = P(1+i)^n$$

$$\begin{aligned} M_2 &= 65.000(1+0,0119)^5 \\ &= 68.961 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Untuk kenaikan rata-rata ekspor 9,25 % maka perkiraan import melamin pada tahun 2015 adalah:

$$M_4 = P(1+i)^n$$

$$\begin{aligned} &= 41.699 (1+0,0925)^4 \\ &= 43.263 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Untuk kenaikan rata-rata konsumsi 1,79 % maka perkiraan import melamin pada tahun 2015 adalah:

$$M_5 = P(1+i)^n$$

$$\begin{aligned} &= 94.031 (1+0,0179)^5 \\ &= 102.754 \text{ ton} \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas pabrik melamin yang didirikan tahun 2015 adalah:

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

$$M_3 = (43.623 + 102.754) - (34.491 + 68.691)$$

$$= 43.195 \text{ ton} \approx 45.000 \text{ ton}$$

Kapasitas terkecil pabrik melamin di Indonesia adalah 20.000 ton/tahun. Dengan dasar perhitungan diatas dan kapasitas terkecil pabrik melamin di atas, serta pertimbangan ketersediaan bahan baku dan analisa peluang diatas, maka dapat diambil kapasitas produksi pada tahun 2015 adalah 45.000 ton/tahun

Tabel 1.5.1.3. Data kebutuhan melamin di indonesia tahun 2006-2011^[4]

Tahun	Impor(ton)	Kenaikkan (%)
2006	6674	-
2007	4679	-0,29
2008	6992	0,49
2009	9320	0,33
2010	12668	0,36
Jumlah	40333	0,89
Rata-rata	8066,6	0,18

(Sumber. Badan Pusat Statistik, HS Code DME: 2933610000)

1.5.2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku pembuatan melamin berupa urea, dapat dipenuhi dari dalam negeri dimana produksi urea di Indonesia cukup besar. Hal ini dapat dilihat dari perkembangan produksi urea di Indonesia yang mengalami peningkatan setiap tahunnya dan telah diekspor dalam jumlah yang besar. Berikut ini data- data produksi urea dan perkembangan ekspor urea di Indonesia sampai tahun 2000.

Tabel 1.5.2.1 Perkembangan produksi dan ekspor urea Indonesia 1996-2000

Tahun	Produksi (ton)	Ekspor (ton)
1996	6.199.900	1.260.002
1997	6.305.700	2.087.612
1998	7.585.200	1.520.543
1999	7.839.900	2.052.184
2000	7.824.700	1.021.269

1.5.3. 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 beroperasi di dunia.

Table 1.5.1.3 Kapasitas produksi perusahaan melamin di dunia^[8]

Negara	Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
Fed. Rep. Germany	BASF	42.000
Netherland	DSM	90.000
United Sates	Melamine Chemichal	47.000
Japan	Mitsui Toatsu	38.000
Taiwan	Taiwan Fertilizer	10.000

Berdasarkan ketiga pertimbangan diatas maka untuk perancangan awal pabrik melamin ini ditetapkan dengan kapasitas 45.000 ton/tahun.

BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

2.1. Pertimbangan Pemilihan Proses

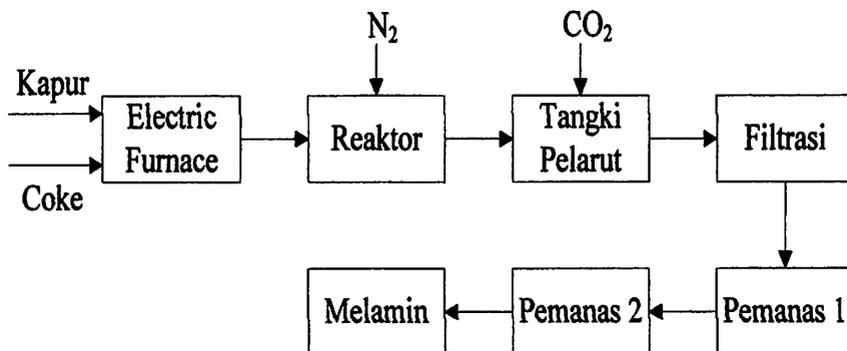
Produksi melamin secara komersial dapat dilakukan dengan berbagai macam proses, yaitu:

1. Proses Dicyanamida^[8]
2. Proses Elektronika Hydrogen Cyanida^[8]
3. Proses Urea^[8]

2.1.1. Proses Dicyanamida

Proses ini didasarkan pada reaksi antara dicyanamida dan amonia pada suhu tertentu. Secara singkat pembuatan dicyanamida adalah sebagai berikut:

Bahan dasar: - kapur
- Coke
- Nitrogen (dari udara)



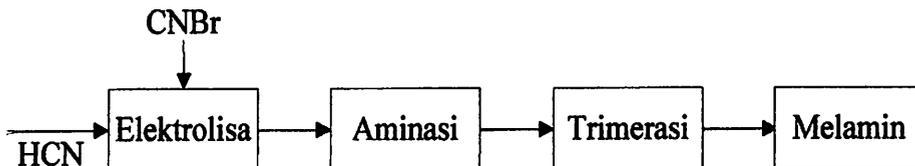
Gambar 2.1.1. Blok Diagram Proses Pembuatan Melamin Dengan Dicyanamida

Pengembangan proses ini dilakukan oleh Ciba Corporation (Jerman), American Cyanamida Co. (USA), dan Suddenstche Manistichstoff Works (Austria). Ciba Co. mengembangkan proses pada suhu yang relatif rendah (± 110 °C) dalam suatu autoclave dengan menggunakan amonia anhydrous. Kemudian produk melamin yang dihasilkan mencapai 98%.

Proses ini menghasilkan produk yang cukup baik tanpa adanya produk samping. Masalah yang dihadapi adalah dari segi korosi alat, dimana pada autoclave timbul korosi yang memungkinkan terkontaminasinya dengan produk.

2.1.2. Proses Elektronika Hydrogen Cyanida

Pada proses ini hidrogen cyanide diubah menjadi cyanogen bromide secara elektrolisis dalam larutan ammonium bromida. Selanjutnya dilakukan aminasi cyanogen bromida pada suhu pelarut yang dipilih. Ammonium bromida yang terbentuk direcycle kembali.



Gambar 2.1.2. Blok Diagram Proses Pembuatan Melamin Dengan HCN

Cyanogen bromida yang dihasilkan bersifat volatil (titik didih 61,6 °C) sehingga mudah dipisahkan dari anolyte yang selanjutnya dikonversi menjadi cyanamida dan melamin. Kemurnian produk dapat mencapai 90%, akan tetapi proses ini menggunakan membrane dan biaya peralatannya mahal, selain itu produk yang dihasilkan beracun.

2.1.3. Proses Elektronika Proses Urea

Setelah Mc Kay menemukan sintesa melamin dari urea pada tahun 1940, banyak bermunculan proses pembuatan melamin dari urea yang dipatenkan. Pada suhu 390-410 °C, melamin dapat disintesa dari urea dengan reaksi berikut :



Reaksi overall adalah endothermic dan membutuhkan 649 kJ/mol melamin, dimulai dari leburan urea pada 135 °C. sintesa ini dapat berlangsung baik dengan maupun tanpa katalis. Apabila tanpa katalis, maka tekanan operasi harus lebih tinggi. Penggunaan katalis yang sesuai akan menghasilkan melamin yang baik pada tekanan atmosfer atau sedikit di atasnya.

Secara garis besar, proses pembuatan melamin dari urea dapat dibagi dalam dua kategori :

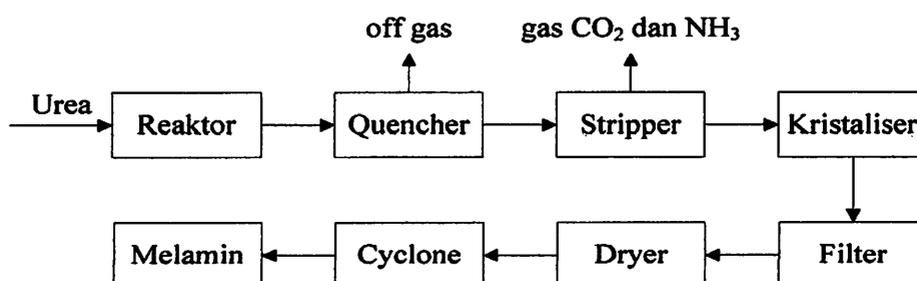
- 1) Tanpa Katalis, Tekanan Tinggi
 - Montedison (ausind) Process
 - Nissan Process
- 2) Dengan Katalis, Tekanan Rendah
 - BASF Process
 - Stamicarbon Process

- OSW (Oesterrische Stiekstoffwerke) Process

Dan tiap proses terdiri dari atas tiga bagian proses, yaitu sintesa, recovery dan pemurnian melamin, serta pengolahan gas buang.^[4]

2.1.3.1. Proses Montedison

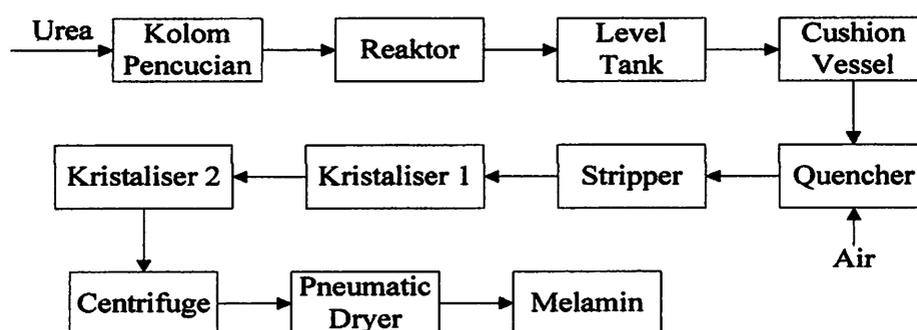
Proses Montedison beroperasi pada suhu 360 °C dan tekanan 30 atm. Temperatur operasi dipertahankan dengan menyuplai molten salt melalui heating system. Sebagai gas fluidisasi adalah amonia, waktu tinggal dalam reaktor kira-kira 20 menit.^[8]



Gambar 2.1.3.1. Blok Diagram Pembuatan Melamin Dengan Proses Montedison

2.1.3.2. 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.^[8]



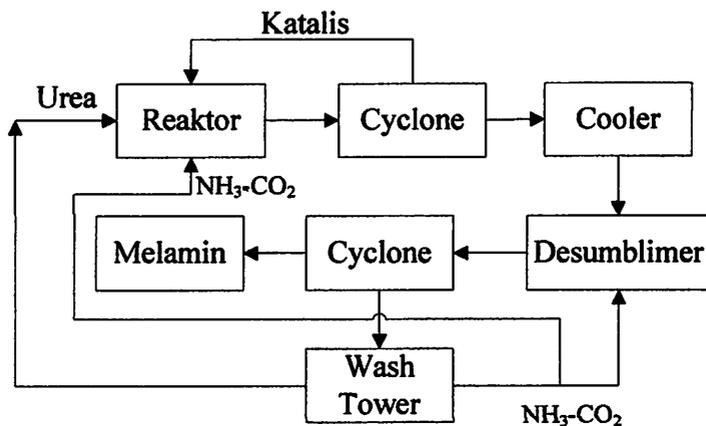
Gambar 2.1.3.2. Blok Diagram Proses Pembuatan Melamin Dengan Proses Nissan

2.1.3.3. Proses BASF

Pada proses ini menggunakan reaktor satu stage, dimana lelehan urea diumpungkan 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 %.^[8]

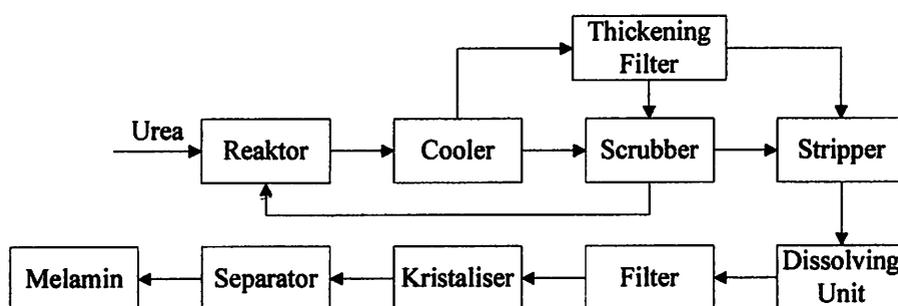


Gambar 2.1.3.3. Blok Diagram Proses Pembuatan Melamin Dengan Proses BASF

2.1.3.4. Proses Stamicarbon

Proses Stamicarbon dikemukakan oleh Duth State Mines (DSM) sehingga proses ini juga dikenal dengan nama DSM Process. Process ini hanya terdiri dari satu tahap reaksi katalitik yang berlangsung pada tekanan rendah.

Leburan urea dimasukkan dalam bagian bawah suatu reaktor “*Fluidized Bed*” dengan katalis aluminosilat. Sebagai gas fluidisasi adalah amonia yang dipanaskan dengan media leburan garam. Reaksi berlangsung pada suhu 330-450 °C dan tekanan 0,7 Mpa. Proses kristalisasi dilakukan dalam vakum kristaliser. Hasil dipisahkan dengan hydrocyclone dan centrifuge. Kemudian kristal melamin dikeringkan dalam suatu pneumatic dryer dan siap dipasarkan.^[10]



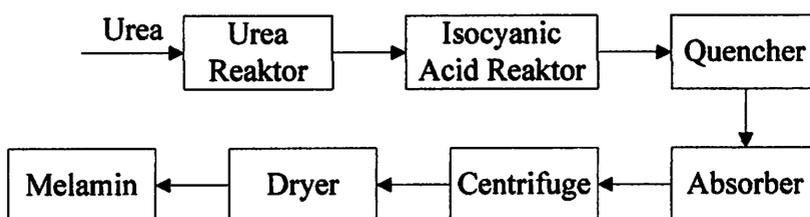
Gambar 2.1.3.4. Blok Diagram Proses Pembuatan Melamin Dengan Proses Stamicarbon

2.1.3.5. Proses OSW

Dalam proses ini dibagi menjadi 2 tahapan yaitu :

1. Terdekomposisinya urea dalam reaktor unggun terfluidisasi (*Fluidized Bed Reaktor*).
2. Terbentuknya melamin dalam *Fixed Bed Catalytic Reaktor*.

Urea yang digunakan dalam pembuatan melamin berbentuk butiran – butiran kecil (prilled urea) dengan kemurnian 99,3%.



Gambar 2.1.3.5. Blok Diagram Proses Pembuatan Melamin Dengan Proses OSW

2.1. Seleksi Proses

Berikut ini adalah perbandingan antara proses-proses yang telah disebutkan di atas berdasarkan bahannya^[8]:

Paramater	Dicyanamida	HCN Process	Urea Process
Bahan Baku	Sulit didapat	Mudah didapat	Mudah didapat
Kemurnian Produk	± 98 % berat	± 90 % berat (beracun)	± 90-99 % berat
Perawatan	Sangat sulit karena korosif	Sulit karena menggunakan membran	Relatif mudah
Aspek Ekonomis	Mahal	Murah	Murah

Proses pembuatan melamin dari urea masih banyak variasi prosesnya, berikut ini adalah perbandingan macam proses tersebut :

Parameter	Proses			
	Nissan	Montedison	BASF	Stamicarbon
Tekanan	40 atm	30 atm	Atmosfir	0,7 Mpa
Suhu	400 °C	360 °C	395-400 °C	400 °C
Katalis	-	-	Alumina	Silica-alumina
Gas Fluidisasi	NH ₃	NH ₃	NH ₃ -CO ₂	NH ₃
Kemurnian Produk	99,9 %	99,9 %	99,9 %	99,8 %
Konversi	98 %	97 %	95 %	97%

Dari parameter di atas, maka dalam perancangan pabrik dipilih proses Urea dengan menggunakan proses BASF karena :

- Tekanan yang digunakan tidak terlalu tinggi (atmosfir)
- Kemurnian produk yang dihasilkan ± 90-99 %
- Bahan baku dan alat yang digunakan lebih ekonomis
- Bahan baku yang digunakan mudah di dapat dan di peroleh dalam negeri tanpa harus impor dari luar negeri.

2.1. Uraian Proses

2.3.1. Langkah Proses

Proses pembuatan melamin dengan metode BASF dari urea dapat dibagi menjadi lima tahap :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemurnian produk
4. Tahap pemisahan produk
5. Tahap penanganan produk

1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku urea disimpan di tempat penyimpanan urea (F-114) pada suhu kamar 30°C. Dari tempat penyimpanan, urea diumpankan ke melter (F-115) untuk dilelehkan pada suhu 140°C.



Dari melter lelehan urea dimasukkan ke holding tank (F-117). Dari holding tank lelehan urea dialirkan menuju ke dua tempat, yaitu scrubber (H-110) dan reaktor (R-120). Pada scrubber lelehan urea dipisahkan untuk mengambil kandungan gas dalam lelehan urea. Yang mana gas hasil pemisahan dari scrubber akan dialirkan menuju desublimmer (X-130) dengan terlebih dahulu didinginkan di cooler. Sedangkan lelehan urea dari scrubber dikembalikan ke holding tank dan bercampur dengan lelehan urea yang dari melter yang digunakan sebagai umpan pada reaktor

2. Tahap Reaksi

Dari holding tank (F-117) bahan dimasukkan ke reaktor fluidized bed (R-120), dan off gas dari scrubber selain dialirkan menuju furnace (E-122), yang selanjutnya akan digunakan sebagai fluidizing gas dalam reaktor. Dengan kondisi operasi 400°C tekanan 3 atm dengan menggunakan katalis alumina, sehingga terjadi reaksi sebagai berikut:



3. Tahap Pemurnian Produk

Gas hasil reaksi yang keluar dari reaktor, kemudian didinginkan di cooler (E-131) sampai suhu 310°C gas tersebut kemudian masuk desublimmer. Dalam desublimmer (X-130) gas tersebut dikontakkan dengan *off gas* dari scrubber yang telah didinginkan di cooler (E-135) sampai suhu 130°C yang akan digunakan sebagai pendingin, sehingga gas melamin akan berubah bentuk menjadi zat padat.

Bahan yang keluar dari desublimmer dialirkan dengan menggunakan pneumatic conveyor (J-141) yang akan dimasukkan ke dalam silo penampung produk (F-140) dengan terlebih dahulu dimasukkan ke dalam cyclone (H-142).

4. Tahap Penanganan Produk

Kristal melamin yang masih mempunyai suhu 200°C didinginkan menggunakan Belt Conveyor (E-144) sampai suhu 40°C yang kemudian disimpan di silo melamin (F-145) untuk selanjutnya dilakukan packing, lalu disimpan di gudang melamin (F-147) dan siap untuk dipasarkan.

BAB III NERACA MASSA

Kapasitas produksi : 45.000 ton $C_3H_6N_6$ /tahun

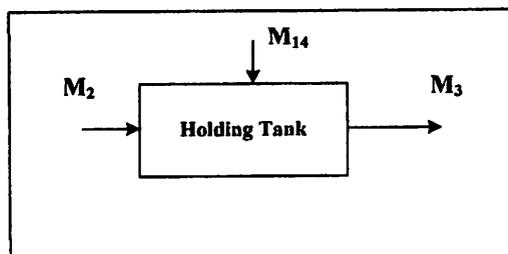
Waktu operasi : 330 hari/tahun, 24 jam/hari

Bahan baku masuk : 16.373,780 kg/jam

Kapasitas : $45.000 \times \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}}$
 : 5.681,818 kg/jam

1. HOLDING TANK (F-117)

Fungsi : Menampung urea melt sementara, untuk menjaga kontinuitas proses



Neraca Massa Total:

$$M_2 + M_{14} = M_3$$

Dimana:

M_2 = Bahan yang masuk dari Melter, Pada $T = 140^\circ\text{C}$

M_{14} = Bahan yang masuk dari Scrubber, Pada $T = 154^\circ\text{C}$

M_3 = Bahan yang keluar dari Holding Tank, Pada $T = 140^\circ\text{C}$

Kondisi Operasi:

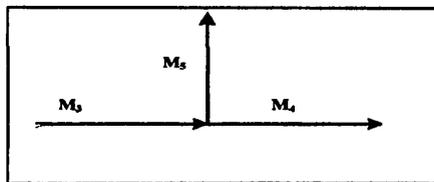
T = Suhu , Pada $T = 140^\circ\text{C}$

P = Tekanan, Pada = 1 atm

Neraca Massa Holding Tank			
MASUK		KELUAR	
M₂ (Dari Melter)		M₃ (Menuju Reaktor dan Scrubber)	
CO(NH ₂) ₂	= 16.259,163 kg/jam	CO(NH ₂) ₂	= 24.388,745 kg/jam
NH(CONH ₂) ₂	= 93,331 kg/jam	NH(CONH ₂) ₂	= 139,996 kg/jam
H ₂ O	= 21,286 kg/jam	H ₂ O	= 31,929 kg/jam
	16.373,780 kg/jam	C ₃ H ₆ N ₆	= 3,421 kg/jam
M₁₄ (Dari Scrubber)			24.564,090 kg/jam
CO(NH ₂) ₂	= 8.129,582 kg/jam		
NH(CONH ₂) ₂	= 46,665 kg/jam		
C ₃ H ₆ N ₆	= 3,421 kg/jam		
H ₂ O	= 10,643 kg/jam		
	8.190,311 kg/jam		
Total	= 24.564,090 kg/jam	Total	= 24.564,090 kg/jam



2. ALIRAN PERCABANGAN (SPLITER) DI SEKITAR HOLDING TANK, SCRUBBER DAN REAKTOR



Neraca Massa Total:

$$M_3 = M_4 + M_5$$

Dimana:

M_3 = Bahan yang masuk dari Holding Tank, Pada $T = 140^\circ\text{C}$

M_4 = Bahan yang keluar menuju Reaktor, Pada $T = 140^\circ\text{C}$

M_5 = Bahan yang keluar menuju Scrubber, Pada $T = 140^\circ\text{C}$

Kondisi Operasi:

T = Suhu , Pada $T = 140^\circ\text{C}$

P = Tekanan, Pada = 1 atm

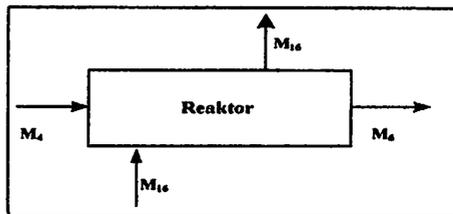
Neraca Massa Spliter Holding Tank

MASUK		KELUAR	
M_3 (Dari Holding tank)		M_4 (Menuju Reaktor)	
CO(NH ₂) ₂	= 24.388,745 kg/jam	CO(NH ₂) ₂	= 17.072,121 kg/jam
NH(CONH ₂) ₂	= 139,996 kg/jam	NH(CONH ₂) ₂	= 97,997 kg/jam
H ₂ O	= 3,421 kg/jam	C ₃ H ₆ N ₆	= 2,395 kg/jam
C ₃ H ₆ N ₆	= 31,929 kg/jam	H ₂ O	= 22,350 kg/jam
	24.564,090 kg/jam		17.194,863 kg/jam
		M_5 (Menuju Scrubber)	
		CO(NH ₂) ₂	= 7.316,623 kg/jam
		NH(CONH ₂) ₂	= 41,999 kg/jam
		C ₃ H ₆ N ₆	= 1,026 kg/jam
		H ₂ O	= 9,579 kg/jam
			7.369,227 kg/jam
Total	= 24.564,090 kg/jam	Total	= 24.564,090 kg/jam

3. REAKTOR (R-120)

Fungsi : Mereaksikan urea menjadi C₃H₆N₆, CO₂ dan NH₃

Tipe : Fluidized bed reactor



Neraca Massa Total:

$$M_4 + M_{16} = M_6 + M_{16}$$

Dimana:

M₄ = Bahan yang masuk dari Holding Tank, Pada T = 140°C

M₁₆ = Bahan *offgas* dari Furnace, Pada T = 430°C

M₆ = Bahan yang keluar menuju Desublimer, Pada T = 400°C

M₁₆ = Bahan *offgas* menuju Melter, Pada T = 400°C

Kondisi operasi : Suhu operasi : 400 °C Konversi : 0,95

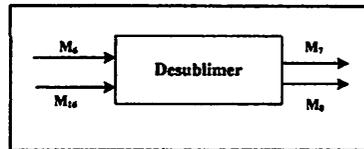
Tekanan : 3 atm

Neraca Massa Reaktor

MASUK		KELUAR	
M₄ (dari Spliter Holding Tank)		M₆ (menuju desublimer)	
CO(NH ₂) ₂	= 17.072,121 kg/jam	CO(NH ₂) ₂	= 853,606 kg/jam
NH(CONH ₂) ₂	= 97,997 kg/jam	NH(CONH ₂) ₂	= 97,997 kg/jam
C ₃ H ₆ N ₆	= 2,395 kg/jam	C ₃ H ₆ N ₆	= 5.679,685 kg/jam
H ₂ O	= 22,350 kg/jam	NH ₃	= 4.599,027 kg/jam
	17.194,863 kg/jam	CO ₂	= 5.942,198 kg/jam
		H ₂ O	= 22,350 kg/jam
			17.194,863 kg/jam
M₁₆ (Recycle Offgas Scrubber)		M₁₆ (Offgas Ke Melter)	
NH ₃	= 14.476,988 kg/jam	NH ₃	= 14.476,988 kg/jam
CO ₂	= 18.705,075 kg/jam	CO ₂	= 18.705,075 kg/jam
	33.182,063 kg/jam		33.182,063 kg/jam
Total	= 50.376,926 kg/jam	Total	= 50.376,926 kg/jam

4. DESUBLIMER (X-130)

Fungsi : Mengkristalkan $C_3H_6N_6$



Neraca Massa Total:

$$M_{18} + M_6 = M_7 + M_8$$

Dimana:

M_6 = Bahan yang masuk dari Reaktor, Pada $T = 400^\circ C$

M_{18} = Bahan *offgas* dari Scrubber, Pada $T = 130^\circ C$

M_7 = Bahan padat yang keluar menuju Silo, Pada $T = 200^\circ C$

M_8 = Bahan *gas* yang keluar dari Desublimer, Pada $T = 200^\circ C$

Kondisi operasi : Suhu operasi : $200^\circ C$

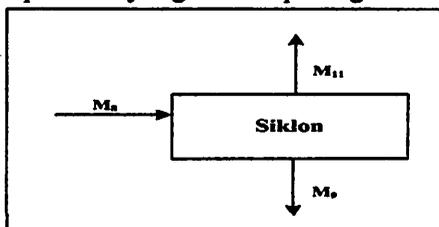
Tekanan : $2,5 \text{ atm}$

Neraca Massa Desublimer

MASUK		KELUAR	
M_6 (Dari Reaktor)		M_8 Offgas (Dari Reaktor)	
$CO(NH_2)_2$	= 853,606 kg/jam	$CO(NH_2)_2$	= 851,899 kg/jam
$NH(CONH_2)_2$	= 97,997 kg/jam	$NH(CONH_2)_2$	= 97,213 kg/jam
$C_3H_6N_6$	= 5.679,685 kg/jam	$C_3H_6N_6$	= 56,797 kg/jam
NH_3	= 4.599,027 kg/jam	NH_3	= 23.675,041 kg/jam
CO_2	= 5.942,198 kg/jam	CO_2	= 30.589,471 kg/jam
H_2O	= 22,350 kg/jam	H_2O	= 22,350 kg/jam
17.194,863 kg/jam		55.292,771 kg/jam	
M_{18} Offgas (Dari Reaktor)		M_7 (Menuju Silo)	
NH_3	= 19.076,015 kg/jam	$CO(NH_2)_2$	= 1,707 kg/jam
CO_2	= 24.647,273 kg/jam	$NH(CONH_2)_2$	= 0,784 kg/jam
	43.723,287 kg/jam	$C_3H_6N_6$	= 5.622,888 kg/jam
			5.625,379 kg/jam
Total	= 60.918,151 kg/jam	Total	= 60.918,151 kg/jam

5. SIKLON (H-142)

Fungsi : Memisahkan partikel padatan yang terikut pada gas hasil reaksi.



Neraca Massa Total:

$$M_8 = M_9 + M_{11}$$

Dimana:

M_8 = Bahan yang masuk dari Desublimer, Pada $T = 200^\circ\text{C}$

M_9 = Bahan yang keluar menuju Silo, Pada $T = 200^\circ\text{C}$

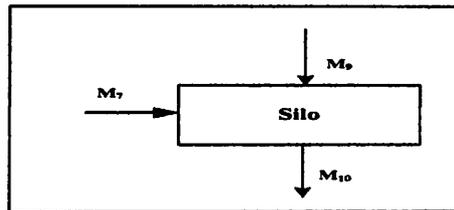
M_{11} = Bahan padat yang keluar menuju Spitter, Pada $T = 200^\circ\text{C}$

Neraca Massa Siklon

MASUK	KELUAR
M_8 (Dari Reaktor)	M_{11} Offgas (Dari Desublimer)
CO(NH ₂) ₂ = 851,899 kg/jam	CO(NH ₂) ₂ = 850,195 kg/jam
NH(CONH ₂) ₂ = 97,213 kg/jam	NH(CONH ₂) ₂ = 96,435 kg/jam
C ₃ H ₆ N ₆ = 56,797 kg/jam	C ₃ H ₆ N ₆ = 2,840 kg/jam
NH ₃ = 23.675,041 kg/jam	NH ₃ = 23.675,041 kg/jam
CO ₂ = 30.589,471 kg/jam	CO ₂ = 30.589,471 kg/jam
H ₂ O = 22,350 kg/jam	H ₂ O = 22,350 kg/jam
55.292,771 kg/jam	55.236,333 kg/jam
	M_9 (Menuju Silo)
	CO(NH ₂) ₂ = 1,704 kg/jam
	NH(CONH ₂) ₂ = 0,778 kg/jam
	C ₃ H ₆ N ₆ = 53,957 kg/jam
	56,439 kg/jam
Total = 55.292,771 kg/jam	Total = 55.292,771 kg/jam

6. Silo (F-140)

Fungsi : Menampung Produk dari Siklon dan Desublimer



Neraca Massa Total:

$$M_7 = M_9 + M_{10}$$

Dimana:

M_7 = Bahan yang masuk dari Desublimer, Pada $T = 200^\circ\text{C}$

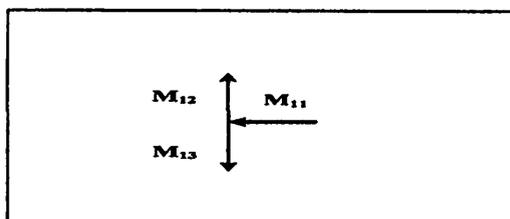
M_9 = Bahan yang masuk Dari Siklon, Pada $T = 200^\circ\text{C}$

M_{10} = Bahan yang keluar menuju Mesin Pengemas, Pada $T = 200^\circ\text{C}$

Neraca Massa Silo

MASUK	KELUAR
M_7 (Dari Reaktor)	M_{10} (Menuju Mesin Pengemas)
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 1,707 \text{ kg/jam}$	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 3,411 \text{ kg/jam}$
$\text{NH}(\text{CONH}_2)_2 = 0,784 \text{ kg/jam}$	$\text{NH}(\text{CONH}_2)_2 = 1,562 \text{ kg/jam}$
$\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6 = 5.622,888 \text{ kg/jam}$	$\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6 = 5.676,845 \text{ kg/jam}$
5.625,379 kg/jam	5.681,818 kg/jam
M_9 Offgas (Dari Siklon)	
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 1,704 \text{ kg/jam}$	
$\text{NH}(\text{CONH}_2)_2 = 0,778 \text{ kg/jam}$	
$\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6 = 53,957 \text{ kg/jam}$	
56,439 kg/jam	
Total = 5.681,818 kg/jam	Total = 5.681,818 kg/jam

7. Aliran Splitter (recycle)

**Neraca Massa Total:**

$$M_{11} = M_{12} + M_{13}$$

Dimana:

M_{11} = Bahan yang masuk dari Desublimer, Pada $T = 200^{\circ}\text{C}$

M_{12} = Bahan produk samping, Pada $T = 200^{\circ}\text{C}$

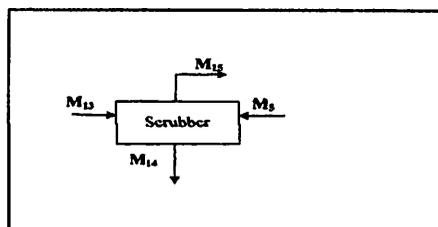
M_{13} = Bahan yang di Recycle menuju Scrubber, Pada $T = 200^{\circ}\text{C}$

Neraca Massa Splitter

MASUK	KELUAR
M_{11} dari Siklon	M_{12} (Purging)
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 850,195 \text{ kg/jam}$	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 37,237 \text{ kg/jam}$
$\text{NH}(\text{CONH}_2) = 96,435 \text{ kg/jam}$	$\text{NH}(\text{CONH}_2) = 91,769 \text{ kg/jam}$
$\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6 = 2,840 \text{ kg/jam}$	$\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6 = 0,445 \text{ kg/jam}$
$\text{NH}_3 = 23.675,041 \text{ kg/jam}$	$\text{NH}_3 = 4599,027 \text{ kg/jam}$
$\text{CO}_2 = 30.589,471 \text{ kg/jam}$	$\text{CO}_2 = 5942,198 \text{ kg/jam}$
$\text{H}_2\text{O} = 22,350 \text{ kg/jam}$	$\text{H}_2\text{O} = 21,286 \text{ kg/jam}$
55.236,333 kg/jam	10.691,962 kg/jam
	M_{13} (Menuju Scrubber)
	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 = 812,958 \text{ kg/jam}$
	$\text{NH}(\text{CONH}_2) = 4,667 \text{ kg/jam}$
	$\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6 = 2,395 \text{ kg/jam}$
	$\text{NH}_3 = 19.076,015 \text{ kg/jam}$
	$\text{CO}_2 = 24.647,273 \text{ kg/jam}$
	$\text{H}_2\text{O} = 1,064 \text{ kg/jam}$
	44.544,371 kg/jam
Total = 55.236,333 kg/jam	Total = 55.236,333 kg/jam

8. SCRUBBER (H-110)

Fungsi : menyaring partikel halus ($C_3H_6N_6$, $C_2H_5N_3O_2$, dan CH_4N_2O) yang terbawa off-gas (CO_2 , dan NH_3)



Neraca Massa Total:

$$M_{13} + M_5 = M_{14} + M_{15}$$

Dimana:

M_{13} = Bahan yang masuk dari Splitter, Pada $T = 200^\circ C$

M_5 = Bahan yang masuk dari Holding Tank , Pada $T = 140^\circ C$

M_{14} = Bahan yang keluar menuju Holding Tank, Pada $T = 154^\circ C$

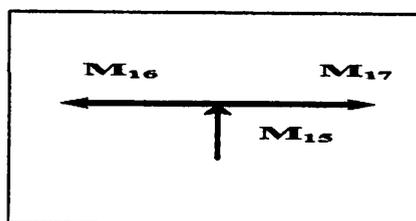
M_{15} = Bahan yang keluar menuju Reaktor dan Desublimer, Pada $T = 154^\circ C$

Neraca Massa Scrubber

MASUK		KELUAR	
M_{11} (dari <i>Recycle</i> Siklon)		M_{14} (menuju Holding)	
$CO(NH_2)_2$	= 812,958 kg/jam	$CO(NH_2)_2$	= 8.129,582 kg/jam
$NH(CONH_2)_2$	= 4,667 kg/jam	$NH(CONH_2)_2$	= 46,665 kg/jam
$C_3H_6N_6$	= 2,395 kg/jam	$C_3H_6N_6$	= 3,421 kg/jam
NH_3	= 19.076,015 kg/jam	H_2O	= 10,643 kg/jam
CO_2	= 24.647,273 kg/jam		
H_2O	= 1,064 kg/jam		
44.544,371 kg/jam		8.190,311 kg/jam	

M₅ (dari Holding Tank)		M₁₅ (Offgas)	
CO(NH ₂) ₂	= 7.316,623 kg/jam	NH ₃	= 19.076,015 kg/jam
NH(CONH ₂) ₂	= 41,999 kg/jam	CO ₂	= 24.647,273 kg/jam
C ₃ H ₆ N ₆	= 1,026 kg/jam		= 43.723,287 kg/jam
H ₂ O	= 9,579 kg/jam		
	7.369,227 kg/jam		
Total	= 51.913,598 kg/jam	Total	= 51.913,598 kg/jam

9. Aliran Splitter

**Neraca Massa Total:**

$$M_{15} = M_{16} + M_{17}$$

Dimana:

- M_{15} = Bahan yang masuk dari Scruber, Pada $T = 200^{\circ}\text{C}$
 M_{16} = Bahan yang di Recycle menuju Reaktor, Pada $T = 154^{\circ}\text{C}$
 M_{17} = Bahan yang di Recycle menuju Desublimer, Pada $T = 154^{\circ}\text{C}$

Neraca Massa Splitter

MASUK		KELUAR	
M_{15} (dari Splitter desublimer)		M_{16} (Menuju Reaktor)	
NH ₃	= 19.076,015 kg/jam	NH ₃	= 14.476,988 kg/jam
CO ₂	= 24.647,273 kg/jam	CO ₂	= 18.705,075 kg/jam
	43.723,287 kg/jam		33.182,063 kg/jam
		M_{17} (Menuju Desublimer)	
		NH ₃	= 4.599,027 kg/jam
		CO ₂	= 5.942,198 kg/jam
			10.541,225 kg/jam
Total	= 43.723,287 kg/jam	Total	= 43.723,287 kg/jam

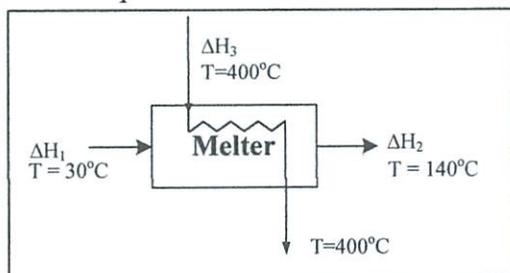
BAB IV NERACA PANAS

Pabrik Melamin

Kapasitas Produksi	=	45.000 ton/tahun
Basis Perhitungan	=	16.373,780 ton/tahun
Waktu Operasi	=	330 hari/tahun
Suhu Referensi	=	25 °C = 298 K

1. MELTER (F-115)

Fungsi : Melelehkan Umpan Urea Padatan



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_3 = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

Dimana :

- ΔH_1 = Panas yang dibawa bahan masuk, Pada $T = 30^\circ\text{C}$
- ΔH_2 = Panas yang dibawa gas NH_3 keluar, Pada $T = 140^\circ\text{C}$
- ΔH_3 = Panas (*offgas*) yang dibutuhkan
- Q_{loss} = Panas yang hilang

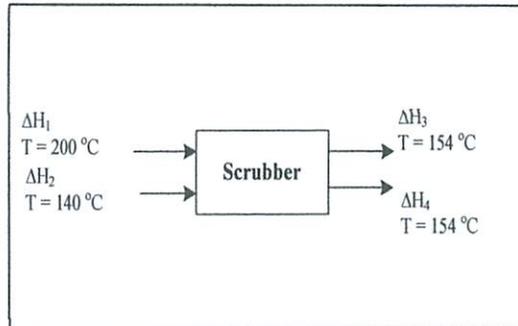
Neraca Panas Melter

Masuk		Keluar	
ΔH_1	= 4.587,36 kcal/jam	ΔH_2	= 5.314.060,38 kcal/jam
ΔH_3	= 5.309.702,38 kcal/jam	Q_{loss}	= 229,37 kcal/jam
Total	= 5.314.289,74 kcal/jam	Total	= 5.314.289,74 kcal/jam

2. SCRUBBER (H-110)

Fungsi : menyaring partikel halus ($C_3H_6N_6$, $C_2H_5N_3O_2$, dan CH_4N_2O) yang terbawa

off-gas (CO_2 , dan NH_3)



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q_{\text{serap}}$$

Dimana :

ΔH_1 = Panas yang dibawa Bahan masuk dari Rec Siklon, Pada $T = 200^\circ C$

ΔH_2 = Panas yang dibawa bahan masuk dari HT, Pada $T = 140^\circ C$

ΔH_3 = Panas yang dibawa keluar scrubber menuju HT, Pada $T = 154^\circ C$

ΔH_4 = Panas yang dibawa *Offgas* keluar, Pada $T = 154^\circ C$

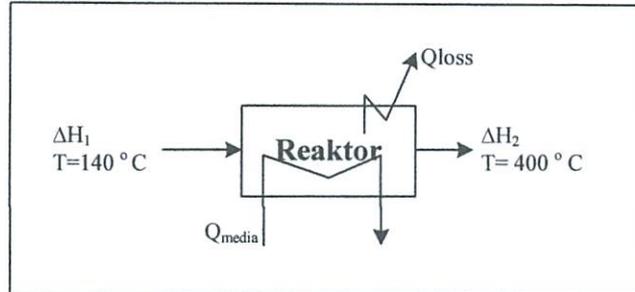
Q_{terserap} = Panas yang diserap

Neraca Panas Scrubber

Masuk			Keluar		
ΔH_1	=	1.991.252,46 kcal/jam	ΔH_3	=	2.875.092,37 kcal/jam
ΔH_2	=	2.391.365,14 kcal/jam	ΔH_4	=	1.416.531,98 kcal/jam
			Q_{terserap}	=	90.993,26 kcal/jam
Total	=	4.382.617,61 kcal/jam	Total	=	4.382.617,61 kcal/jam

3. REAKTOR (R-120)

Fungsi : Mereaksikan urea menjadi $C_3H_6N_6$, CO_2 dan NH_3



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + Q_{media} = \Delta H_3 + \Delta H_R + Q_{loss}$$

Dimana:

ΔH_1 = Panas yang dibawa Bahan masuk, Pada $T = 140^\circ C$

ΔH_2 = Panas yang dibawa gas Fluidasi masuk, Pada $T = 430^\circ C$

ΔH_R = Panas Reaksi yang ada di dalam reaktor

Q_{media} = Panas yang diberikan oleh gas fluidasi

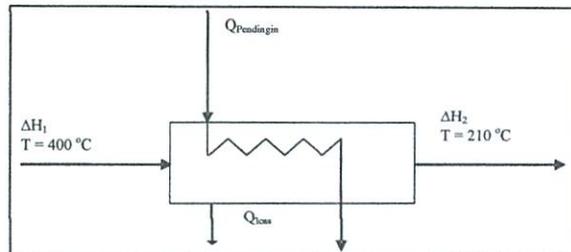
Q_{loss} = Panas yang masuk

Neraca Panas Reaktor

MASUK		KELUAR	
ΔH_1	= 5.579.852,00 kcal/jam	ΔH_2	= 1.324.784,69 kcal/jam
		ΔH_R	= 23.635.655,53 kcal/jam
Q_{media}	= 19.659.580,82 kcal/jam	Q_{loss}	= 278.992,60 kcal/jam
Total	= 25.239.432,82 kcal/jam	Total	= 25.239.432,82 kcal/jam

4. COOLER (E-131)

Fungsi : Menurunkan suhu gas keluar reactor dari 400°C menjadi 210°C



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + Q_{Loss} + Q_{media}$$

Dimana:

ΔH_1 = Panas yang dibawa Bahan masuk, Pada T = 400°C

ΔH_2 = Panas yang dibawa Bahan keluar, Pada T = 210°C

Q_{media} = Panas dari air pendingin masuk

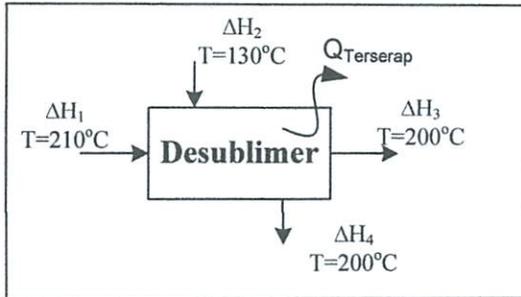
Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca Panas Cooler

Masuk		Keluar	
ΔH_1	= 1.324.784,69 kcal/jam	ΔH_2	= 70.428,25 kcal/jam
		Q_{media}	= 1.188.117,21 kcal/jam
		Q_{loss}	= 66.239,23 kcal/jam
Total	= 1.324.784,69 kcal/jam	Total	= 1.324.784,69 kcal/jam

5. DESUBLIMER (X-130)

Fungsi : Mengubah Fase Gas Menjadi Fase Padatan



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q_{\text{terserap}}$$

Dimana:

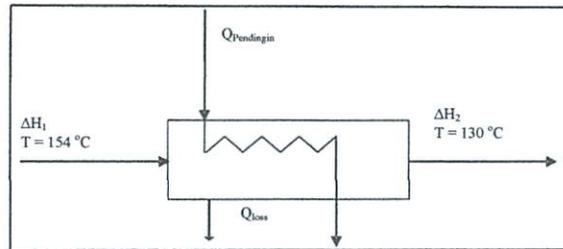
- ΔH_1 = Panas yang dibawa Bahan masuk, Pada $T = 210^\circ\text{C}$
- ΔH_2 = Panas yang dibawa gas quenching masuk, Pada $T = 130^\circ\text{C}$
- ΔH_3 = Panas yang dibawa Bahan padat keluar, Pada $T = 200^\circ\text{C}$
- ΔH_4 = Panas yang dibawa Bahan gas keluar, Pada $T = 200^\circ\text{C}$
- Q_{terserap} = Panas yang terserap

Neraca Panas Desublimer

Masuk		Keluar	
ΔH_1	= 70.428,25 kcal/jam	ΔH_3	= 52,36 kcal/jam
ΔH_2	= 1.133.239,28 kcal/jam	ΔH_4	= 8.559,95 kcal/jam
		Q_{terserap}	= 1.195.055,22 kcal/jam
Total	= 1.203.667,52 kcal/jam	Total	= 1.203.667,52 kcal/jam

6. COOLER (E-132)

Fungsi : Mendinginkan *offgas* yang masuk desublimer



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + Q_{Loss} + Q_{media}$$

Dimana:

ΔH_1 = Panas yang dibawa Bahan masuk, Pada $T = 154$ °C

ΔH_2 = Panas yang dibawa Bahan keluar, Pada $T = 130$ °C

Q_{media} = Panas dari air pendingin masuk

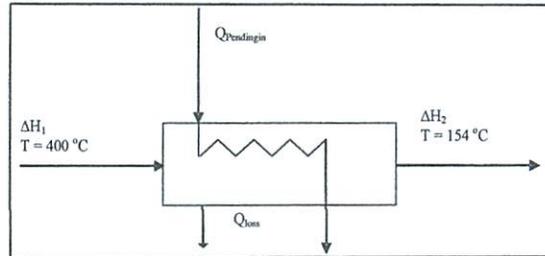
Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca Panas Cooler

Masuk		Keluar	
ΔH_1	= 1.416.531,98 kcal/jam	ΔH_2	= 1.133.239,28 kcal/jam
		Q_{media}	= 212.466,11 kcal/jam
		Q_{loss}	= 70.826,60 kcal/jam
Total	= 1.416.531,98 kcal/jam	Total	= 1.416.531,98 kcal/jam

7. COOLER (E-133)

Fungsi : Mendinginkan *offgas* yang masuk desublimer dari melter



Neraca Panas Total :

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + Q_{Loss} + Q_{media}$$

Dimana:

ΔH_1 = Panas yang dibawa Bahan masuk, Pada $T = 400^\circ\text{C}$

ΔH_2 = Panas yang dibawa Bahan keluar, Pada $T = 154^\circ\text{C}$

Q_{media} = Panas dari air pendingin masuk

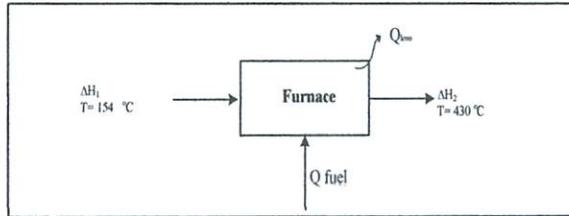
Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca Panas Cooler

Masuk		Keluar	
ΔH_1	= 3.647.416,84 kcal/jam	ΔH_2	= 1.075.021,02 kcal/jam
		Q_{media}	= 2.518.644,77 kcal/jam
		Q_{loss}	= 53.751,05 kcal/jam
Total	= 3.647.416,84 kcal/jam	Total	= 3.647.416,84 kcal/jam

8. FURNACE (E-122)

Fungsi : Untuk Memanaskan gas arus umpan reaktor dari scrubber



Neraca Panas Total:

$$\Delta H_1 + Q_{\text{fuel}} = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

Dimana:

ΔH_1 = Panas yang dibawa *Offgas* masuk, Pada $T = 154^\circ\text{C}$

ΔH_2 = Panas yang dibawa *Offgas* keluar, Pada $T = 430^\circ\text{C}$

Q_{fuel} = Panas yang dibawa steam masuk

Q_{loss} = Panas yang hilang

Neraca Panas Furnace

Masuk		Keluar	
ΔH_1	= 1.075.021,02 kcal/jam	ΔH_2	= 4.003.925,48 kcal/jam
Q_{fuel}	= 2.982.655,51 kcal/jam	Q_{loss}	= 53.751,05 kcal/jam
Total	= 4.057.676,53 kcal/jam	Total	= 4.057.676,53 kcal/jam

BAB V
SPEKIFIKASI ALAT

1. GUDANG UREA (F-111)

Spesifikasi Alat :	
Nama	: Storage Urea
Kapasitas	: 7 hari operasi
Ukuran	: Panjang = 28 m
	Lebar = 14 m
	Tinggi = 12 m
Bahan	: Beton
Jumlah	: 1 buah

2. BELT CONVEYOR (J-112)

Spesifikasi Alat :	
Fungsi	: Mengangkut urea prill dari storage ke bin penyimpanan urea
Tipe	: Throughed Belt on 20° Idles
Kapasitas belt	: 32 ton/jam
Panjang belt	: 30,5 m
Kecepatan belt	: 31,5076 m/menit
Daya	: 1,5 hp
Lebar belt	: 35,00 cm
Luas area	: 0,01 m ²

3. BUCKET ELEVATOR (J-113)

Spesifikasi Alat :	
Fungsi	: Mengangkut urea prill dari storage ke bin penyimpanan urea
Kecepatan	: 137,7381 m/menit
head shaft	: 43 r / min
Daya	: 1,5 hp
Ukuran head	: 1,9375
Ukuran tail	: 1,6875
Lebar belt	: 9 in
Ukuran bucket	: 8 x 5 x 25 1/2 in

4. SILO UREA (F-114)

Spesifikasi Alat	
Fungsi	: Menampung bahan baku urea sebelum masuk ke melter (peleleh)
Tipe	: Persegi panjang, posisi vertikal dengan bagian bawah berbentuk konis
Bahan Konstruksi	: Carbon Steel SA 240 Grade M Tipe 316
Tipe Pengelasan	: Double welded butt joint
Volume tangki (V_T)	: 2.957,8304 ft ³
Diameter dalam tangki (D_I)	: 159,7783 in
Diameter Luar (D_o)	: 168 in
Tebal Silinder (t_s)	: 0,5 in
Tinggi Silinder (L_s)	: 217,3915 in
Tebal Tutup Bawah (t_{hb})	: 0,1870 in
Tinggi Tutup Bawah (h_b)	: 48,2087 in
Waktu tinggal	: 3 jam
Jumlah tangki	: 1 buah

5. MELTER (F-115)

Spesifikasi Alat	
Fungsi	: Untuk melelehkan bahan baku urea sebelum masuk reaktor
Tipe	: Vertikal Vessel dengan head standard dished dan coil pemanas
Bahan Konstruksi	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Tipe Pengelasan	: Double welded butt joint
Volume tangki (V_T)	: 2.957,8304 ft ³
Diameter dalam tangki (D_I)	: 178,75 in
Diameter Luar (D_o)	: 180 in
Tebal Silinder (t_s)	: 1/2 in
Tinggi Silinder (L_s)	: 1,6248 in
Tebal Tutup Atas dan Bawah (t_h)	: 28 in
Tinggi Tutup Atas dan Bawah (H)	: 27,9849 in
Jumlah coil	: 2 lilitan

6. POMPA (L-116); (L-118)

Spesifikasi Alat :	
Nama	: Pompa
Tipe	: Pompa sentrifugal
Dimensi pompa	:
OD (ft) = 0,3333	ID (ft) = 0,2803 A (ft ³) = 0,0617
OD (ft) = 0,4636	ID (ft) = 0,4011 A (ft ³) = 0,1263
OD (ft) = 0,4636	ID (ft) = 0,4206 A (ft ³) = 0,139
Daya pompa	: 1,5 Hp; 2,0 Hp; 2,0 Hp
Kapasitas	: 98,338 gpm ; 147,5274 gpm ; 1598,4 gpm
Bahan	: Carbon steel
Jumlah	: 3 buah

7. HOLDING TANK (F-117)

Spesifikasi Alat :	
Fungsi	: Untuk menampung urea melt sementara dan menjaga kontinuitas pada T = 140°C dan P = 1 atm
Tipe	: Silinder horisontal
Bahan Konstruksi	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Tipe Pengelasan	: Double welded butt joint
Volume tangki (V _T)	: 4.437,3579 ft ³
Diameter dalam tangki (D _T)	: 155,1250 in
Diameter Luar (D _o)	: 156,0000 in
Tebal Silinder (ts)	: 0,4375 in
Tinggi Silinder (Ls)	: 372,4395 in
Tebal Tutup Atas dan Bawah (t _{hb})	: 0,3750 in
Tinggi Tutup Atas dan Bawah (t _{hb})	: 52,4323 in



8. SCRUBBEER (H-110)

Spesifikasi Alat :		
Fungsi	:	Untuk memisahkan lelehan urea dengan off gas
Tipe	:	Silinder horisontal
Bahan Konstruksi	:	Carbon Steel SA 283 Grade C
Tipe Pengelasan	:	Double welded butt joint
Volume tangki (V_T)	:	9.377,89 ft ³
Diameter dalam tangki (D_T)	:	229,14 in
Diameter Luar (D_o)	:	228 in
Tebal Silinder (t_s)	:	1 in
Tinggi Silinder (L_s)	:	355,40 in
Tebal Tutup Atas dan Bawah (t_{hb})	:	0,38 in
Tinggi Tutup Atas dan Bawah (t_{hb})	:	76,39 in

10. KOMPRESOR (E-132)

Spesifikasi Alat :	
Fungsi	: Menaikkan tekanan dari 1,25 atm menjadi 3,2 atm
Tipe	: Single stage
Kapasitas	: 22.245,9148 ft ³ /menit
Daya	: 190 Hp
Bahan	: Commercial steel

11. COOLER (E-131)

Spesifikasi alat :	
Fungsi	: Mendinginkan Produk gas yang keluar dari Reaktor (R-120)
Tipe	: Shell and Tube
Bahan	: Carbon Steel SA-240 grade M type 316
Rate feed	: 17.357,3971 kg/jam
Rate Pendingin	: 3.891,3375 kkal/jam
Diameter she	: 1 in
Diameter tub	: 1 in
Jumlah	: 1 buah

8. SCURBER (E-110)

Spesifikasi Alat :	
Fungsi :	Untuk membersihkan ledakan area dengan oli gas
Tipe :	Silinder horizontal
Bahan Konstruksi :	Carbon Steel SA 285 Grade C
Tipe Pengelasan :	Double welded butt joint
Volume tangki (V) :	0.37732 m ³
Diameter dalam tangki (D _i) :	33.14 in
Diameter Luar (D _o) :	38 in
Tebal Silinder (ts) :	1 in
Tinggi Silinder (Ls) :	33.40 in
Tebal Tutup Atas dan Bawah (t _{ap}) :	0.78 in
Tinggi Tutup Atas dan Bawah (t _{db}) :	10.70 in

10. KOMPRESSOR (E-132)

Spesifikasi Alat :	
Fungsi :	Meningkatkan tekanan dari 1.25 atm menjadi 3.5 atm
Tipe :	Single stage
Kapasitas :	22.3420148 ft ³ /menit
Daya :	100 hp
Bahan :	Commercial steel

11. COOLER (E-131)

Spesifikasi alat :	
Fungsi :	Mendinginkan Produk gas yang keluar dari Reaktor (R-120)
Tipe :	Shell and Tube
Bahan :	Carbon Steel SA-240 grade M type 316
Rate feed :	17.3272971 kg/jam
Rendemen :	3.8212275 kg/jam
Diameter shell :	1 in
Diameter tube :	1 in
Tebal shell :	1 inch

12. COOLER (E-132)

Spesifikasi alat :	
Fungsi	: Mendinginkan NH ₃ dan CO ₂ yang akan masuk kedalam desublimer dari Scrubber(H-110)
Tipe	: Shell and Tube
Bahan	: Carbon Steel SA-240 grade M type 316
Rate feed	: 44.136,6377 kg/jam
Rate Pendingin	: 3.023,4766 kg/jam
Diameter she	: 1 in
Diameter tub	: 1 in
Jumlah	: 1 buah

13. COOLER (E-133)

Spesifikasi alat :	
Fungsi	: Mendinginkan NH ₃ dan CO ₂ yang akan masuk kedalam desublimer dari Melter (F-115)
Tipe	: Shell and Tube
Bahan	: Carbon Steel SA-240 grade M type 316
Rate feed	: 44.136,6377 kg/jam
Rate Pendingin	: 3.023,4766 kg/jam
Diameter she	: 1 in
Diameter tub	: 1 in
Jumlah	: 1 buah

14. REAKTOR FLUIDIZED BED (R-120) : Merupakan Alat Utama**15. FURNACE (E-122)**

Spesifikasi Alat :	
Nama	: Furnace
Tipe	: Thermal direct fire heater dengan bahan bakar <i>off gas</i>
Bahan	: Carbon steel SA 240 Grade M Type 316
Kapasitas	: 156.893,9 ft ³
Jumlah	: 1 buah

16. **DESUBLIMER (X-130)** : Merupakan Alat Utama

17. **PNEUMATIC CONVEYOR (J-141)**

Spesifikasi Alat :	
Fungsi	: Mengangkut urea prill dari storage ke bin penyimpan urea
Kecepatan	: 988,2970 m/menit
head shaft	: 43 r / min
Daya	: 1,0 hp
Ukuran head	: 1,9375
Ukuran tail	: 1,6875
Lebar belt	: 7 in
Ukuran bucket	: 6 x 4 x 4 1/2 in

18. **CYCLONE (H-142)**

Spesifikasi Alat :	
Nama	: Cyclone
Tipe	: Internal Cyclone
Kapasitas	: Bc = 1,5466 ft De = 0,9428 ft Dc = 6,1862 ft Sc = 0,2357 ft Hc = 3,0931 ft Zc = 0,4714 ft Lc = 12,372 ft
Tinggi	: 4,2426 m
Bahan	: Carbon steel SA-240 grade M Tipe 316

17. DESCRIBER (K-136) : Merupakan Alat Utama

17. PARTIAL CONVERSION (A-11)

Spesifikasi Alat :	
fungsi	: Mengurangi masa bill dari storage ke bin bagi bagian atas
Kapasitas	: 988.2070 m ³
head shaft	: 43 rpm
Daya	: 1.0 hp
ukuran head	: 1.875
ukuran tail	: 1.875
lebar belt	: 7 in
ukuran bucket	: 6 x 4 x 4 in

18. CYCLONE (H-142)

Spesifikasi Alat :	
Nama	: Cyclone
type	: Internal cyclone
Kapasitas	: Bc = 1.2400 ft ³ / De = 0.9158 ft ³
	: Dc = 0.1803 ft ³ / Sc = 0.2227 ft ³
	: Hc = 3.0011 ft ³ / Nc = 0.4714 ft ³
	: Lc = 12.275 ft ³
Tinggi	: 4.2420 m
Bahan	: Carbon steel SA-240 grade M 1/2 in 316

19. SILO PRODUK (F-140)

Spesifikasi Alat :		
Fungsi	:	Menampung produk melamin sebelum masuk ke mesin pengemas
Tipe	:	Persegi panjang, posisi vertikal dengan bagian bawah berbentuk konis
Bahan Konstruksi	:	Carbon steel
Tipe Pengelasan	:	Double welded butt joint
Volume tangki (V_T)	:	478,3305 ft ³
Diameter dalam tangki (D_I)	:	87,0501 in
Diameter Luar (D_o)	:	90 in
Tebal Silinder (t_s)	:	3/8 in
Tinggi Silinder (L_s)	:	16,4167 in
Tebal Tutup Bawah (t_{hb})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Bawah (h_b)	:	42,2094 in
Waktu tinggal	:	3 jam
Jumlah tangki	:	1 buah

20. BLOWER (G-143)

Spesifikasi Alat :		
Nama	:	Blower
Tipe	:	Blower sentrifugal
Daya blower	:	3,5 Hp
Power motor	:	4,5 Hp
Kapasitas	:	186,1382 ft ³ /detik
Bahan	:	Carbon steel
Jumlah	:	1 buah

21. BELT CONVEYOR (J-144)

Spesifikasi Alat :	
Fungsi	: Mengangkut urea prill dari storage ke silo penyimpanan urea
Tipe	: Throughed Belt on 20° Idles
Kapasitas belt	: 5,68182 ton/jam
Panjang belt	: 30,5 m
Kecepatan belt	: 10,831 m/menit
Daya	: 2 hp
Lebar belt	: 35,00 cm
Luas area	: 0,01 m ²

22. MESIN PENGEMAS (P-146)

Spesifikasi Alat :	
Nama	: Mesin pengemas
Bahan konstruksi	: Carbon steel SA 240 Grade M 360
Kapasitas bahan masuk	: 5.681,8180 kg/jam = 12.526,136 lb/jam
Kapasitas mesin	: 5.681,8180 kg/jam = 12.526,266 lb/jam

23. GUDANG MELAMIN (F-147)

Spesifikasi Alat :	
Nama	: Gudang Melamin
Kapasitas	: 7 hari operasi
Ukuran	: Panjang = 24 m
	Lebar = 12 m
	Tinggi = 6 m
Bahan	: Beton
Jumlah	: 1 buah

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama Alat : Reaktor Fluidized Bed

Kode Alat : R-120

Fungsi : Untuk mereaksikan urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) menjadi melamin ($\text{C}_3\text{H}_3\text{N}_6$), amonia (NH_3) dan karbondioksida (CO_2)

Type : Tangki berbentuk bejana tegak dengan bagian badan berbentuk silinder. tutup atas dan bawah berbentuk standard dished, dan dilengkapi dengan koil pemanas.

Persamaan Reaksi :



Bahan konstruksi Carbon Steel SA 240 Grade M Tipe 316

Kondisi Operasi :

- Suhu = 400 °C = 752 °F
- Tekanan = 3 atm = 44,088 psia
- Fase = Liquid - Gas
- Waktu Operasi = 3 jam
- Kapasitas = 17.194,8633 kg/jam = 37.907,7956 lb/jam
- Densitas = 1,724 gr/cm³ = 107,3156 lb/ft³
- Viskositas (μ) = 2,1364 kcal/kg°C

Dasar Perancangan :

- Tipe pengelasan = Double welded butt joint
- Faktor pengelasan (E) = 1
- Allowable stress (f) = 18.750
- Faktor Korosi (C) = 1/16

6.1 Perhitungan dimensi reaktor

a. Menentukan volume larutan (V_L)

$$\text{Rate volumetrik}(Q = \frac{\text{Kapasitas}}{\text{densitas larutan}} = \frac{37.907,80}{107,316} = 353,237 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume larutan selama 3 jam} &= 353,237 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 3 \text{ jam} \\ &= 1.059,710 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

b. Menentukan volume reaktor (V_T)

Asumsi : Volume larutan pada reaktor 80% dari volume total, sehingga volume ruang kosong pada reaktor sebesar 20% dari volume reaktor

$$\begin{aligned} V_T &= V_L + V_{RK} \\ &= 1.059,710 + 20\% V_T \\ &= 1.324,638 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

c. Menentukan diameter reaktor (d_i)

$$V_T = V_{\text{tutup bawah}} + V_{\text{silinder}} + V_{\text{tutup atas}}$$

$$1.324,6378 = \left(\frac{\pi}{4} \times d_i^2 \times L_s \right) + (2 \times 0,0847 d_i^3)$$

$$1.324,6378 = \left(\frac{3,14}{4} \times d_i^2 \times 1,5 d_i \right) + (2 \times 0,0847 d_i^3)$$

$$1.324,6378 = 1,1775 d_i^3 + 0,1694 d_i^3$$

$$1.324,6378 = 1,3469 d_i^3$$

$$d_i^3 = 983,47$$

$$d_i = 9,9446 \text{ ft} = 119,3352 \text{ in}$$

d. Menentukan tinggi larutan dalam silinder (L_s)

$$\begin{aligned} V_L &= V_1 + V_{\text{liquid dalam silinder}} \\ &= (0,0847 D_1^3) + \frac{\pi \times d_i^2 \times L_s}{4} \end{aligned}$$

$$1.059,7102 = 83,3000 + 77,6326 \text{ Lls}$$

$$\text{Lls} = 12,5773 \text{ ft} = 150,9278 \text{ in}$$

e. Menghitung tekanan

tekanan operasi dari liquida itu sendiri, maka dasar perancangannya pada tekanan 3 atm (P_{operasi}) = 44,088 psia

$$P_{\text{alat}} = P_{\text{operasi}} + P_{\text{liquid}}$$

$$P_{\text{liquid}} = \frac{\rho g L_{LS}}{144 \times 32,174} \quad (\text{brownell, 1959})$$

$$= 9,3732 \text{ psi}$$

$$P_{\text{alat}} = 53,461 \text{ psig}$$

f. Menentukan tebal silinder (ts)

$$ts = \frac{Pi \times di}{2 (f \cdot E - 0.6 Pi)} + C$$

$$= \frac{53,461 \times 119,3352}{2 (18.750 \times 1 - 1 \times 53,461)} + \frac{1}{16}$$

$$= \frac{6.379,803}{29.935,847} + \frac{1}{16}$$

$$= \frac{4,4099}{16} \text{ in} \approx 4/16 \text{ in}$$

Standarisasi

$$do = di + 2 ts$$

$$= 119,335 + 2 \times 4/16 = 119,8864 \text{ in}$$

dari tabel 5.7 (brownell, 1959) diperoleh pendekatan

$$D_o = 120 \text{ in} = 3,0480 \text{ m} = 10,000 \text{ ft}$$

$$icr = 7 \frac{1}{4} \text{ in} = 0,1842 \text{ m} = 0,6042 \text{ ft}$$

$$r = 114 \text{ in} = 2,8956 \text{ m} = 9,5000 \text{ ft}$$

$$t_s = 4/16 \text{ in} = 0,0070 \text{ m} = 0,0230 \text{ ft}$$

kemudian menentukan D_i baru berdasarkan D_o dan t_s yang diperoleh,

$$D_i = D_o - 2t_s = 119,4488 \text{ in} = 9,9541 \text{ ft} = 3,0340 \text{ m}$$

g. Menentukan tinggi silinder

$L_s =$ Tinggi silinder

$$L_s = 2 \times d_i$$

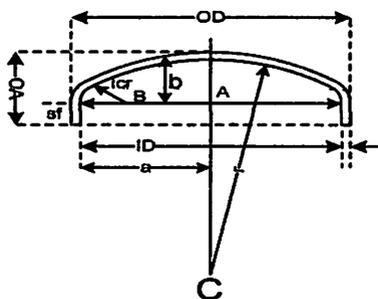
$$= 2 \times 119,45$$

$$= 179,1732 \text{ in} = 4,551 \text{ m}$$

h. Menentukan tebal tutup atas dan bawah (th)

$$\begin{aligned} th &= \frac{0,885P_{\text{alat}} D_i}{(fE - 0,1P_{\text{alat}})} + C \\ &= \frac{0,885 \times 53,4612 \times 119,4488}{(18.750 \times 0,8 - 0 \times 53,4612)} + \frac{1}{16} \\ &= \frac{5.651,50}{14.994,65} + \frac{1}{16} = 0,4394 \times \frac{16}{16} = \frac{7,0304}{16} \\ &= 7/16 \text{ in} \end{aligned}$$

i. Menentukan tinggi tutup atas/standard dished (h_a)



$$a = D_i/2 = 60 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = 52,474 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = 106,75 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2}$$

$$= 92,962 \text{ in}$$

Gambar 6.3. tutup atas standard dished

$$b = r - AC = 21,038 \text{ in}$$

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

$$h_a = t_{ha} + b + sf = 22,977 \text{ in}$$

j. Menentukan tinggi tutup atas dan bawah/standard dished (h_b)

$$\begin{aligned} h_b &= 0,169 \times D_1 \\ &= 20,19 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka didapatkan tinggi tangki sebesar :

$$\begin{aligned} H &= h_a + h_b + L_s \\ &= 22,98 + 20,19 + 179,17 \\ &= 222,3370 \text{ in} = 18,528 \text{ ft} = 5,6474 \text{ m} \end{aligned}$$

dari perhitungan di atas diperoleh dimensi reaktor sebagai berikut:

Diameter Luar (D_o)	=	120	in	=	10,0000	ft
Diameter Dalam (D_i)	=	119,4488	in	=	9,9541	ft
Tinggi silinder (L_s)	=	179,1732	in	=	14,9311	ft
Tebal Silinder (t_s)	=	8/29	in	=	0,0230	ft
Tebal tutup atas dan bawah (t_{hr})	=	4/8	in	=	0,0366	ft
Tinggi tutup atas (h_a)	=	22,9770	in	=	1,9148	ft
Tinggi tutup bawah (h_b)	=	20,1868	in	=	1,6822	ft
Tinggi Reaktor (H)	=	222,3370	in	=	18,5281	ft

6.2 Perhitungan coil pemanas

Dasar perancangan :

- Digunakan coil pemanas berbentuk *spiral*
- Digunakan konstruksi coil pemanas Carbon Steels SA 299 Grade C
- kebutuhan steam = 2.928.904,4605 kcal/jam = 5.802,924 kg/jam
- Q steam = 11.615.261,978 BTU/jan = 12.793,126 lb_m/jam
- λ steam = 504,7291 kcal/kg
- P operasi = 3 atm = 44,088 psig

Perhitungan :

1. Menentukan ΔT_{LMTD}

$$\text{Suhu masuk feed } (t_1) = 140 \text{ } ^\circ\text{C} = 284 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Suhu keluar feed } (t_2) = 400 \text{ } ^\circ\text{C} = 752 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Suhu steam masuk } (T_1) = 430 \text{ } ^\circ\text{C} = 806 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Suhu steam keluar } (T_2) = 400 \text{ } ^\circ\text{C} = 752 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\Delta t_1 = T_1 - t_2 = 806 - 752 = 54 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\Delta t_2 = T_2 - t_1 = 752 - 284 = 468 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\begin{aligned} \Delta t_{LMTD} &= \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln(\Delta t_1/\Delta t_2)} \\ &= 191,71 \text{ } ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

2. Menentukan suhu caloric

$$T_c = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{806 + 752}{2} = 779 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$t_c = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{284 + 752}{2} = 518 \text{ } ^\circ\text{F}$$

3. Menetapkan diameter pipa

$$\text{Diameter pip} = 2 \text{ in IPS Sch 40}$$

(Kern,tabel 11 hal 844)

$$d_o = 2,38 \text{ in} = 0,1983 \text{ ft}$$

$$d_i = 2,067 \text{ in} = 0,1723 \text{ ft}$$

$$a' = 3,35 \text{ in}^2 = 0,0233 \text{ ft}$$

$$a'' = 0,622 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$\text{hio steam} = 1500 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$\mu \text{ steam} = 0,024 \text{ (Kern, Hal. 825)}$$

$$G_p = \frac{M_s}{a'} = \frac{5.802,924}{0,02326389} = 249.439,1086 \text{ lb/jam.ft}^2$$

$$N_{Re} = \frac{D_i \times G_p}{\mu \times 2,42} = 739.770,7724 \quad (\text{turbulen})$$

$$k = 0 \quad (\text{Kusnaryo, Hal. 99})$$

$$J_H = 1000$$

$$h_o = J_H \cdot \frac{k}{D_i} \cdot \left(\frac{C_p \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu \cdot W} \right)^{0,14} = 12895,5224 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

4. Menentukan tahanan panas pipa bersih (U_c)

$$U_c = \frac{h_o \times h_{io}}{h_o + h_{io}} = \frac{12896 \times 1500}{12896 + 1500} = 1343,7014 \text{ Btu/j.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

5. Menentukan tahanan panas pipa terpakai (U_D)

$$\text{Ditetapkan faktor kekotoran (Rd)} = 0,003 \text{ Btu/j.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$R_D = \frac{U_c - U_D}{U_c \times U_D} \quad 0,003 = \frac{1343,7 - U_D}{1343,7 \times U_D}$$

$$U_D = 267,0788 \text{ Btu/j.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

6. Menentukan luas perpindahan panas (A)

$$\begin{aligned} A &= \frac{Q}{U_D \times T_{LMTD}} \\ &= \frac{11.615.261,9784}{267,08 \times 191,71} \\ &= 226,85024 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

7. Menentukan panjang lilitan coil

$$L = \frac{A}{a''} = \frac{226,8502}{0,622} = 364,7110 \text{ ft}$$

8. Menentukan jumlah lilitan coil (n_C)

$$n_C = \frac{L}{\pi \times d_C}$$

asumsi $d_C = 12$ ft

$$n_C = \frac{364,7110}{3,14 \times 6} = 19,358 \approx 20 \text{ buah}$$

9. Menentukan tinggi lilitan coil (h_C)

Asumsi : jarak antara 2 lilitan coil = 4 in

$$h_C = (n_C - 1) [(h_C + d_o) + d_o]$$

$$= 166,44 \text{ in}$$

$$h_C < H$$

$$166,44 < 222,3370 \quad (\text{memadai})$$

6.3 Perhitungan Nozzle

Perencanaan :

a. *Nozzle* pada tutup atas standard dished

Nozzle untuk pemasukan feed

Nozzle untuk pengeluaran produk

b. *Nozzle* pada bagian silinder reaktor

Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran *off gas*

Nozzle untuk man hole

Dasar Perhitungan :

a. *Nozzle* pada tutup atas

* *Nozzle* pemasukan melt urea

$$\text{Rate bahan masuk} = 17.194,863 \text{ kg/jam} = 37.908,14 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ bahan masuk} = 1,724 \text{ kg/m}^3 = 231,1256 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungan :

1. Menentukan rate volumetrik (Q)

$$Q = \frac{\text{rate bahan masuk}}{\rho \text{ bahan masuk}}$$

$$Q = \frac{37.908,1395}{231,1256} = 164,0154 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0456 \text{ ft}^3/\text{s}$$

2. Menentukan diameter pipa berdasarkan jenis aliran :

Asumsi : aliran turbulen

$$\begin{aligned} Di \text{ optimal} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} && (\text{peters \& timmerhaus, hal 496}) \\ &= 0,3285 \text{ ft} \\ &= 3,9424 \text{ in} \approx 4 \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi Di berdasarkan *Brownel & young* hal 388 untuk

nominal size 4 in sch 40 :

$$Di = 4,026 \text{ in}$$

$$Do = 4,500 \text{ in}$$

$$A = 3,17 \text{ in} = 0,26 \text{ ft}$$

3. Menentukan dimensi pipa

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang pipa (A)} &= 3 \text{ in} \\ &= 0,2642 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\text{kecepatan liquid (V)} = \frac{Q}{A} = \frac{0,0456}{0,2642} = 0,1725 \text{ ft}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter pipa (D)} &= \left(\frac{A}{\pi \cdot 0,25} \right)^{0,5} = \left(\frac{0,264}{3,14 \times 0,25} \right)^{0,5} \\ &= 0,5801 \text{ ft} \end{aligned}$$

b. Nozzle pada bagian silinder

Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran gas pembakaran

$$\text{Rate pembakaran} = 33.495,759 \text{ kg/jam} = 73.845,420 \text{ lb/jam}$$

$$\rho_{\text{gas}} = 1,765 \text{ g/cm}^3 = 110,185 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} 1. \text{ Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{rate air pemanas}}{\rho_{\text{air pemanas}}} = \frac{73845}{110,1854} \\ &= 670,192 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,186 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

2. Menentukan diameter pipa berdasarkan jenis aliran :

Asumsi : aliran turbulen

$$\begin{aligned} \text{Di optimal} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} && \text{(peters \& timmerhaus, hal 496)} \\ &= 1,3491 \text{ ft} \\ &= 16,19 \text{ in} = 18 \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi Di berdasarkan *Brownel & young* hal 390 untuk

nominal size 18 in sch 40 :

$$\text{Di} = 16,876 \text{ in}$$

$$\text{Do} = 18 \text{ in}$$

$$\text{A} = 30,79 \text{ in} = 2,5658 \text{ in}$$

3. Menentukan dimensi pipa

$$\text{Luas penampang pipa (A)} = 30,79 \text{ in}$$

$$= 2,5658 \text{ ft}$$

$$\text{kecepatan liquid (V)} = \frac{Q}{A} = \frac{0,1862}{2,5658} = 0,0726 \text{ ft}^2$$

$$\text{Diameter pipa (D)} = \left(\frac{A}{\pi \cdot 0,25} \right)^{0,5} = 1,8079 \text{ ft}$$

c. *Nozzle* pengeluaran produk

$$\text{Rate} = 17.357,40 \text{ kg/jam} = 38.266,46 \text{ lb/jam}$$

$$\rho = 1,724 \text{ kg/m}^3 = 231,1256 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} 1. \text{ Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{rate gas}}{\rho} = \frac{38.266,46}{231,13} \\ &= 165,57 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,0459905 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

2. Menentukan diameter pipa berdasarkan jenis aliran :

Asumsi : aliran turbulen

$$\begin{aligned} \text{Di optimal} &= 3,9 (Q)^{0,45} (\rho)^{0,13} && (\text{peters \& timmerhaus, hal 496}) \\ &= 1,9795 \text{ ft} \\ &= 23,755 \text{ in} \approx 24 \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi Di berdasarkan *Brownel & young* hal 389 untuk

nominal size 24 in sch 40 :

$$\text{Di} = 22,626 \text{ in}$$

$$\text{Do} = 24 \text{ in}$$

$$\text{A} = 50,3 \text{ in} = 4,1917 \text{ ft}$$



3. Menentukan dimensi pipa

$$\text{Luas penampang pipa (A)} = 50,3 \text{ in} = 4,1917 \text{ ft}$$

$$\text{kecepatan liquid (V)} = \frac{Q}{A} = \frac{0,0459905}{4,1917} = 0,011 \text{ ft}^2$$

$$\text{Diameter pipa (D)} = \left(\frac{A}{\pi \cdot 0,25} \right)^{0,5} = \left(\frac{4,192}{3,14 \times 0,25} \right)^{0,5}$$

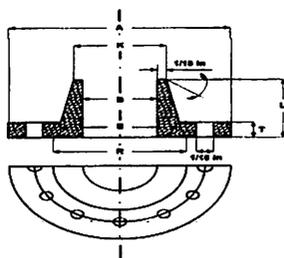
$$= 2,3108 \text{ ft}$$

d. Nozzle manhole

Lubang manhole dibuat berdasarkan standard yang ada, yaitu N 20 in

Dari *brownell & young* tabel 12-2 hal 221 diperoleh dimensi flange untuk semua noz: dipilih flange tipe welding neck dengan dimensi nozzle sebagai berikut :

- Nozzle A : Nozzle pemasukan urea melt
- Nozzle B : Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran air pemanas
- Nozzle C : Nozzle pengeluaran produk
- Nozzle D : Nozzle pada silinder untuk man hole
- NPS : Ukuran pipa nominal (in)
- A : Diameter luar flange (in)
- T : Ketebalan flange (in)
- R : Diameter lubang bagian yang menonjol (in)
- E : Diameter hubungan atas (in)
- K : Diameter hubungan pada titik pengelasan (in)
- L : Panjang julakan (in)
- B : Diameter dalam flange (in)



Detail flange nozzle

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	4	9	15/16	6 3/16	5 5/16	4,5	3	4,03
B	18	25	1 9/16	21	19 7/8	18	5 1/2	17,25
C	24	32	1 7/8	27 1/4	29 1/8	24	6	23,25
D	20	27 1/2	1 11/16	23	22	20	5 2/3	19,25

6.4 Sambungan tutup dengan dinding reaktor

Bagian tutup reaktor dan bagian shell reaktor dihubungkan secara flange dan bolt untuk mempermudah perbaikan dan perawatan reaktor.

1. Flange

Bahan konstruksi : *Carbon steels* SA 299 Grade C

Tensile : 75000 psia

Allowble stress : 18.750 psia

Type flange : *Ring flange*

(*Brownel & young*, hal 251)

2. Bolting

Bahan konstruksi : *Carbon steels* SA 261 Grade BO

Tensile : 100000 psia

Allowble stress : 16.250 psia

(*Brownel & young*, hal 252)

3. Gasket

Bahan konstruksi : *Asbestos*

Gasket faktor (m) : 2

Minimmun stress : 1.600 lb/in²

(*Brownel & young*, hal 228)

a. Perhitungan lebar gasket

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{y - P \times m}{y - P(m+1)}}$$

(*Brownel & young*, hal 226)

Dimana :

d_o : diameter luar gasket (in)

d_i : diameter dalam gasket (in)

y : yield stress (lb/in²)

P : internal pressure (psia)

m : gasket faktor

Sehingga :

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{1600 - (14,7 \times 2)}{1600 - 14,7(2 + 1)}} = 1,0047$$

$$d_o = 120 \quad (\text{do standart tangki})$$

$$d_o = \text{do standart} \times 1,0047$$

$$= 120 \times 1,0047$$

$$= 120,56 \text{ in} = 10,047 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar gasket minimum (n)} &= \frac{d_o - d_{ost}}{2} \\ &= \frac{120,56 - 120}{2} = 0,2809 \text{ in} \\ &= 120 + 0,2809 \end{aligned}$$

$$\text{Diameter gasket rata-rata (G)} = 120,28091 \text{ in}$$

b. Perhitungan Bolting

* Perhitungan jumlah dan ukuran baut

- Beban gasket (W_{m2})

$$W_{m2} = \pi \times b \times G \times y \quad (\text{Brownel \& young, hal 240})$$

Dimana :

y = yield stress

G = diameter rata-rata gasket

b = lebar efektif gasket

bo = lebar setting gasket bawah

$$b_o = \frac{120,56 + 120}{2} = 120,28$$

$$Wm_2 = \pi \times b \times G \times y$$

$$Wm_2 = 169.750,40 \text{ lb}$$

- Beban agar baut tidak bocor (H_p)

$$\begin{aligned} H_p &= 2 \times \pi \times b \times G \times m \times P && (\text{Brownel \& young, hal 240}) \\ &= 6.236,63 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Beban karena tekanan dalam (P)

$$\begin{aligned} H &= \frac{\pi}{4} \times G^2 \times P && (\text{Brownel \& young, hal 240}) \\ &= 166.902,25 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Total beban kondisi operasi (Wm_1)

$$\begin{aligned} Wm_1 &= H + H_p && (\text{Brownel \& young, hal 240}) \\ &= 166.902,25 + 6.236,63 \\ &= 173.138,88 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Perhitungan luas minimum *bolting* area

$$Am_1 = \frac{Wm_1}{fb} = \frac{173.138,88}{16.250,00} = 10,655 \text{ in}^2$$

- Perhitungan *bolting* optimum

Dari *brownell & young* table 10.4 hal 188 didapatkan ukuran baut

1 1/2 in maka diperoleh :

$$\text{Ukuran baut} = 1 \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$\text{Root area} = 1,294 \text{ in}$$

$$R = 2 \text{ in}$$

$$E = 1 \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$\text{Jumlah bolting minim} = \frac{Am_1}{\text{root area}} = \frac{10,655}{1,294} = 8,2339 \approx 9 \text{ buah}$$

Bolting circle diameter ($C = D_i \text{ shell} + 2(14,15 \times q_o + R)$)

dimana :

$$D_i \text{ shell} = 119,45 \text{ in}$$

$$q_o = \text{tebal shell (ts)} = 2/7$$

sehingga :

$$C = 129,249 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter luar flange} &= C + 2E \\ &= 129,25 + 2 \times 1 \frac{1}{2} \\ &= 132,249 \text{ in} \end{aligned}$$

Cek lebar gasket

$$\begin{aligned} A_{b \text{ actual}} &= \text{jumlah bolt} \times \text{boot area} \\ &= 9 \times 1,294 \\ &= 11,6460 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

(Brownel & young, hal 243)

$$\begin{aligned} \text{Lebar gasket minimum} &= \frac{A_{b \text{ actual}} \times f}{2 \times \pi \times y \times G} \\ &= \frac{11,6460 \quad \times \quad 16250}{2 \times 3,14 \quad \times \quad 1600 \quad \times \quad 120,28} \\ &= 0,1566 \text{ in} \end{aligned}$$

$$L < n$$

$$0,1566 < 0,2809 \text{ (memenuhi)}$$

* Perhitungan moment

- Keadaan *bolting up* (tanpa tekanan dalam)

$$\begin{aligned} W &= \frac{A_m + A_{b \text{ actual}}}{2} \times f && \text{(Brownel \& young, hal 242)} \\ &= \frac{10,655 + 11,646}{2} \times 16.250 \end{aligned}$$

$$= 181.193,191 \text{ lb}$$

- Jarak radial dari beban gasket yang beraksi terhadap bolt circle

$$h_G = \frac{1}{2} (C - G)$$

$$= \frac{1}{2} (129,25 - 120,28) = 4,4839 \text{ in}$$

- Moment flange

$$M_a = W \times h_G$$

$$= 181193,191 \times 4,4839 = 812451,102 \text{ lb/in}$$

- Dalam kondisi operasi

$$W = W_{m_1}$$

$$= 173138,88 \text{ lb}$$

- Gaya hidrostatik pada daerah flange (H_D)

$$H_D = 0,785 \times B^2 \times p \quad (\text{Brownel \& young, hal 243})$$

Dimana :

$$B = \text{do shell reaktor} = 120$$

$$p = \text{tekanan operasi} = 14,70$$

$$H_D = 0,785 \times (120)^2 \times 14,696$$

$$= 166123,584 \text{ lb}$$

- Jarak radial bolt circle pada aksi (h_D)

$$h_D = \frac{1}{2} (C - B) \quad (\text{Brownel \& young, hal 243})$$

$$= \frac{1}{2} (129,25 - 120)$$

$$= 4,624 \text{ in}$$

- Moment komponen (M_D)

$$\begin{aligned} M_D &= H_D - h_D \\ &= 166123,584 - 4,624 \\ &= 166118,960 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

(*Brownel & young*, hal 243)

- Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatik dalam area flange :

$$\begin{aligned} H_G &= W - H \\ &= Wm1 - H \end{aligned} \quad (\text{Brownel \& young, hal 243})$$

$$\begin{aligned} H_G &= 173.138,88 - 166.902,25 \\ &= 6.236,6296 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

- Moment M_G

$$\begin{aligned} M_G &= H_G - h_G \\ &= 6236,6 - 4,4839 \\ &= 6232,1 \text{ lb.in} \end{aligned} \quad (\text{Brownel \& young, hal 243})$$

- Perbedaan antara gaya hidrostatik total dengan gaya hidrostatik dalam area flange :

$$\begin{aligned} H_T &= H - H_D \quad (\text{Brownel \& young, hal 242}) \\ &= 166.902,25 - 166123,584 \\ &= 778,668 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_T &= \frac{1}{2} (h_D - h_G) \quad (\text{Brownel \& young, hal 242}) \\ &= \frac{1}{2} (4,624 - 4,4839) \\ &= 0,0702 \text{ in} \end{aligned}$$

- Moment komponen (M_T)

$$\begin{aligned}
 M_T &= H_T - h_T \\
 &= 778,668 - 0,0702 \\
 &= 778,598 \text{ in}
 \end{aligned}$$

(Brownel & young, hal 242)

- Moment total pada keadaan operasi (M_O)

$$\begin{aligned}
 M_O &= M_D + M_G + M_T \\
 &= 166118,960 + 6232,15 + 778,598 \\
 &= 173129,703 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

karena $M_a > M_o$, maka $M_{max} = 173129,703 \text{ lb.in}$

3. Perhitungan tebal flange

$$f_T = \frac{Y \cdot M_o}{t^2 \cdot B}$$

(Brownel & young, hal 239)

sehingga didapatkan rumus :

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}}$$

$$k = \frac{A}{B}$$

Dimana :

A = diameter luar flange

B = diameter dalam flange

f = stress yang diijinkan untuk bahan flange

Maka :

$$K = \frac{A}{B} = \frac{132,25}{120} = 1,1021 \text{ ft}$$

Dari *Brownel & Young* fig. 12.22 hal 238, didapatkan :

$$Y = 15$$

$$M = 173.129,703 \text{ lb.in}$$

sehingga tebal flange :

$$t = \sqrt{\frac{15 \times 173129,703}{18750 \times 120}} = 1,0743 \text{ in}$$

6.5 Rancangan penyangga

Sistem penyangga dirancang agar mampu untuk menyangga beban reaktor dan perlengkapannya :

Dasar perhitungan :

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

a. Berat silinder reaktor (W_s)

$$W_s = \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2)$$

(Perry's 7^{ed} table 2-119)

Dimana :

$$D_o = \text{diameter luar silinder reakt} = 120 \text{ in} = 10 \text{ ft}$$

$$D_i = \text{diameter dalam silinder reaktor} = 119,45 \text{ in} = 9,9541 \text{ ft}$$

$$H = \text{tinggi silinde} = 179,1732 \text{ in} = 14,931 \text{ ft}$$

$$\text{Densitas bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{3,14}{4} \times (10^2 - 9,9541^2) \times 14,931 \times 489 \\ &= 5.253,570 \text{ lb} = 2.382,98 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Berat tutup atas dan bawah standart dished ($W_{d_{ab}}$)

$$\text{Tutup atas berbentuk } standard\ dished\ \text{thick} = 4/8\ \text{in} = 0,0004\ \text{ft}$$

$$V_{\text{tutup dalam}} = 0,0847 \times D_i^3 = 83,538\ \text{ft}^3$$

$$V_{\text{tutup luar}} = 0,0847 \times (D_i + t_{ha})^3 = 83,547\ \text{ft}^3$$

$$V_{\text{dinding tutup}} = V_{\text{tutup luar}} - V_{\text{tutup dalam}} = 0,0091\ \text{ft}^3$$

$$W_{\text{tutup}} = V_{\text{dinding tutup}} \times \rho_{\text{steel}} = 4,464\ \text{lb}$$

$$= 2,025\ \text{kg}$$

c. Berat larutan dalam reaktor (W_l)

$$W_l = m \times t$$

Dimana :

$$m = \text{rate larutan dalam reaktor} = 37.908,14\ \text{lb/jam}$$

$$t = \text{waktu tinggal dalam reaktor} = 3\ \text{jam}$$

Sehingga :

$$W_l = m \times t$$

$$= 37.908,14\ \text{lb/jam} \times 3\ \text{jam}$$

$$= 113.724,42\ \text{lb} = 51.584,49\ \text{kg}$$

d. Berat coil pemanas (W_h)

$$W_h = \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2) L_c \times \rho$$

Dimana :

$$W_h = \text{berat coil pemanasa dalam reaktor (lb)}$$

$$d_{i_h} = \text{diameter dalam coil pemar} = 2\ \text{in} = 0\ \text{ft}$$

$$d_{o_h} = \text{diameter luar coil pemanas} = 2\ \text{in} = 0\ \text{ft}$$

$$L_c = \text{panjang coil pemanas} = 364,71\ \text{ft}$$

$$\rho = \text{densitas dari bahan konstr} = 489\ \text{lb/ft}^3 \quad (\text{Perry's } 7^{ed} \text{ table 2-119})$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 W_h &= \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2) L_c \times \rho \\
 &= \frac{3}{4} (0,1983^2 - 0,1723^2) \times 364,71 \times 489 \\
 &= 1353,24 \text{ lb} = 613,82 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

e. Berat attachment (W_a)

Merupakan berat seluruh perlengkapan seperti nozzle dan sebagainya.

$$W_a = 18\% \times W_s \quad (\text{Brownel \& young, hal 157})$$

Sehingga :

$$W_a = 18\% \times 5.253,570 = 945,643 \text{ lb}$$

f. Berat total (W_t)

$$\begin{aligned}
 W_t &= W_s + W_{dab} + W_l + W_h + W_a \\
 &= 5.253,570 + 4,4636 + 113724,42 + 1353,24 + \\
 &\quad 945,643 \\
 &= 121.281,339 \text{ lb} \\
 &= 55.012,25 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Faktor keamanan dibuat 10 % dari berat total

$$\begin{aligned}
 W_{TP} &= 10\% \times W_t \\
 &= 10\% \times 121.281,339 \\
 &= 12.128,13 \text{ lb} = 5.501,22 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

6.6 Rancangan Kolom Penyangga

Perencanaan :

- Menggunakan 4 buah kolom penyangga
- Jenis kolom yang digunakan I beam
- Pemasangan dengan beban eksentrik
- Beban tiap kolom

Dasar perhitungan :

$$P = \frac{4P_w(H-L)}{n \times d_{bc}} + \frac{\Sigma W}{n} \quad (\text{Brownel \& young, hal 197})$$

Dimana :

- P = beban tiap kolom
- P_w = total beban permukaan karena angin
- H = tinggi vessel dari pondasi
- L = jarak dari base plate ke dasar kolom
- d_{bc} = diameter bolt circle
- ΣW = berat total
- n = jumlah penyangga

Karena reaktor diletakkan di dalam ruangan sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin, maka P_w = 0

$$P = \frac{\Sigma W}{n} = \frac{121.281,339}{4} = 30.320,33 \text{ lb}$$

Direncanakan :

- Jarak kolom penyangga dari tanah (C) = 5 ft
- Tinggi reaktor (H) = 222,3370 in = 18,528 ft
- Tinggi penyangga (Lp) = $\frac{1}{2} \times (H + L)$

$$= \frac{1}{2} \times (18,528 + 5)$$

$$= 11,764 \text{ ft} = 141,17 \text{ in}$$

Trial ukuran I beam :

Trial ukuran I beam 18 in ukuran 18 x 6 dengan pemasangan menggunakan beban eks

Dari *Brownell & young* APP. G-2 hal 355

- a. NPS = 18 in
- b. Berat = 70 lb
- c. Area of section (Ay) = 20,46 in²
- d. Depth of beam (h) = 18 in
- e. Widht of flange (b) = 6,251 in
- f. Axis (r) = 6,7 in

Analisa sumbu Y - Y

Dengan :

$$\frac{L_p}{r} = \frac{141,17}{6,7} = 21,07 \text{ in}$$

karena L/r antara 0-60, maka :

$$f_c = 15000$$

$$\text{dimana } \epsilon = 2 \text{ in}$$

$$I_{1-1} = 917,5 \text{ in}^4$$

$$\begin{aligned} \text{fc eksentrik} &= \frac{P (a + 1/2 b)}{I_{1-1} / 1/2 b} \\ &= \frac{30.320,33 (2 + 0,5 \times 6)}{917,5 / 0,5 \times 6} \\ &= 477,7560 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$A = \frac{P}{f_c - f_e} = \frac{30320,33}{15000 - 477,76} = 2,0879 \text{ in}^2$$

jadi $A_{hitung} < A_{tabel}$ (trial I beam sudah memenuhi)

6.7 Rancangan Base Plate

Perencanaan : (Hesse, hal 163)

- a. Dibuat base plate dengan toleransi panjang adalah 5 % dan toleransi lebar 20
- b. Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi base plate

Dasar perhitungan :

* Luas base plate

$$A_{bp} = \frac{P_k}{f_{bp}} \quad (\text{Hesse, hal 163})$$

Dimana :

$$A_{bp} = \text{Luas base plate (in}^2\text{)}$$

$$P_k = \text{beban dari tiap-tiap base plate} = 30.320,33 \text{ lb}$$

$$f_{bp} = \text{stress yang diterima oleh pondasi, bearing capacity yang terbuat dari beton} = 600 \text{ lb/in}^2 \quad (\text{Hesse, table 7-7 hal 162})$$

$$A_{bp} = \frac{30.320,33}{600} = 50,5339 \text{ in}^2$$

* Panjang dan lebar base plate

$$A_{bp} = p_{bp} \times l_{bp}$$

Dimana :

- $A_{bp} = \text{luas base plate}$
 $= 50,534 \text{ in}^2$
- $p_{bp} = \text{panjang base plate (in)}$
 $= 2m + 0,95h$
- $l_{bp} = \text{lebar base plate (in)}$

$$= 2n + 0,8b$$

Diasumsikan $m = n$

(Hesse, hal 163)

$$b = 2,33 \text{ in}$$

$$h = 3 \text{ in}$$

Maka :

$$A_{bp} = (2m + 0,95h) \times (2n + 0,8b)$$

$$\begin{aligned} 50,534 &= [(2m + (0,95 \times 3)) \times ((2n + (0,8 \times 2,33))] \\ &= (2m + 2,85) \times (2m + 1,864) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 50,534 &= 4m^2 + 4,194 m + 5 \\ &= 4m^2 + 4,194 m - 45,221 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$\begin{aligned} m_{1,2} &= \frac{-4,194 \pm \sqrt{4,194^2 - (4 \times 4 \times (-298,38))}}{2 \times 4} \\ &= \frac{-4,194 + 69,25}{8} \quad m_1 = 8,1321 \end{aligned}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} - \text{ Panjang base plate } (p_b) &= 2m + 0,95h = (2 \times 8,1321) + (0,95 \times 3) \\ &= 19,114 \text{ in} \approx 20 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Lebar base plate } (l_{bp}) &= 2n + 0,8b = (2 \times 8,1321) + (0,8 \times 2,33) \\ &= 18,128 \text{ in} \approx 19 \text{ in} \end{aligned}$$

$$A_{bp} = p_{bp} \times l_{bp} = 346,51 \text{ in}$$

Dari perhitungan didapatkan perhitungan panjang base plate 20 in dan lebar base plate 19 in, maka ditetapkan ukura base plate yang digunakan adalah (20 x 19) in

* **Peninjauan terhadap bearing capacity**

$$f = \frac{P}{A}$$

dimana :

f = bearing capacity (lb/in²)

P = beban tiap kolom

A = luas base plate

$$f = \frac{P}{A} = \frac{30.320,33}{346,506} = 87,503 \text{ lb/in}^2$$

karena $f < f_{bp}$ maka dimensi base plate sudah memenuhi

*** Peninjauan terhadap harga m dan n**

- Panjang base plate (p_{bp})

$$p = 2m + 0,95 h$$

$$20 = 2m + 0,95 (3)$$

$$m = 18,575 \text{ in}$$

- Lebar base plate (l_{bp})

$$l = 2n + 0,8b$$

$$19 = 2n + 0,8 (2,33)$$

$$n = 18,068 \text{ in}$$

karena harga $m > n$, maka tebal base plate dihitung berdasarkan harga m

*** Tebal base plate**

$$t = \sqrt{0,00015 \times p \times m^2} \quad (\text{Hesse, pers 7-11 hal 163})$$

Dimana :

t = tebal base plate (in)

p = actual unit pressure yang terjadi pada base pl = 87,503 psi

m = 18,575 in

sehingga :

$$t = \sqrt{0,00015 \times p \times m^2} = 2,1281 \approx 2 \text{ in}$$

*** Ukuran baut**

Beban tiap baut :

$$P_{\text{baut}} = \frac{P}{n_{\text{baut}}} = \frac{30.320,33}{4} = 7.580,084 \text{ lb}$$

dimana $f_{\text{baut}} = \text{stress tiap baut max} = 12.000$

$$A_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}} = \frac{7.580,084}{12.000} = 0,6317 \text{ in}^2$$

$$A_{\text{baut}} = \frac{\pi d_b^2}{4}$$

$$0,6317 = \frac{3,14}{4} d_b^2 \quad d_b = 14/16 \text{ in}$$

Dari *brownel & young* tabel 10-4 hal 188 diperoleh ukuran baut 1 in dengan dimensi baut sebagai berikut :

- Ukuran baut = 1 in
- Root area = 0,551 in
- Bolt spacing min = 2 1/4 in
- Min radial distance = 1 3/8 in
- Edge distance = 1 1/16 in
- Nut dimension = 1 5/8 in
- Max filled radius = 7/16 in

6.9 Rancangan Lug and Gasset

Perencanaan :

- Digunakan 2 buah plate horisontal (untuk lug) dan 2 buah plate vertikal (untuk gu

Dasar Perhitungan :

a. Lebar Lug

$$\begin{aligned} A &= \text{Lebar lug} = \text{ukuran baut} + 9 \text{ in} \\ &= 1 \text{ in} + 9 \text{ in} \\ &= 10 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \text{Jarak antara gusset} = \text{ukuran baut} + 8 \text{ in} \\ &= 1 \text{ in} + 8 \text{ in} \end{aligned}$$

$$= 9 \text{ in}$$

b. Lebar gusset

$$\begin{aligned} L = \text{Lebar gusset} &= 2 (\text{lebar kolom} - 0,5 \times \text{ukuran baut}) \\ &= 2 (4 - 0,5 \times 2) \\ &= 6 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar lug atau } a &= 0,5 (L + \text{ukuran baut}) \\ &= 0,5 (6 + 2) \\ &= 4 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{Perbandingan tebal base plate} = \frac{B}{L} = \frac{9}{6} = 1,5 \approx 2$$

Dari *brownel & young, tabel 10.6* hal 192

didapatkan nilai $\gamma = 0$

$$\begin{aligned} e &= 1 \times \text{nut dimension} \\ &= 1 \times 3 \frac{1}{8} \\ &= 1,563 \text{ in} \end{aligned}$$

c. Tebal Plate Horizontal (Lug)

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

$$M_y = \frac{P}{4\pi} \left[(1 + \mu) \times \ln \frac{2L}{\pi \cdot e} + (1 - \nu_1) \right]$$

Dimana :

$$\begin{aligned} P &= \text{beban tiap baut} = 7.580,084 \text{ lb} \\ \mu &= \text{posson's ratio} = 0 \text{ (untuk baja)} \\ L &= \text{panjang horisontal plate bawah} = 6 \\ e &= \text{nut dimension} = 1,563 \text{ in} \end{aligned}$$

$$v_1 = 0,125 \text{ in}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} M_y &= \frac{7.580,084}{4 \times 3,14} \left[\frac{(1 + 0,3) \times \ln \quad 2 \times 6 \quad + (1 - 0,125)}{3,14 \times 1,563} \right] \\ &= 1.229,782 \text{ lb} \end{aligned}$$

M_y disubstitusikan ke persamaan 10.41 hal 193 Brownel diperoleh :

$$\begin{aligned} t_{hp} &= \left(\frac{6 \times M_y}{f_{allowble}} \right)^{0,5} = \left(\frac{6 \times 1229,782}{12.000} \right)^{0,5} \\ &= 0,7841 \approx 2 \text{ in} \end{aligned}$$

maka digunakan plate dengan tebal = 2 in

d. Tebal Plate Vertikal (Gusset)

Dari figure 10.6 hal 191, Brownell dan pers 10.47 hal 194, diperoleh tebal

$$\text{gusset minimal (tg)} = \frac{3}{8} \times t_{hp} = \frac{3}{8} \times 2 = 1$$

e. Tinggi Gusset

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Gusse} = hg &= A + \text{ukuran baut} \\ &= 10 + 1 = 11 \text{ in} \end{aligned}$$

f. Tinggi Lug

$$\begin{aligned} \text{Tinggi lug} &= hg + 2 \times t_{hp} \\ &= 11 + (2 \times 2) = 15 \text{ in} \end{aligned}$$

6.10 Perhitungan pondasi

Perencanaan :

Beban total yang harus ditahan pondasi :

- Berat reaktor total
- Berat kolom penyangga
- Berat base plate

Ditentukan :

- Masing - masing penyangga diberi pondasi
- Spesifik untuk semua penyangga sama

Dasar Perhitungan :

$$W = 12.128,134 \text{ lb}$$

a. Beban yang harus ditanggung tiap kolom

$$W_{bp} = l \times t \times \rho$$

Dimana :

$$p = \text{panjang base plate} = 20 \text{ in} = 1,667 \text{ ft}$$

$$l = \text{lebar base plate} = 19 \text{ in} = 1,583 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal base plate} = 2 \text{ in} = 0,167 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

Beban yang ditanggung tiap kolom :

$$W_{bp} = l \times t \times \rho$$

$$= 1,667 \times 1,583 \times 0,167 \times 489$$

$$= 215,07 \text{ lb}$$

b. Beban tiap penyangga

$$W_p = L \times A \times F \times \rho$$

Dimana :

$$L = \text{tinggi kolom} = 11,764 \text{ ft}$$

$$A = \text{luas kolom I beam} = 20,46 \text{ in}^2 = 0,1421 \text{ ft}^2$$

$$F = \text{faktor koreksi} = 3,4$$

$$\rho = \text{densitas dari bahan konstruksi} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

Beban tiap penyangga :

$$\begin{aligned} W_p &= L \times A \times F \times \rho \\ &= 11,764 \times 0,1421 \times 3 \times 489 \\ &= 2.778,99 \text{ lb} \end{aligned}$$

c. Beban total

$$\begin{aligned} W_T &= W + W_{bp} + W_p \\ &= 12.128,134 + 215,07 + 2.778,99 \\ &= 15.122,197 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dianggap hanya ada gaya vertikal dan berat kolom itu sendiri bekerja pada pondasi, maka ditetapkan :

- Luas atas = 20 x 20 in
- Luas bawah = 40 x 40 in
- Tinggi = 25 in
- Luas permukaan tanah rata-rata :

$$A = \left\{ \left(\frac{20 \times 40}{2} \right) + \left(\frac{20 \times 40}{2} \right) \right\} = 800$$

- Volume pondasi :

$$\begin{aligned} V &= A \times t \\ &= 800 \times 25 = 20.000 \text{ in}^3 = 11,574 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

- Berat pondasi

$$W = V \times \rho$$

Dimana ρ = densitas semen = 144 lb/ft³

$$W = 11,574 \times 144$$

$$= 1.666,668 \text{ lb} = 755,99 \text{ kg}$$

- Tekanan tanah

Pondasi didirikan diatas *cement sand & gravel* dengan :

a. Save bearing minimur = 5 ton/ft²

b. Save bearing maximu = 10 ton/ft² (Hesse, table 12.2 hal 327)

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$P = 10 \text{ ton/ft}^2 \times \frac{2240 \text{ lb}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ ft}^2}{144 \text{ in}^2} = 155,56 \text{ lb/in}^2$$

Tekanan pada tanah Dimana :

$$P = \frac{W}{A} \quad \begin{array}{l} W = \text{berat beban total} + \text{berat pondasi} \\ A = \text{luas bawah pondasi} \\ = (40 \times 40) \text{ in}^2 = 1.600 \text{ in}^2 \end{array}$$

Sehingga :

$$P = \frac{15.122,197 + 1.666,668}{1.600} \\ = 10,493 \text{ lb/in}^2 < 155,56 \text{ lb/in}^2$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran (20 x 20) in² luas atas dan (40 x 40) in² luas bawah dengan tinggi pondasi 25 in dapat digunakan.

6.11 Spesifikasi Peralatan

1. Tangki

- a. Bahan konstruksi : *Carbon steels SA 299 Grade C*
- b. Diameter Luar (Do) : 120 in = 10 ft
- c. Diameter Dalam (Di) : 119,45 in = 9,9541 ft
- d. Tinggi silinder (Ls) : 179,17 in = 14,931 ft
- e. Tebal Silinder (ts) : 2/7 in = 0,023 ft
- f. Tebal tutup atas dan bawah (t_{ht}) : 4/8 in = 0,0366 ft
- g. Tinggi tutup atas (ha) : 22,977 in = 1,9148 ft
- h. Tinggi tutup bawah (hb) : 20,187 in = 1,6822 ft
- i. Tinggi Reaktor (H) : 222,34 in = 18,528 ft

2. Coil pemanas

- a. Panjang coil : 364,71 ft = 4.376,5 in
- b. Jarak antara coil : 4 in = 0,3333 ft
- c. Tinggi lilitan coil : 166,44 in = 13,870 ft
- d. Jumlah coil : 20 buah

3. Nozzle

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	4	9	15/16	6 3/16	5 5/16	4,5	3	4,03
B	18	25	1 9/16	21	19 7/8	18	5 1/2	17,25
C	24	11	1	8 1/2	7 9/16	6,63	3 1/2	6,07
D	20	27 1/2	1 11/16	23	22	20	5 2/3	19,25

4. Flange

- a. Bahan konstruksi : *Carbon steels* SA 299 Grade C
- b. *Tensile* : 75.000 psia
- c. *Allowble stress* : 18.750 psia
- d. *Type flange* : ring flange
- e. Diameter luar *flange* : 132,25 in
- f. Tebal *flange* : 1,0743 in

5. Bolting

- a. Bahan konstruksi : *Carbon steels* SA 261 Grade BO
- b. Tensile : 100.000 psia
- c. Allowble stress : 16.250 psia
- d. Ukuran baut : 1 1/2 in
- e. Root area : 1,294 in
- f. R : 2 in
- g. E : 1 1/2 in
- h. Jumlah bolting : 9 buah

6. Gasket

- a. Bahan konstruksi : *Asbestos*
- b. Gasket faktor : 2
- c. Minimum stress : 1600 lb/in²
- d. Diameter luar gasket : 120 in
- e. Diameter dalam gaske : 120,56 in
- f. Lebar gasket : 0,2809 in

7. Penyangga

- a. Jenis : I beam
- b. Nominal size : 18 in
- c. Berat : 70 lb
- d. Area section (A_y) : 20,46 in²
- e. Depth of beam (h) : 18 in
- f. Width of flange (b) : 6,251 in
- g. Axis (r) : 6,7 in
- h. Jumlah penyangga : 4 buah

9. Base plate

- a. Panjang *base plate* : 20 in
- b. Lebar *base plate* : 19 in
- c. Luas *base plate* : 380 in²

10. Pondasi

- a. Ukuran atas : 20 x 20 in
- b. Ukuran bawah : 40 x 40 in
- c. Tinggi pondasi : 25 in

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Instrumentasi dan keselamatan kerja didalam pabrik merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu proses produksi. Dengan instrument yang memadai dan keselamatan kerja serta disiplin yang tinggi akan menjamin kontinuitas proses produksi dari suatu pabrik.

7.1. Instrumentasi

Instrumentasi merupakan bagian yang sangat penting dalam pengendalian proses suatu industri. Pengendalian proses meliputi keseluruhan unit pabrik maupun hanya pada beberapa unit pabrik yang benar-benar memerlukan pengontrolan secara cermat dan akurat.

Instrumentasi dipasang untuk mengatur dan mengendalikan variabel-variabel proses penting selama proses berlangsung. Instrumentasi dapat bekerja baik secara manual, semi otomatis dan secara otomatis. Variabel yang dikendalikan adalah tekanan, suhu, laju alir dan tinggi permukaan cairan.

Tujuan dari pemasangan alat instrumentasi tersebut adalah :

1. Menjaga suatu proses instrumentasi agar dapat tetap aman yaitu, dengan cara :
 - a. Mendeteksi adanya kondisi yang berbahaya sedini mungkin dan membuat tanda-tanda bahaya secara interlock otomatis jika keadaan kritis muncul.
 - b. Menjaga variabel-variabel proses berada pada batas kondisi yang aman.
2. Menjaga jalannya suatu proses produksi agar sesuai dengan yang dikehendaki.
3. Menekan biaya produksi serendah mungkin untuk tetap memperhatikan faktor-faktor kimianya atau efisiensi kerja.
4. Menjaga kualitas dari produk agar tetap berada dalam standart yang telah ditetapkan.

Tipe-tipe alat pengontrol terdiri dari :

1. Indikator : sebagai alat penunjuk
2. Recorder : sebagai alat pencatat
3. Controller: sebagai alat pengontrol variabel proses

Faktor-faktor yang diperlukan dalam pemilihan instrumentasi :

1. Jenis instrumentasi
2. Range yang diperhitungkan untuk pengukuran
3. Ketelitian yang diperlukan
4. Bahan konstruksi serta pengaruh pemasangan pada kondisi operasi
5. Faktor ekonomi.

Macam-macam alat kontrol yang biasa digunakan dalam industri adalah :

1. Pengatur Suhu (“Temperatur”)
 - a. “Temperatur Indikator” (TI)

Fungsi : untuk mengetahui temperatur operasi pada alat dengan pembacaan langsung pada alat ukur tersebut. Jenis temperatur indikator antara lain : thermometer, dan termokopel.
 - b. “Temperatur Kontrol” (TC)

Fungsi : mengendalikan atau mengukur temperatur operasi sesuai dengan kondisi yang diminta.
2. Pengatur Tekanan (“Pressure”)
 - a. “Pressure Indikator” (PI)

Fungsi : untuk mengetahui tekanan operasi pada alat dengan pembacaan langsung pada alat ukur tersebut. Jenis pressure indicator antara lain : pressure gauge.
 - b. “Pressure Kontrol” (PC)

Fungsi : mengendalikan atau mengatur tekanan operasi sesuai dengan kondisi yang diminta.
3. Pengatur Aliran (“Flow”)
 - a. “Flow Kontrol” (FC)

Fungsi : menunjukkan dan mengendalikan laju suatu aliran dalam suatu peralatan seperti yang telah ditetapkan. Jenis flow kontroler yaitu control valve.
4. Pengatur Tinggi Permukaan (“Level”)
 - a. “Level Indikator” (LI)

Fungsi : menunjukkan tinggi permukaan fluida pada suatu cairan.

b. “Level Kontrol” (LC)

Sebagai alat penunjang untuk mengetahui ketinggian operasi dan untuk mengendalikan atau mengatur level operasi agar sesuai dengan kondisi yang diinginkan.

Alat-alat pengendalian atau instrumen diklasifikasikan menjadi :

- Indikator, atau alat penunjuk yang digunakan untuk menunjukkan hasil pengukuran secara langsung. Contoh : alat pengukur tekanan yang menunjukkan tekanan melalui jarum penunjuk atau secara digital.
- Controller, atau alat pengontrol yang digunakan untuk mengendalikan kondisi operasi. Misalnya :
 - Flow Controller, untuk mengendalikan laju aliran fluida dalam pipa.
 - Temperatur Controller, untuk mengendalikan suhu fluida dalam suatu alat atau selama aliran proses agar sesuai dengan harga yang telah di tetapkan.
- Error Detector, digunakan untuk mengukur kesalahan yang terjadi antara keluaran actual dengan keluaran yang diinginkan.

7.2. Keselamatan Kerja

Dalam perencanaan suatu pabrik, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan hal yang sangat penting yang harus diperhatikan karena menyangkut kelancaran dan keselamatan karyawan. K3 adalah keselamatan yang berkaitan dengan alat kerja, mesin, bahan dan proses pengolahannya, tempat kerja dan lingkungannya. K3 merupakan suatu bentuk upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmani ataupun rohani tenaga kerja pada umumnya.

Oleh karena itu, dengan memperhatikan K3 yang baik dan teratur secara psikologis akan memberikan rasa aman pada karyawan dalam bekerja, sehingga kontinuitas dan produktifitas kerja akan meningkat.

Usaha untuk menjaga K3 bukanlah semata-mata ditujukan pada faktor manusianya saja, tetapi juga untuk menjaga peralatan yang ada di pabrik. Dengan terpeliharanya peralatan dengan baik, maka peralatan akan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama.

7.2.1. Tujuan K3

Tujuan dari K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) adalah :

1. Melindungi tenaga kerja atas hak dan keselamatannya ketika melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produktivitas nasional.
2. Menjamin keselamatan hidup orang yang berada di lingkungan kerja.
3. Memelihara sumber produksi dan mempergunakan secara aman dan efisien.

7.2.2. Penyebab dan Akibat Kecelakaan Kerja

1. Latar belakang karyawan

Yaitu sifat atau karakter yang tidak baik dari karyawan yang dapat berpengaruh dalam melakukan pekerjaan, sehingga dapat menyebabkan kelalaian pekerja atau wartawan.

2. Kelalaian karyawan

Adanya sifat gugup, tegang, mengabaikan keselamatan dan lain-lain akan menyebabkan pekerja atau wartawan akan melakukan tindakan yang tidak aman. Hal ini dapat menjadi lebih parah bila ditunjang dengan alat-alat yang tidak aman

3. Tindakan yang tidak aman dan bahaya mekanis atau fisis

Tindakan yang tidak aman dari pekerja seperti berdiri dibawah beban tersuspensi, menjalankan mesin tanpa pelindung dan lain-lain.

4. Kecelakaan

Kejadian seperti jatuhnya pekerja, tertumbuk benda melayang sehingga dapat melukai pekerja.

Adapun bahaya-bahaya yang dapat terjadi pada Pra Rencana Pabrik Melamin ini yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

- A. Bahaya kebakaran dan ledakan

Pencegahan kebakaran dan ledakan bertujuan untuk memperkecil kemungkinan adanya kecelakaan yang membahayakan pekerja, kerusakan pada peralatan serta terhentinya proses produksi yang pada akhirnya akan menyebabkan kerugian pada suatu pabrik, oleh sebab itu maka diperlukan pengamatan yang sebaik-baiknya.

Penyebab terjadinya kebakaran adalah :

- Kemungkinan terjadinya kebakaran bisa dari utilitas dan unit proses yang lain
- Terjadinya loncatan bunga api listrik pada saklar dan stop kontak serta instrument yang baik.

Cara pencegahan terjadinya bahaya kebakaran antara lain :

- Pemasangan pipa air melingkar siseluruh lokasi pabrik (water hydran)
- Pemasangan kabel listrik harus diatur dan jauh dari tempat yang panas
- Penempatan bahan-bahan yang mudah terbakar dari tempat yang tertutup dan jauh dari sumber api
- Pemasangan alat pemadam kebakaran disetiap tempat yang paling rawan dan pemasangannya yang mudah terjangkau
- Larangan merokok, dan membawa korek api di lingkungan pabrik, kecuali pada tempat yang telah disediakan
- Menyediakan unit-unit mobil pemadam kebakaran.

B. Bahaya mekanik

Bahaya mekanik biasanya disebabkan pengerjaan konstruksi yang tidak memenuhi syarat yang berlaku. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah terjadinya kecelakaan adalah :

- Perencanaan tangki dan alat harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, memperhitungkan faktor korosi dan lain-lain
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai, serta pemberian alat pengaman untuk proses-proses yang berbahaya.

C. Bahaya terhadap kesehatan

Untuk menjaga keselamatan karyawan perlu adanya kesadaran dari seluruh karyawan agar dapat bekerja dengan baik sehingga tidak membahayakan keselamatan jiwanya dan jiwa orang lain.

Bahaya terhadap kesehatan karyawan yang perlu diwaspadai umumnya berasal dari bahan baku, sifat bahan yang sedang diproses, dan produk, serta limbah yang dihasilkan oleh suatu pabrik. Oleh sebab itu, karyawan dituntut untuk dapat mengetahui sifat-sifat dari bahan-bahan yang diproses serta limbah yang dihasilkan. Selain itu diusahakan agar seluruh ruangan baik ruangan proses dan ruangan yang lain memiliki ventilasi yang cukup agar pertukaran udara dapat berlangsung dengan baik.

7.2.3. Keselamatan Karyawan

Keselamatan karyawan adalah hal terpenting yang harus diperhatikan, oleh karena itu, para karyawan terutama operator peralatan proses perlu diberi pengarahan agar dapat menjalankan kewajiban dengan baik tanpa harus membahayakan keselamatan diri sendiri ataupun diri orang lain. Selain itu juga harus ada alat pelindung untuk menjamin keselamatan para pekerja antara lain :

1. Topi pengaman / helm

Biasanya topi pengaman atau helm ini terbuat dari plastik maupun kulit untuk melindungi kepala dari benda-benda yang jatuh dari atas sehingga tidak melukai kepala pegawai/karyawan.

2. Masker gas

Digunakan jika dalam suatu ruangan yang udaranya mengandung zat-zat beracun, seperti uap-uap yang keluar dari pipa-pipa yang ada pada proses produksi.

3. Sepatu bot

Sepatu bot untuk keselamatan kerja dilengkapi pelindung jari dari baja. Sepatu bot ini mempunyai ketahanan terhadap bahan-bahan kimia terutama yang bersifat korosif dan tahan terhadap benda jatuh.

4. Pelindung mata

Pelindung mata seperti kaca mata pengaman yang dapat melindungi para pekerja dari uap-uap yang berbahaya, dan percikan bahan kimia. Dan juga digunakan kaca mata pelindung khusus pekerja yang sedang mengelas.

5. Sarung tangan

Digunakan untuk melindungi kulit dari bahan kimia yang bersifat korosif terhadap kulit atau bahan yang bersifat racun apabila diserap oleh kulit. Sarung tangan ini dapat terbuat dari plastic, karet, atau kulit.

6. Pemadam kebakaran

Pemadam kebakaran harus ada ditempat-tempat yang potensial terjadi kebakaran, supaya apabila terjadi kebakaran api segera dapat diatasi sehingga api tidak merambat kesemua tempat.

Tabel 7.2.3. Peralatan Keselamatan Kerja

Alat yang digunakan	Lokasi penggunaan
Topi pengaman/helm	Unit proses
Masker	Unit proses
Sepatu bot	Unit proses
Pelindung mata	Unit proses dan perbaikan (bengkel)
Sarung tangan	Unit proses dan laboratorium
Pemadam kebakaran	Semua unit

7.2.4. Alat-alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Dapat memberikan perlindungan yang sangat spesifik bagi para pekerja
2. Mempunyai berat yang seringan mungkin
3. Harus dapat dipakai secara fleksibel dan tidak membatasi gerak bagi pemakainya
4. Tidak mudah rusak dan bentuknya cukup menarik
5. Tidak menimbulkan efek samping bagi pemakainya dan memenuhi ketentuan dari standart yang telah ada
6. Suku cadang dari alat yang digunakan harus mudah didapat sehingga pemeliharaannya bagi alat pelindung diri dapat dilakukan dengan mudah.

BAB VIII

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 sanitasi.

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 peralatan proses.

4. Unit Penyediaan Downterm

Unit ini berfungsi menyediakan pendingin yang digunakan di cooler.

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia. Unit utilitas yang diperlukan pada Pra Rencana Pabrik Melamin ini, yaitu :

- Air yang berfungsi sebagai air sanitasi
- Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan pabrik
- Refrigerant sebagai media pendingin di dalam proses

8.1. Unit Pengolahan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air pada pabrik, maka direncanakan diambil dari air yang berasal dari PDAM. Pengambilan air berasal dari PDAM yang kemudian ditampung dalam bak penampung air untuk dipergunakan sebagai air sanitasi.

Air sanitasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, taman dan kebutuhan yang lain.

Air sanitasi yang dipergunakan harus memenuhi syarat kualitas air sebagai berikut:

- a. Syarat Fisik
 - Berada di bawah suhu udara
 - Warnanya jernih
 - Tidak berasa
 - Tidak berbau
- b. Syarat kimia
 - Tidak mengandung logam berat seperti Pb, As, Cr, Cd, Hg
 - Tidak mengandung zat-zat kimia beracun
- c. Syarat mikrobiologis
 - Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri patogen

Adapun Perincian kebutuhan air di pabrik melamin adalah sebagai berikut:

Tabel 8.1.1. Kebutuhan Total Air Sanitasi :

No.	Keperluan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Karyawan	747,39
2	Laboratorium dan taman	336,3255
3	Pemadam kebakaran dan cadangan	1517,2017
Total		2600,9172

8.2. Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik pada Pra Rencana Pabrik Melamin ini direncanakan dan disediakan oleh generator set dan PLN. Tenaga listrik yang disediakan dipergunakan untuk menggerakkan motor, penerangan, instrumentasi dan lainnya.

Perincian Total kebutuhan listrik terbagi 3 sebagai berikut :

Tabel 8.2. Kebutuhan Listrik Pada Pra Rencana Pabrik Melamin

No.	Kebutuhan	KW
1	Kebutuhan Listrik Proses Produksi	152,8685
2	Kebutuhan Listrik Penerangan	276,2387
Total		429,1072

8.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan bahan padat, cair maupun gas yang dapat bereaksi dengan oksigen secara eksotermal. Bahan bakar yang dipakai dalam Pra Rencana Pabrik melamin adalah solar yang merupakan bahan bakar yang digunakan di furnace , dan generator. Jumlah solar yang dibutuhkan adalah 18,0298 ft³/jam.

Jadi, jumlah kebutuhan bahan bakar total adalah 18,0298 ft₃/jam x 24 jam/hari x 1/(3,280823)³ m³/ft³ = 12,25 m³/hari.

Adapun perincian kebutuhan bahan bakar solar adalah sebagai berikut:

- a. Untuk menjalankan generator jenis bahan bakar yang digunakan adalah diesel oil (Solar)

Jumlah bahan bakar yang dibutuhkan :

$$\begin{aligned}
 \text{Daya generator} &= 572,1429 \text{ KW} \\
 &= 572,1429 \text{ KW} \times 3.412,14 \text{ BTU/jam} \\
 &= 1.952.231,570 \text{ BTU/jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{Heating Value solar} = 130.500 \text{ BTU/gallon}$$

Maka minyak yang dibutuhkan :

$$= \frac{1.952.231,570}{130.500} = 14,9596 \text{ galon/jam}$$

$$= 1,9997 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

b. Untuk Menjalankan furnace

$$\text{Dari neraca panas diperlukan solar sebanyak} = 16,0301 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

8.4. Unit Penyediaan refrigerant

Unit Penyediaan refrigerant bertujuan untuk menyediakan pendingin downterm yang digunakan sebagai pendingin didalam proses produksi. Adapun refrigerant yang digunakan adalah Downterm A karena downtterm dapat mendinginkan suhu yang tinggi. Unit ini yang menyediakan media pendingin untuk cooler (E-131), Cooler (E-132), dan Cooler (E-133). Kebutuhan Downterm A yang digunakan adalah sebanyak 12.716,09645 kg/jam

Perincincian total kebutuhan Downterm adalah sebagai berikut:

Tabel 8.4. Kebutuhan Downterm Pada Proses Pra Rencana Pabrik Melamin

No.	Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	Cooler (E-131)	3854,895
2	Cooler (E-132)	689,355
3	Cooler (E-133)	8171,846
Total		12.716,096

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

Suatu perencanaan pabrik, salah satu faktor yang sangat penting yaitu penentuan lokasi pabrik dan letak peralatan pabrik. Pemilihan lokasi pabrik merupakan faktor yang sangat berkaitan erat dengan efisiensi perusahaan dan harus dapat dipertanggungjawabkan baik dari segi teknis maupun ekonomis, karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan. Sedangkan tata letaknya merupakan faktor yang harus dipertimbangkan agar kelancaran operasional pabrik menjadi efektif.

Oleh karena itu perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi yang dipilih benar-benar memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala segi. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dapat digolongkan menjadi dua, yaitu :

1. Faktor Utama

a. Penyediaan bahan baku

Ditinjau dari tersedianya bahan baku dan harga dari bahan baku, maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan sumber bahan baku. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku :

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas bahan baku
- Kualitas bahan baku
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutan

b. Pemasaran (marketing)

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia. Karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuangan industri tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Tempat produk yang akan dipasarkan
- Kebutuhan produk saat sekarang dan akan datang
- Jarak pemasaran dari lokasi, dan sarana pengangkutan untuk daerah pemasaran

BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

Salah satu perencanaan pabrik adalah salah satu faktor yang sangat penting yaitu penentuan lokasi pabrik dan letak peralatan pabrik. Pemilihan lokasi pabrik merupakan faktor yang sangat berkaitan erat dengan efisiensi perusahaan dan harus dapat dipertanggungjawabkan baik dari segi teknis maupun ekonomis karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan memunculkan kemungkinan-kemungkinan. Sedangkan tata letaknya merupakan faktor yang harus dipertimbangkan agar kelancaran operasional pabrik menjadi efektif.

Oleh karena itu perlu diadakan seleksi dan evaluasi sehingga lokasi yang dipilih benar-benar memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala segi. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dapat digolongkan menjadi dua yaitu :

1. Faktor Utama

a. Persebaran bahan baku

Ditinjau dari tersedianya bahan baku dan harga dari bahan baku maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan sumber bahan baku. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku :

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas bahan baku
- Kualitas bahan baku
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutan

b. Permasaan (marketing)

Permasaan merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia. Karena berhasil atau tidaknya permasaan akan menentukan kemajuan industri tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Tempat produk yang akan dipasarkan
- Kebutuhan produk saat sekarang dan akan datang
- Jarak permasaan dari lokasi, dan sarana pengangkutan untuk daerah permasaan

c. **Utilitas (bahan bakar, sumber air, dan listrik)**

Unit utilitas dalam suatu pabrik sangatlah penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri dari :

1. Air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, air umpan boiler, air sanitasi, dan kebutuhan yang lainnya.

Untuk memenuhi kebutuhan ini air diambil dari 3 macam sumber, yaitu :

- Air sungai (sumber)
- Air kawasan
- Air PDAM

Hal – hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan sumber air :

- Kemampuan sumber air untuk melayani pabrik
- Kualitas air yang disediakan
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air
- Memperkirakan kebutuhan air yang mendukung industri termasuk untuk air pendingin, air sanitasi, air umpan boiler, dan air yang tersedia untuk mencegah kebakaran

2. Listrik dan bahan bakar

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan penting terutama sebagai motor penggerak, selain penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan yang lainnya. Hal-hal yang harus diperhatikan :

- Ada tidaknya tenaga listrik yang tersedia di daerah tersebut
- Harga tenaga listrik di daerah tersebut
- Harga tenaga listrik dan bahan bakar dimasa yang akan datang
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar

Sumber listrik diperoleh dari PLN, walaupun demikian tenaga generator sangat diperlukan sebagai cadangan yang harus siap bila setiap saat diperlukan karena listrik PLN tidak akan selamanya berfungsi dengan baik yang disebabkan pemeliharaan atau perbaikan jaringan listrik. Bahan bakar digunakan untuk menggerakkan generator atau alat yang menghasilkan panas seperti boiler dan furnace.

d. Iklim dan alam sekitarnya

Keadaan geografis dan masyarakat harus mendukung iklim industri untuk menciptakan kenyamanan dan ketentraman dalam bekerja. Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Kesiapan masyarakat untuk menjadi masyarakat industri
- Keadaan alam
- Keadaan tanah tempat pabrik berdiri yang dapat menyulitkan pemasangan konstruksi bangunan atau peralatan proses
- Pengaruh produk yang dihasilkan maupun proses yang digunakan terhadap masyarakat lingkungan sekitar terutama untuk industri yang menghasilkan bahan berbahaya

2. Faktor Khusus

a. Transportasi

Transportasi perlu diperhatikan untuk kelancaran pembekalan *supply* bahan baku dan penyaluran produk dapat terjamin dengan biaya serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Oleh karena itu, faktor-faktor yang perlu diperhatikan :

- Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor
- Jalur kereta api
- Adanya pelabuhan laut dan lapangan udara
- Sungai atau laut yang dapat dilalui perahu atau kapal
- Jarak sumber bahan baku dan daerah pemasaran.

b. Tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja baik tenaga kasar atau tenaga ahli perlu diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran dari perusahaan. Tingkat pendidikan dari masyarakat dan tenaga kerja juga mendukung pendirian pabrik. Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang tersedia
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang tersedia
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut

c. Buangan pabrik (dipposal)

Apabila buangan pabrik (waste dipposal) berbahaya bagi kehidupan disekitarnya, maka yang harus diperhatikan adalah :

- Cara menentukan pabrik buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat
- Masalah polusi atau efek samping dari polusi yang mungkin timbul.

d. Pembuangan limbah

Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas cair maupun gas dengan memperhatikan ketentuan-ketentuan dari pemerintah.

e. Perpajakan dan Asuransi

Masalah ini berkaitan dengan pemberian ijin dan sistem perpajakan didaerah pendirian pabrik tersebut. Hal-hal yang mempengaruhi antara lain :

- Pendapatan daerah tersebut
- Asuransi untuk pengangguran
- Monopoli perusahaan

f. Site dan karakteristik dari lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi ini adalah :

- Harga tanah yang relatif rendah memungkinkan untuk perluasan pabrik dan fasilitas pendukung lainnya
- Apakah termasuk daerah pedesaan atau perkotaan
- Adat istiadat atau kebudayaan didaerah sekitar lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik, dan tempat ibadah

g. Peraturan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah tersebut
- Ketentuan mengenai jalur untuk berdirinya industri didaerah tersebut
- Peraturan perundang-undangan dari pemerintah dan daerah setempat

Berdasarkan beberapa pertimbangan faktor-faktor diatas, maka daerah yang menjadi alternatif pemilihan lokasi pendirian Pabrik Melamin tersebut adalah :

1. Dekat dengan sumber bahan baku
2. Tersedianya kebutuhan air, tenaga listrik dan bahan bakar

3. Fasilitas transportasi yang memadai
4. Tersedianya tenaga kerja yang cukup.

9.2. Lay Out 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 2.1 Perincian luas tanah pabrik

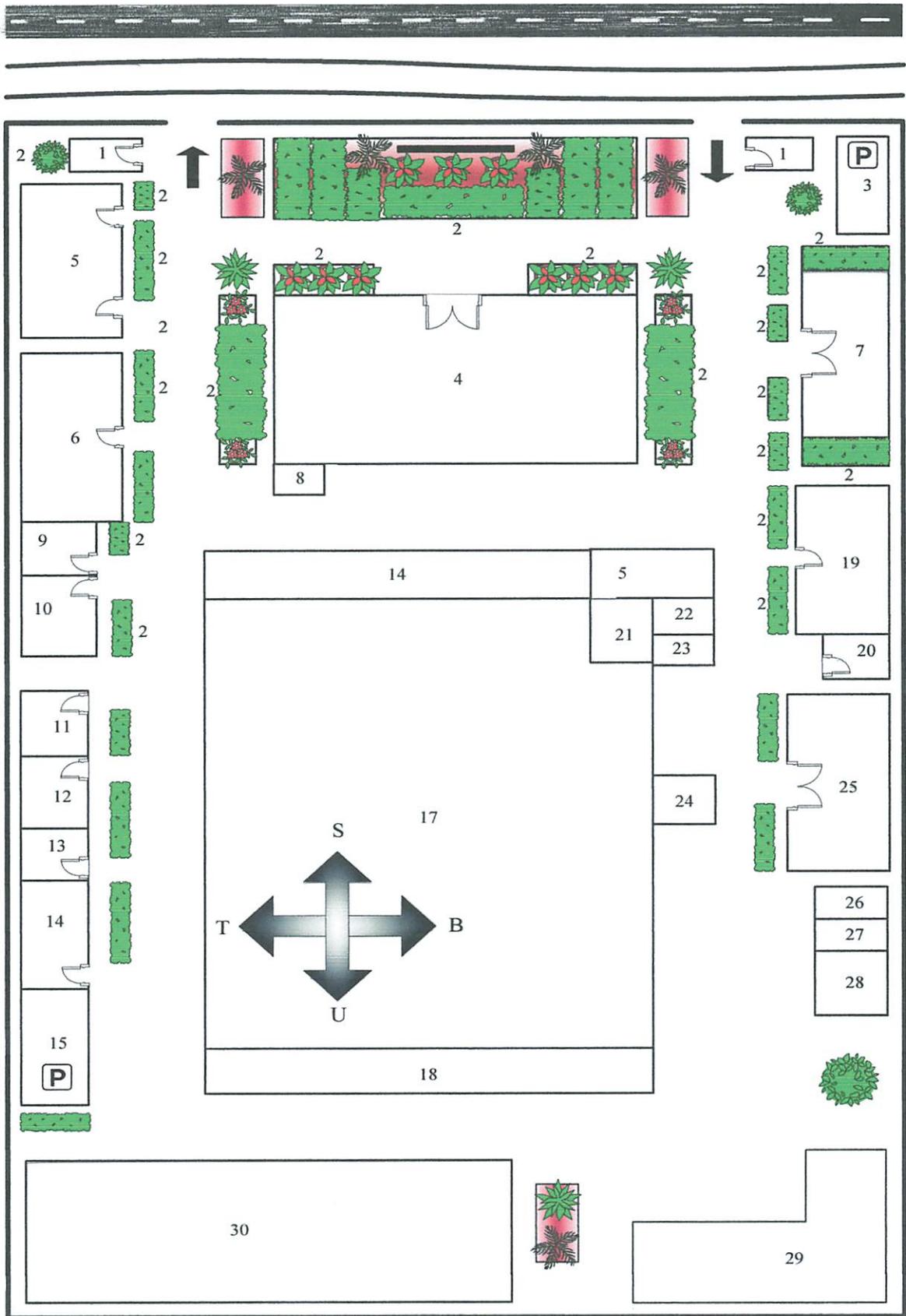
No	Penggunaan Lahan	Luas (m ²)
1.	Pos keamanan	50
2.	Ruang kontrol	500
3.	Gudang	1500
4.	Kantor	400
5.	Musholla	200
6.	Kantin	300
7.	Toilet	100
8.	Poliklinik	250
9.	Laboratorium	350
10.	Bengkel	200
11.	Perpustakaan	250
12.	Daerah proses	7000
13.	Daerah utilitas	2000
14.	K-3 & Fire Safety	200
15.	Unit pengolahan limbah	1300
16.	Area pengembangan	4000
17.	Tempat parkir	800
18.	Taman	700
	Jumlah	20.100

Peta Kabupaten Pamanukan – Jawa Barat



= Lokasi Pabrik Melamin

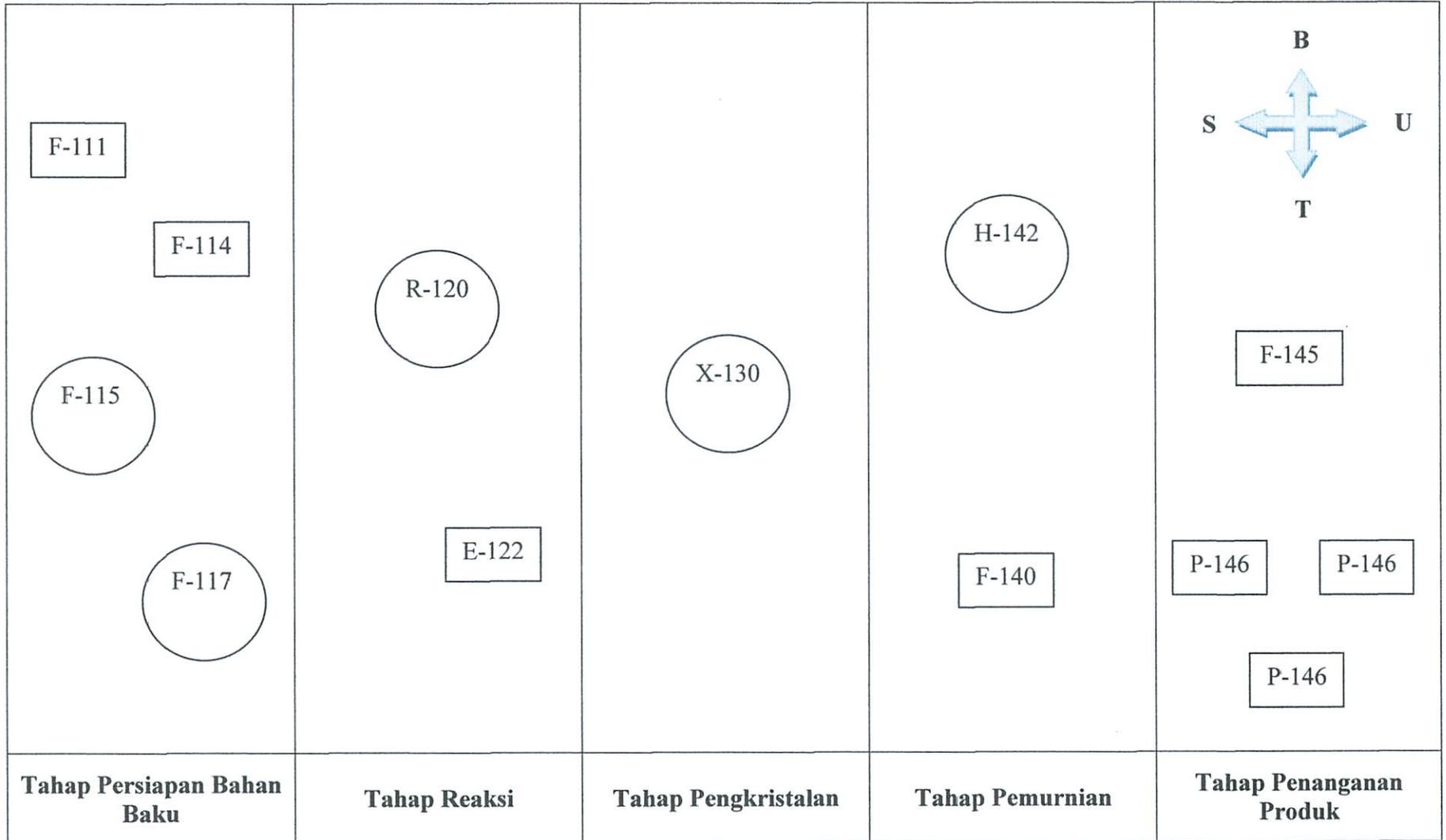
Gambar 1. Peta Lokasi Pabrik Melamin



Gambar 9.2. Tata Letak Pabrik Melamin

Keterangan :

1. Pos Keamanan
2. Taman
3. Parkir Tamu
4. Perkantoran dan Tata Usaha
5. Pos Penimbangan
6. Gedung Serbaguna (Aula)
7. Kantor Penelitian dan Pengembangan (R&D)
8. Perpustakaan
9. Toilet
10. Musholla
11. Kantin
12. Koperasi
13. Poliklinik
14. Pemadam Kebakaran
15. Parkir Kendaraan dan Operasional
16. Gudang Bahan Baku
17. Area Proses
18. Gudang Produk
19. Manager Produksi dan Teknik
20. Departemen Produksi
21. Departemen Teknik
22. Ruang Kontrol
23. Garasi
24. Bengkel
25. Laboratorium dan Pengendalian Mutu
26. Generator
27. Ruang Bahan Bakar
28. Ruang Boiler
29. Utilitas
30. Area Perluasan Pabrik



Gambar 9.3. Layout Peralatan Proses

Keterangan :

1. F-111 : Gudang Urea
2. F-114 : Silo Penyimpanan Urea
3. F-115 : Melter
4. F-117 : Holding Tank
5. H-110 : Scrubber
6. R-120 : Reaktor Fluidized Bed
7. E-122 : Furnace
8. X-130 : Desublimer
9. H-142 : Cyclone
10. F-140 : Silo Penampung Produk/Melamin
11. F-145 : Storage Melamin
12. P-146 : Mesin Pengemas

BAB X

ORGANISASI PERUSAHAAN

10.6 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 : Subang, 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.

10.6 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 :

- a. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang dan lain-lain.
- b. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- c. Penempatan pegawai yang tepat.
- d. Memudahkan penyusunan program dan pengembangan manajemen.
- e. Memudahkan pengaturan kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang terbukti kurang lancar.

Terdapat beberapa macam struktur organisasi antara lain :

➤ Struktur organisasi linier

Didalam struktur linier 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.

10.6 Struktur Organisasi

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

- a. Menjelaskan dan menjabarkan persoalan mengenai pembatasan tugas tanggung jawab, wewenang dan lain-lain.
- b. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- c. Pembatasan pegawai yang tepat.
- d. Menjadikan penyusunan program dan pengembangan manajemen.
- e. Memudahkan pengaturannya kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang terdapat kurang lancar.

Terdapat beberapa macam struktur organisasi antara lain :

➤ **Struktur organisasi linier**

Didalam struktur linier 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 manajemen. Individu-individu dalam departemen-departemen melaksanakan kegiatan utama perusahaan. Setiap orang mempunyai hubungan pekerjaan hanya dengan satu atasan, sehingga ada kesatuan perintah.

➤ **Struktur organisasi fungsional**

Staff fungsional memiliki hubungan terikat dengan salinan-salinan lini. Bila dipisahkan wewenang fungsional oleh manajemen puncak, seorang staff fungsional mempunyai hak menasihati salinan lini sesuai kegiatan fungsional.

➤ **Struktur organisasi lini and staff**

Staff merupakan individu atau kelompok dalam struktur organisasi yang fungsi utamanya memberikan saran dan pelayanan kepada fungsi lini. Karaywan 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.

10.6 Tugas dan wewenang

9.3.1. 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 Direktur
- Mengadakan rapat umum sedikitnya setahun sekali.

9.3.2. 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 Direktur tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
- ❖ Mengangkat dan memberhentikan serta melakukan pengawasan terhadap Direktur.
- ❖ Menolak dan menyetujui rencana Direktur.
- ❖ Mempertanggungjawabkan perusahaan kepada pemegang saham.

9.3.3. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan ini dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan kepada dewan

komisaris. Dan membawahi Direktur Teknik dan Produksi, serta Direktur Keuangan. Adapun tugas dan wewenang Direktur Utama adalah sebagai berikut :

- Bertanggungjawab kepada Dewan Komisaris.
- Menetapkan kebijakan peraturan dan tata tertib baik keluar maupun kedalam perusahaan.
- Mengkoordinasi kerjasama antara Direktur Teknik dan Produksi dengan Direktur Keuangan.
- Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan.
- Bertanggungjawab atas kelancaran perusahaan.
- Membuat rencana produksi untuk tahun mendatang.
- Memberikan kebijaksanaan dalam bidang keuangan, gaji pegawai, pemberian hadiah, promosi, dan sebagainya.

9.3.4 Direktur Teknik dan Produksi

Direktur Teknik dan produksi bertanggung jawab pada Direktur utama dalam bidang produksi dan teknik selain itu juga bertanggungjawab dalam hal :

- Pengawasan produksi dan peralatan pabrik.
- Perbaikan dan pemeliharaan alat produksi dan utilitas.
- Perencanaan jadwal produksi dan penyediaan sarana produksi.

9.3.5 Direktur Keuangan dan Umum

Direktur keuangan dan umum bertanggung jawab dalam bidang umum, keuangan dan pemasaran serta mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dari kepala bagian yang menjadi bawahannya. Selain itu, bertanggungjawab terhadap :

- Bertanggungjawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi dan keuangan.
- Bertanggungjawab dalam penyusunan neraca perdagangan dan keuangan perusahaan.
- Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan.
- Mengatur dan mengawasi pemasaran produk dan pembelian bahan baku.
- Koordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala bagian.

9.3.6. Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Direktur dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Tugas dan wewenang staf ahli meliputi :

- Memberikan nasehat dan dalam perencanaan, pengembangan, pemberian harga.
- Mengadakan evaluasi dalam bidang Teknik dan Ekonomi Perusahaan.
- Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

9.3.7. Kepala bagian

Kepala bagian merupakan pimpinan dari kepala seksi dan bertanggung jawab kepada Direktur. Ada lima kepala bagian yaitu kepala bagian produksi, kepala bagian teknik, kepala bagian pemasaran, kepala bagian keuangan dan kepala bagian umum. Dimana tugas dan wewenang dari Kepala Bagian adalah :

- Membantu Managemen Teknik dan Managemen Keuangan dalam pelaksanaan aktivitas pada bagian masing-masing.
- Memberi pengawasan dan pengarahan terhadap seksi-seksi bawahannya.
- Menyusun laporan dari hasil yang dicapai oleh bagian masing-masing.
- Bertanggungjawab atas kerjasama bawahannya.

A. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi, yang membawahi :

- o Seksi Proses, bertugas :
 - Mengatur dan mengawasi jalannya proses produksi yang terjadi.
 - Menyiapkan segala kebutuhan bahan, baik barang dan peralatan yang dibutuhkan untuk proses.
 - Bertanggungjawab atas jalannya masing-masing proses produksi.
 - Serta menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh unit yang berwenang.
- o Seksi Laboratorium, bertugas :
 - Mengawasi dan menganalisa bahan baku, bahan bakar, dan produksi agar diperoleh kualitas yang diharapkan.

9.3.6. Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Direktur dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Tugas dan wewenang staff ahli meliputi :

- Memberikan nasihat dan dalam perencanaan pengembangan pemberian harga.
- Menyiapkan evaluasi dalam bidang Teknik dan Ekonomi Perusahaan.
- Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

9.3.7. Kepala bagian

Kepala bagian merupakan pimpinan dari kepala seksi dan bertanggung jawab kepada Direktur. Ada lima kepala bagian yaitu kepala bagian produksi, kepala bagian teknik, kepala bagian pemasaran, kepala bagian keuangan dan kepala bagian umum. Dimana tugas dan wewenang dari Kepala Bagian adalah :

- Membantu Manajemen Teknik dan Manajemen Keuangan dalam pelaksanaan aktivitas pada bagian masing-masing.
- Memberi pengawasan dan pengendalian terhadap seksi-seksi bawahannya.
- Menyusun laporan dan hasil yang dicapai oleh bagian masing-masing.
- Bertanggungjawab atas kerjasama bawahannya.

A. Kepala bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi yang membawahi :

- o Seksi Proses, bertugas :
 - Mengatur dan mengawasi jalannya proses produksi yang terjadi.
 - Menyiapkan segala kebutuhan bahan, baik barang dan peralatan yang dibutuhkan untuk proses.
 - Bertanggungjawab atas jalannya masing-masing proses produksi.
 - Serta menjalankan tindakan sehubungan dengan peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh unit yang bertanggung.
- o Seksi Laboratorium, bertugas :
 - Mengawasi dan menganalisa bahan baku, bahan pembantu dan produksi agar diperoleh kualitas yang diharapkan.

- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan pembuangan limbah.
- Kualitas Kontrol, bertugas :
 - Meneliti dan mengontrol penggunaan bahan baku serta kualitas produksi yang lebih baik dan lebih ekonomis.
- Seksi Penelitian dan Pengembangan, bertugas :
 - Mencari dan meneliti hal-hal terbaru untuk meningkatkan dan mengembangkan tingkat produksi yang telah dicapai.
- Seksi Pengendalian, bertugas menangani hal – hal yang mengancam keselamatan kerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

B. Kepala Bagian Teknik

Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi, serta mengatur dan mengawasi segala hal yang berhubungan dengan peralatan teknik, proses dan utilitas. Kepala Bagian Teknik ini membawahi :

- Seksi Pemeliharaan dan Bengkel, bertugas :
 - Memelihara fasilitas gedung dan peralatan listrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.
 - Mengadakan perbaikan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan.
- Seksi Utilitas, bertugas :
 - Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses.
 - Mengawasi dan mengatur peralatan penyediaan air pendingin, steam, air, bahan bakar, dan listrik.

C. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum, yang bertugas menentukan daeha pemasaran dan melakukan riset market serta menangani masalah produksi. Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

- Seksi Pembelian, bertugas :
 - Membeli barang dan peralatan yang dibutuhkan, mengetahui harga dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat pabrik.

o Seksi Pemasaran, bertugas :

- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi serta mengatur pendistribusian barang dari gudang.
- Menjual hasil produksi dengan harga jual yang telah ditetapkan.
- Mengiklankan (mengenalkan) produk kepada konsumen-konsumen yang memerlukan atau pabrik-pabrik lain yang menggunakan produk sebagai bahan baku produk lain.

D. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum, yang membawahi:

o Seksi Administrasi, bertugas :

- Menyelenggarakan administrasi, inventarisasi kantor dan pembukuan serta masalah perpajakan.

o Seksi Kas, bertugas :

- Membuat laporan keuangan.
- Melakukan prediksi tentang keuangan perusahaan untuk masa depan.
- Menghitung penggunaan uang perusahaan dan gaji karyawan.

E. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum, Hubungan Masyarakat (*Humas*), Keamanan, Kesehatan, serta Transportasi. Kepala Bagian Umum membawahi :

o Seksi Personalia, bertugas :

- Menerapkan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan dan menerapkan disiplin kerja.
- Mencari tenaga baru jika perusahaan memerlukan tenaga kerja baru.

o Seksi Humas, bertugas :

- Mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat luas.
- Pengadaan pelatihan dan pendidikan kerja bagi karyawan.
- Penempatan dan kesejahteraan karyawan.

- Seksi Keamanan dan Transportasi, 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.
 - Mengatur sarana transportasi untuk keperluan pengangkutan bahan baku atau produk.
 - Menyediakan sarana transportasi untuk keperluan karyawan.
- Seksi Kesehatan dan Kesejahteraan, bertugas :
 - Menjaga dan memberi layanan kesehatan kepada seluruh karyawan.

9.3.8. 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.

10.6 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, yaitu :

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.

10.6 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 bisa dilihat pada tabel 10.1

Tabel 10.1 Jadwal Kerja untuk Setiap Regu

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

10.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

10.6.1. Penggolongan Jabatan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Tabel 5.2 Penggolongan Jabatan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

No.	Jabatan	S2	S1	D3	SMU
1	Direktur Utama	√			
2	Direktur Teknik dan Produksi	√			
3	Direktur Keuangan dan Administrasi	√			
4	Staff Ahli	√			
5	Litbang	√	√		
6	Sekretaris Direktur		√		
7	Kepala Bagian Teknik		√		
8	Kepala Bagian Produksi		√		
9	Kepala Bagian Umum		√		
10	Kepala Bagian Keuangan		√		
11	Kepala Bagian Pemasaran		√		
12	Kepala Seksi Bengkel dan Pemeliharaan			√	
13	Kepala Seksi Utilitas			√	
14	Kepala Seksi Laboratorium			√	
15	Kepala Seksi Proses			√	
16	Kepala Seksi Kualitas Kontrol			√	
17	Kepala Seksi Humas			√	
18	Kepala Seksi Keamanan dan Transportasi			√	
19	Kepala Seksi Kesehatan dan Kesejahteraan			√	
20	Kepala Seksi Pemasaran			√	
21	Kepala Seksi Personalia			√	
22	Kepala Seksi Iklan dan Promosi				
23	Kepala Seksi Kesejahteraan Tenaga Kerja			√	
24	Karyawan Bengkel dan Pemeliharaan				√
25	Karyawan Utilitas				√
26	Karyawan Laboratorium				√
27	Karyawan Proses				√
28	Karyawan Kualitas Kontrol				√
29	Karyawan Gudang				√
30	Karyawan Pemasaran				√
31	Karyawan Keamanan				√
32	Karyawan Penyediaan dan Pembelian				√
33	Karyawan Keuangan dan Administrasi				√

34	Karyawan Bagian Personalia				√
35	Karyawan Kesejahteraan Tenaga Kerja				√
36	Karyawan Pemadam Kebakaran				√
37	Karyawan Kebersihan				√
38	Karyawan Bagian Poliklinik			√	
39	Kafetaria				√
40	Dokter			√	
41	Sopir				√

10.6.2. 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.

Penentuan jumlah karyawan proses :

$$\text{Kapasitas} = 45.000 \text{ ton / tahun} = \frac{45.000 \text{ ton / tahun}}{330 \text{ hari / tahun}} = 136,3636 \text{ ton / hari}$$

Dari Vilbrandt halaman 235 fig. 6-35, untuk peralatan dengan kondisi rata-rata didapatkan :

$$M = 52 \text{ (orang.jam / hari.tahapan proses)}$$

Jumlah proses dalam pabrik = 4 proses, sehingga diperoleh :

$$\text{Karyawan proses} = 52 \times 4 = 208 \text{ orang.jam / hari}$$

Satu shift = 8 jam kerja, maka :

$$\text{Karyawan proses} = \frac{208 \text{ orang.jam / hari}}{8 \text{ jam} \times 3 \text{ shift}} = 8,6667 \approx 9 \text{ orang / shift.hari}$$

Dalam 1 hari terdapat 4 shift, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah karyawan proses} &= 9 \text{ orang / shift.hari} \times 4 \text{ regu} \\ &= 36 \text{ orang / hari} \end{aligned}$$

Karyawan administrasi dan karyawan lain (selain karyawan proses) berjumlah 114 orang. Jumlah karyawan total yang diperlukan pada pabrik Melamin dari Urea dan Ammonia ini adalah sebanyak 150 orang.



Tabel 10.3. Perincian Jumlah Karyawan

NO	JABATAN	JUMLAH
1	Dewan Komisaris	5
2	Direktur Utama	1
3	Direktur Teknik dan Produksi	1
4	Direktur Administrasi dan Keuangan	1
5	Staff ahli	2
6	Litbang	2
7	Sekretaris Direksi	2
8	Kepala Bagian Produksi	1
9	Kepala Bagian Teknik	1
10	Kepala Bagian Pemasaran	1
11	Kepala Bagian Keuangan/kas	1
12	Kepala Bagian Umum	1
13	Kepala Seksi Proses	1
14	Kepala Seksi Pengendalian Mutu	1
15	Kepala Seksi Laboratorium	1
16	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
17	Kepala Seksi Pengolahan Limbah	1
18	Kepala Seksi Utilitas	1
19	Kepala Seksi Maintenance	1
20	Kepala Seksi Personalia	1
21	Kepala Seksi Kesehatan & Kesejahteraan	1
22	Kepala Seksi Keamanan dan Transportasi	1
23	Kepala Seksi Humas	1
24	Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	1
25	Kepala Seksi Pembukuan	1
26	Kepala Seksi Penjualan	1
27	Kepala Seksi Pembelian	1
28	Kepala Seksi Iklan dan Promosi	1
29	Karyawan Penjualan	2
30	Karyawan Proses	36
31	Karyawan Administrasi	5
32	Karyawan Personalia	4

33	Karyawan Laboratorium	12
34	Karyawan Pengendalian Mutu	8
35	Karyawan Utilitas	4
36	Karyawan Humas	2
37	Karyawan Pembelian Bahan Baku	3
38	Karyawan Iklan dan Promosi	2
39	Karyawan Kantin	2
40	Karyawan Perpustakaan	2
41	Karyawan Poliklinik	2
42	Karyawan Litbang	2
43	Karyawan Kesejahteraan Tenaga Kerja	2
44	Karyawan Keamanan	8
45	Pendidikan dan Latihan	2
46	Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah	1
47	Karyawan Unit Pengolahan Limbah	5
48	Sopir	4
49	Cleaning Service	5
50	Pesuruh	2
	Total	150

Gaji untuk masing-masing golongan karyawan adalah seperti yang terinci pada tabel 10.4 dibawah ini:

Tabel 10.4. Perincian Golongan dan Gaji

No	Jabatan	Gaji/bulan
1	Direktur Utama	Rp. 15.000.000,00
2	Direktur Produksi dan Teknik	Rp. 12.500.000,00
3	Direktur Keuangan dan Umum	Rp. 12.500.000,00
4	Sekretaris	Rp. 3.500.000,00
5	Staff Ahli	Rp. 3.500.000,00
6	Kepala Bagian	Rp. 7.500.000,00
7	Kepala seksi	Rp. 5.000.000,00
8	Operator (karyawan proses)	Rp. 1.500.000,00
9	Karyawan non Proses	Rp. 1.250.000,00
10	Medis	Rp. 2.500.000,00
11	Paramedis	Rp. 1.500.000,00

	Total	150
30	Resurin	2
49	Cleaning Service	2
48	Supir	4
47	Karyawan Unit Pengelolaan Limbah	2
46	Kepala Seksi Unit Pengelolaan Limbah	1
45	Pendidikan dan Latihan	2
44	Karyawan Keamanan	8
43	Karyawan Keselamatan Tenaga Kerja	2
42	Karyawan Hibung	1
41	Karyawan Poliklinik	2
40	Karyawan Perputakaan	2
39	Karyawan Kantin	2
38	Karyawan Iklan dan Promosi	2
37	Karyawan Pembelian Bahan Baku	2
36	Karyawan Humas	2
35	Karyawan Utilitas	4
34	Karyawan Pengendalian Mutu	2
33	Karyawan Laboratorium	12

Gaji bank masing-masing golongan karyawan adalah seperti terinci pada tabel 10.4 dibawah ini:

Tabel 10.4. Perincian Golongan dan Gaji

No	Jabatan	Gaji Pokok
1	Direktor Utama	Rp. 12.000.000,00
2	Direktor Produksi dan Teknik	Rp. 12.500.000,00
3	Direktor Keuangan dan Umum	Rp. 12.500.000,00
4	Sekretaris	Rp. 3.200.000,00
5	Staff Ahli	Rp. 3.200.000,00
6	Kepala Bagian	Rp. 7.200.000,00
7	Kepala Seksi	Rp. 2.000.000,00
8	Operator (karyawan proses)	Rp. 1.200.000,00
9	Karyawan non proses	Rp. 1.250.000,00
10	Medis	Rp. 2.500.000,00
11	Paramedis	Rp. 1.200.000,00

12	Keamanan	Rp. 1.250.000,00
13	Sopir	Rp. 1.250.000,00
14	Pesuruh	Rp. 950.000,00
15	Cleaning Servis	Rp. 950.000,00

10.6 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, dan biaya pengobatan ditanggung oleh perusahaan.

2. Fasilitas Asuransi

Fasilitas Asuransi diberikan untuk member jaminan social 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.

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 relative 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 musholla.

8. Peralatan Safety

Untuk melindungi dan menjaga keselamatan karyawan maka bagi karyawan proses diberikan fasilitas safety yang berupa : helm, 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.

10.6.3. 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.

10.6.4. 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.

10.6.5. 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

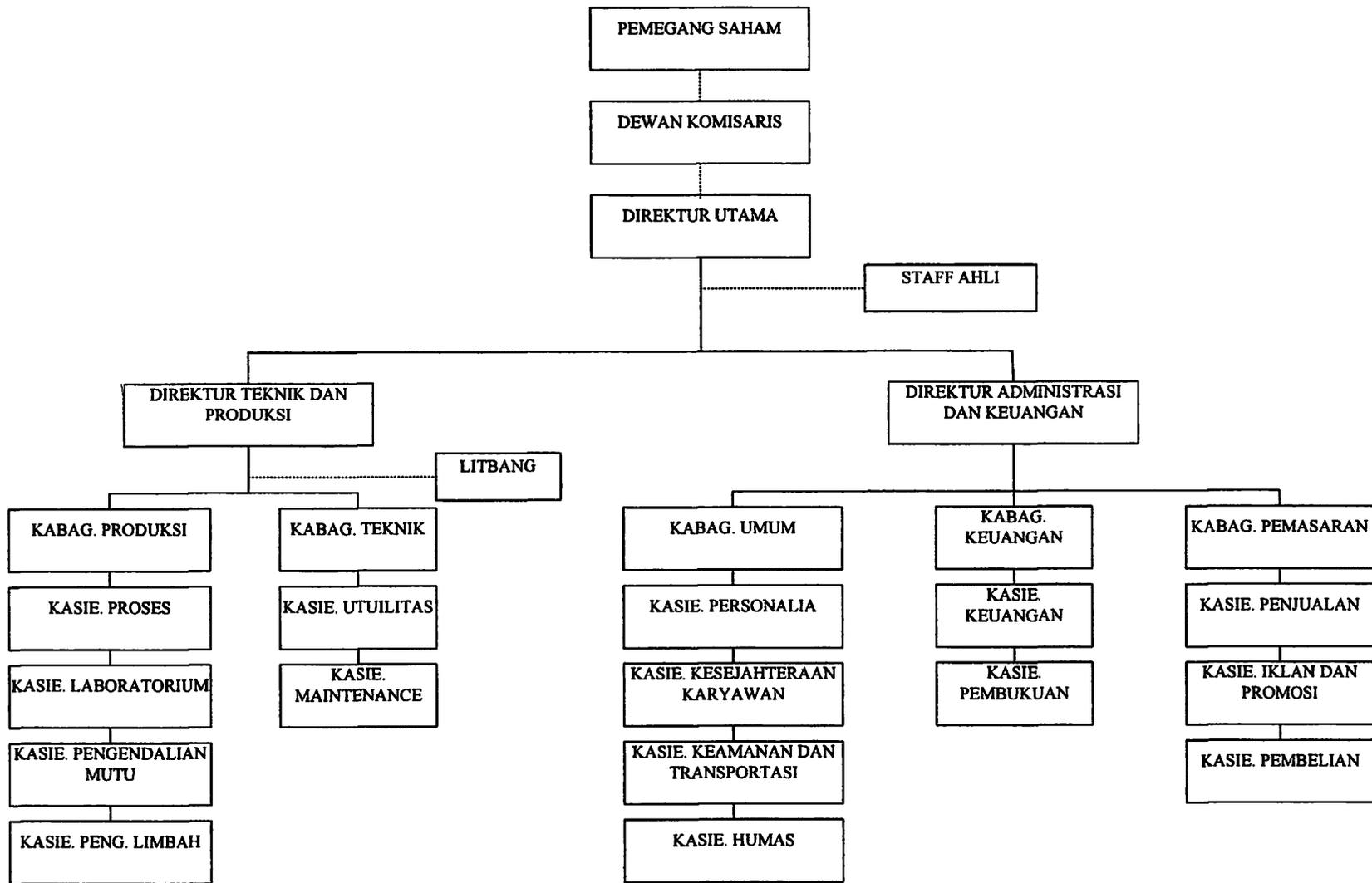
Penyimpangan kuantitas terjadi karena kerusakan mesin, keterlambatan penyediaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi, selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan keadaan yang ada.

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.



Gambar. 10.1. Struktur Organisasi PRP. Melamin

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Dalam perencanaan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang menentukan apakah pabrik tersebut layak untuk didirikan atau tidak. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan Pabrik Melamin adalah sebagai berikut :

- Laju pengembalian modal (Internal Rate of Return)
- Lama pengembalian modal (Pay Out Time)
- Titik impas (Break Event Point)
- Laju pengembalian modal (Internal Rate of Return)
- Lama pengembalian modal (Pay Out Time)
- Titik impas (Break Event Point)

Untuk menghitung faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran beberapa hal menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses, yaitu :

1. Penaksiran modal investasi total (Total Capital Investment) terdiri atas :
 - Modal tetap (Fixed Capital Investment)
 - Modal kerja (Work Capital Investment)
2. Penentuan biaya produksi total (Total Production Cost), terdiri atas :
 - Biaya pembuatan (Manufacturing Cost)
 - Biaya pengeluaran umum (General Expenses)
3. Total pendapatan

11.1. Faktor-faktor Penentu

11.1.1 Modal Investasi Total (Total Capital Investment = TCI)

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik sebelum berproduksi, terdiri dari

1. Fixed Capital Investment (FCI)
Biaya langsung (Direct cost), meliputi :
 - Pembelian alat
 - Instrumentasi dan alat kontrol
 - Perpipaan terpasang
 - Listrik terpasang
 - Tanah dan bangunan
 - Fasilitas pelayanan

- Pengambangan lahan

Biaya tak langsung (Indirect cost), meliputi:

Teknik dan supervisi

- Konstruksi
- Kontraktor
- Biaya tak terduga

2. *Working Capital Investment (WCI)*

Modal kerja yaitu modal yang digunakan untuk menjalankan pabrik yang berhubungan dengan laju produksi dalam beberapa waktu tertentu. Modal kerja terdiri dari :

- Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
- Pengemasan produk dalam waktu tertentu
- Utilitas dalam waktu tertentu
- Gaji dalam waktu tertentu
- Uang tunai

Sehingga :

$$\text{Total Capital Investment (TCI)} = \text{Modal tetap (FCI)} + \text{Modal kerja (WCI)}$$

11.1.2 **Total Biaya produksi (Total Production Cost = TPC)**

Total biaya produksi adalah biaya yang digunakan untuk operasi pabrik atau biaya yang dikeluarkan untuk mengeluarkan satu-satuan produk dalam waktu tertentu. Biaya produksi terdiri dari :

- Biaya pembuatan (Manufacturing Cost), terdiri dari :
 - Biaya produksi langsung
 - Biaya produksi tetap
 - Biaya overhead pabrik
- Biaya umum (General Expenses), terdiri dari :
 - Biaya administrasi
 - Biaya distribusi dan pemasaran
 - Litbang
 - Financing

Adapun biaya produksi total terbagi menjadi :

a. Biaya variabel (Variable Cost = Vc)

Biaya variable yaitu, segala biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi atau biaya yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara langsung. Biaya variabel terdiri :

- Biaya bahan baku
- Biaya utilitas
- Biaya pengepakan

b. Biaya semi variabel (Semi Variable Cost = SVC)

Biaya semi variabel yaitu, biaya pengeluaran yang tidak berbanding lurus dengan laju produksi atau yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara tidak langsung. Biaya semi variabel terdiri dari :

- Upah karyawan
- *Plant overhead*
- Pemeliharaan dan perbaikan
- Laboratorium
- *Operating supplies*
- Biaya umum
- Supervisi

c. Biaya tetap (Fixed Cost = FC)

Biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan secara tetap, tidak tergantung pada kapasitas pabrik. Biaya tetap terdiri dari :

- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak
- Bunga bank

11.1.2. Penafsiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat akan berubah, tergantung pada perubahan kondisi ekonomi. Oleh karena itu, digunakan beberapa cara konversi harga alat terhadap harga alat pada beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Harga alat dalam Pra Rencana Pabrik Melamin ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada literatur Peter & Timmerhause serta Gael. D. Ulrich. Untuk menaksir harga alat pada tahun 2012 digunakan persamaan berikut :

$$C_x = C_k \frac{I_x}{I_k} \quad \text{(Peter \& Timmerhauss, hal. 164)}$$

Dimana :

- C_x = tafsiran harga saat ini
- C_k = tafsiran harga alat pada tahun k
- I_x = indeks harga saat ini
- I_k = indeks harga tahun k

11.2. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

A. Biaya Langsung (Direct Cost, DC)

1	Harga peralatan	E	Rp	62.500.855.320,93
2	Instalasi	28%	E Rp	17.500.239.489,86
3	Instrumentasi dan kontrol	18%	E Rp	11.250.153.957,77
4	Perpipaan (terpasang)	16%	E Rp	10.000.136.851,35
5	Listrik (terpasang)	10%	E Rp	6.250.085.532,09
	Free on Board (FOB)		Rp	107.501.471.152,01
6	Biaya angkutan kapal laut	10%FOE	Rp	10.750.147.115,20
	Cost and Freight (CF)		Rp	118.251.618.267,21
7	Biaya asuransi	1% CF	Rp	1.182.516.182,67
	Cost of Insurance & Freight (CIF)		Rp	119.434.134.449,88
8	Biaya angkutan ke lokasi pabri	17%	CII Rp	11.943.413.444,99
9	Pemasangan alat	35%	E Rp	21.875.299.362,33
10	Service fasilitas dan yard impr	30%	E Rp	18.750.256.596,28
11	Tanah dan bangunan	App E	Rp	7.637.000.000,00
	Total Biaya Langsung (DC)		Rp	179.640.103.853,47

B. Biaya tidak Langsung (Indirect Cost, IC)

1	Teknik dan Supervisi	30%	DC Rp	53.892.031.156,04
2	Biaya konstruksi	39%	E Rp	24.375.333.575,16
3	Biaya Kontraktor	15%	FCI	0,15 FCI
4	Biaya tak terduga	20%	FCI	0,2 FCI
	Indirect Cost (IC)	0,35 FCI	+	78.267.364.731

C. Modal Tetap (Fixed Capital Investment, FCI)

$$\begin{aligned}
 \text{FCI} &= \text{DC} + \text{IC} \\
 &= 1,796, \text{E}+11 + (0,4 \text{ FCI} + 7,8267, \text{E}+10) \\
 &= 257.907.468.585 + 0,35 \text{ FCI} \\
 0,7 \text{ FCI} &= 257.907.468.585 \\
 \text{FCI} &= 257.907.468.585 : 0,7 = \mathbf{396.780.720.900} \\
 \text{IC} &= 0,35 \text{ FCI} + 78.267.364.731 \\
 &= \mathbf{217.140.617.046}
 \end{aligned}$$

D. Modal Kerja (Working Capital Investment, WCI)

$$\begin{aligned}
 \text{WCI} &= 0,2 \text{ TCI} \\
 \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WCI} \\
 \text{TCI} &= 396.780.720.900 + 0,2 \text{ TCI} \\
 0,85 \text{ TCI} &= 396.780.720.899,50 \\
 \text{TCI} &= \text{Rp } 466.800.848.117,06 \\
 \text{WCI} &= 15\% \text{ TCI} \\
 &= 70.020.127.217,56
 \end{aligned}$$

E. Total Capital Investment (TCI)

Modal tetap (FCI)	396.780.720.899,50
Modal kerja (WCI)	70.020.127.217,56
Total Investasi (TCI)	466.800.848.117,06

F. Modal Investasi terbagi atas :

1. Modal sendiri (MS)	60% TC = Rp	280.080.508.870,2
2. Modal pinjaman bank (MP)	40% TC = Rp	186.720.339.246,8
		466.800.848.117,1

11.3. Penentuan Biaya Produksi

11.3.1. Manufacturing Cost

A. Biaya produksi langsung (Direct Production Cost, DPC)

1 Bahan baku (1 tahun)	Rp	10.090.694.236
2 Tenaga kerja	Rp	4.995.000.000
3 Utilitas	Rp	1.039.649.409.911
4 Maintenance dan perbaikan	2% FCI Rp	7.935.614.418
5 Operating supplies (penyediaan bahan)	0,5% FCI Rp	1.983.903.604
6 Laboratorium	15% A.2 Rp	499.500.000

7	Biaya supervisi	12% A.2	Rp	599.400.000
8	Produk dan royalti	2% TPC		2% TPC
Total DPC (Direct Production Cost)				2% TPC + 1.065.753.522.169

B. Biaya tetap (Fixed Charges, FC)

1.	Depresiasi (peralatan,bangunan)	10% FCI	Rp	39.678.072.090
2.	Pajak	1% FCI	Rp	3.967.807.209
3.	Asuransi	1,0% FCI	Rp	3.967.807.209
4.	Bunga	13% MP	Rp	24.273.644.102
Total biaya tetap (FC)			Rp	71.887.330.610

C. Biaya plant overhead (Plant Overhead Cost)

Plant Overhead Cost (POC) = 70% dari ongkos buruh, supervisi, dan maintenance
 = Rp 9.471.010.093

Total biaya Manufacturing Cost :

1.147.111.862.872 + 0,02TPC

11.3.2. Biaya pengeluaran umum (General Expenses)

1	Biaya administrasi	15% TK	Rp	2.029.502.163
2	Biaya distribusi dan penjualar	2% TPC		2% TPC
3	Biaya R & D	2% TPC		2% TPC
4	Financing	1% TCI	Rp	4.668.008.481,17
Total pengeluaran umum (GE)				4% TPC + 6.697.510.644

Total Production Cost (TPC)

TPC = Manufacturing Cost + General Expenses

= 1.147.111.862.872 + 0,02TPC + 4% TPC 6.697.510.644

= 1.153.809.373.516 + 0,1 TPC

0,94TPC = 1.153.809.373.516

TPC = Rp 1.227.456.780.336

- Total biaya Manufacturing Cost :

= 1.147.111.862.872 + 0,02TPC

= Rp 1.171.660.998.479

- Total General Expenses :

= 0,04 TPC + 6.697.510.643,87



= Rp 55.795.781.857

11.4. Analisis Probabilitas

Asumsi yang diambil adalah

a. Modal

60% modal sendiri = Rp 280.080.508.870

40% modal pinjaman = Rp 186.720.339.247

b. Bunga kredit sebesar 12,5% per tahun

c. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun

d. Umur pabrik 10 tahun

e. Kapasitas produksi :

Tahun I : 60% dari produksi total

Tahun II : 80% dari produksi total

Tahun III : 100% dari produksi total

h. Pajak Penghasilan : 30% per tahun

* Menghitung Biaya Variabel (VC)

- Bahan Baku pertahun	Rp.	10.090.694.236,32
- Biaya Utilitas pertahun	Rp.	1.039.649.409.910,59
- Biaya Pengemasan	Rp.	630.000.000,00
- Biaya angkutan kapal laut	Rp.	10.750.147.115,20
- Produk dan royalti	Rp.	24.549.135.606,72
Total Biaya Variable (VC)	Rp.	1.085.669.386.868,83

* Menghitung Biaya Semi Variable (SVC)

- Biaya Umum (GE)	Rp.	55.795.781.857,31
- Biaya Overhead	Rp.	9.471.010.092,59
- Penyediaan operasi	Rp.	1.983.903.604,50
- Perawatan dan Pemeliharaan	Rp.	7.935.614.417,99
- Gaji karyawan langsung	Rp.	4.995.000.000,00
- Biaya laboratorium	Rp.	499.500.000,00
- Supervisi	Rp.	53.892.031.156,04

Total Biaya Semi Variable (SVC) Rp. 134.572.841.128,43

* Hasil Harga Penjualan (S) untuk kapasitas 100% adalah

S = Rp. 1.381.212.260.597,6

Laba Perusahaan untuk kapasitas 100%

Laba Perusahaan, yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk.

Total penjualan pertahun Rp. 1.381.212.260.597,55

$$\begin{aligned} \text{Laba kotor} &= \text{Harga Jual} - \text{Biaya Produksi} \\ &= \text{Rp. } 1.381.212.260.598 - \text{Rp. } 1.227.456.780.336 \\ &= \text{Rp. } 153.755.480.261,5020 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak penghasilan} &= 30\% \times \text{Laba kotor} \\ &= 30\% \times \text{Rp } 153.755.480.261,5020 \\ &= \text{Rp. } 46.126.644.078,45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laba Bersih} &= \text{Laba kotor} \times (1 - \% \text{ pajak}) \\ &= \text{Rp. } 153.755.480.262 \quad (1 - 30\%) \\ &= \text{Rp. } 107.628.836.183,1 \end{aligned}$$

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (CA) :

$$\begin{aligned} \text{CA} &= \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat} \\ &= \text{Rp. } 107.628.836.183,05 + \text{Rp. } 39.678.072.089,95 \\ &= \text{Rp. } 147.306.908.273 \end{aligned}$$

Laju Pengembalian Modal (Rate On Investment = ROI)

ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan laba tahunan sebagai usaha untuk mengembalikan modal.

a. ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{BT}} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal tetap}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp } 153.755.480.261,5}{\text{Rp } 396.780.720.899,5} \times 100,0\% \\ &= 38,8\% \end{aligned}$$

b. ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{AT}} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal tetap}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp } 107.628.836.183,1}{\text{Rp } 396.780.720.899,5} \times 100,0\% \\ &= 27,1\% \quad \text{dari modal investasi} \end{aligned}$$

Lama Pengembalian Modal (POT)

POT adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari laba yang dihitung dikurangi penyusutan / waktu yang diperlukan untuk pengembalian modal investasi.

$$\begin{aligned}
 \text{POT} &= \frac{\text{FCI}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= \frac{\text{Rp } 396.780.720.899,50}{\text{Rp } 147.306.908.273,00} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= 2,6936 \qquad \qquad \qquad (\text{Vilbrant and Dryden, hal. 251})
 \end{aligned}$$

Break Event Point (BEP)

BEP adalah titik dimana jika tingkat kapasitas pabrik berada pada titik tersebut maka pabrik tidak untung dan tidak rugi atau harga penjualan sama dengan biaya produksi.

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\%$$

Diketahui :

- FC (biaya produksi tetap) = Rp 71.887.330.610,03
- SVC (semi variable cost) = Rp 134.572.841.128,43
- VC (variable cost) = Rp 1.085.669.386.868,83
- S (harga penjualan) = Rp 1.381.212.260.597,55

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \frac{\text{FC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\
 &= 55,76\%
 \end{aligned}$$

Nilai BEP untuk Pabrik Melamin berada diantara nilai 30-60% sehingga nilai BEP diatas memadai.

Titik BEP terjadi pada kapasitas produksi

$$\begin{aligned}
 &= \text{BEP} \times 45000 \\
 &= 55,76\% \times 45000 \\
 &= 25.089,9769 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

$$\text{PB}_i = \frac{(100\% - \text{BEP}) - (100\% - \% \text{kapasitas})}{(100\% - \text{BEP})} \times \text{PB}$$

Dimana :

PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

% kap = % kapasitas yang tercapai

Tahun I diasumsikan kapasitas pabrik = 60% dari kapasitas produksi total, sehingga :

$$\frac{\text{PBi}}{107.628.836.183,05} = \frac{(\text{100\%} - \text{56\%}) - (\text{100\%} - \text{60\%})}{(\text{1} - \text{56\%})}$$

$$\text{PBi} = 10.325.129.552$$

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (CA) Tahun I:

$$\begin{aligned} \text{CA} &= \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat} \\ &= \text{Rp. } 10.325.129.552,17 + \text{Rp. } 39.678.072.089,95 \\ &= \text{Rp. } 50.003.201.642,12 \end{aligned}$$

Tahun II diasumsikan kapasitas pabrik = 80% dari kapasitas produksi total, sehingga :

$$\frac{\text{PBi}}{107.628.836.183,05} = \frac{(\text{100\%} - \text{56\%}) - (\text{100\%} - \text{80\%})}{(\text{100\%} - \text{56\%})}$$

$$\text{PBi} = 58.976.982.868$$

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (CA) Tahun II:

$$\begin{aligned} \text{CA} &= \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat} \\ &= \text{Rp. } 58.976.982.867,61 + \text{Rp. } 39.678.072.089,95 \\ &= \text{Rp. } 98.655.054.957,56 \end{aligned}$$

Shutting Down Point (SDP)

SDP adalah titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik masih boleh beroperasi

$$\text{SDP} = \frac{0,3 \text{ SVC}}{\text{S} - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\%$$

Diketahui :

- SVC (semi variable cost) = Rp 134.572.841.128,43
- VC (variable cost) = Rp 1.085.669.386.868,83
- S (harga penjualan) = Rp 1.381.212.260.597,6

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{(0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\ &= 20,05\% \end{aligned}$$

Titik SDP terjadi pada kapasitas produksi

$$\begin{aligned}
 &= \text{SDP} \times 45.000 \\
 &= 20,05\% \times 45.000 \\
 &= 9.023,1268 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Net Present Value (NPV)

Motode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih dengan nilai investasi sekarang.

Diasumsikan masa kontruksi selama 2 tahun (tahun ke-1 = 40% & tahun ke-2 = 60%):

$$\begin{aligned}
 C_{A-2} &= 40\% \text{ FCI} \times (1 + i)^2 \\
 &= 40\% \quad 396.780.720.899,5 \times 1,266 \\
 &= \text{Rp. } 200.870.239.955,37 \\
 C_{A-1} &= 60\% \text{ FCI} \times (1 + i)^2 \\
 &= 60\% \quad 396.780.720.899,5 \times 1,125 \\
 &= \text{Rp. } 267.826.986.607,16 \\
 CA_0 &= -C_{A-1} - C_{A-2} \\
 &= -267.826.986.607,16 \quad - \quad 200.870.239.955,4 \\
 &= \text{Rp. } -468.697.226.562,5
 \end{aligned}$$

Menghitung NPV tiap tahun

$$NPV = CA \times Fd$$

$$\text{Dimana : } Fd = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Fd = Faktor diskon

CA = cash flow setelah pajak

i = tingkat bunga bank

n = tahun ke-n

Tabel 11.1. Cash Flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun ke	Cash Flow (CA) (Rp.)	Fd i = 12,5%	NPV (Rp.)
0	-468.697.226.562,54	1	-468.697.226.562,54
1	50.003.201.642,12	0,8889	44.447.290.348,55
2	98.655.054.957,56	0,7901	77.949.673.052,89
3	147.306.908.273,00	0,7023	103.458.349.843,32
4	147.306.908.273,00	0,6243	91.962.977.638,50
5	147.306.908.273,00	0,5549	81.744.869.012,00
6	147.306.908.273,00	0,4933	72.662.105.788,45
7	147.306.908.273,00	0,4385	64.588.538.478,62
8	147.306.908.273,00	0,3897	57.412.034.203,22
9	147.306.908.273,00	0,3464	51.032.919.291,75
10	147.306.908.273,00	0,3079	45.362.594.926,00
WCI			70.020.127.217,56
Total			291.944.253.238,3

Karena NPV = (+) maka pabrik layak untuk didirikan

IRR (Internal Rate Of Return)

Tabel 11.2. Cash Flow untuk IRR

Tahun ke	Cash Flow (CA)	NPV	
		i = 12,5%	i = 15,00%
0	-468.697.226.562,54	-468.697.226.562,5	-468.697.226.562,54
1	50.003.201.642,12	44.447.290.348,55	43.481.044.906,19
2	98.655.054.957,56	77.949.673.052,89	74.597.395.052,98
3	147.306.908.273,00	103.458.349.843,32	96.856.683.338,87
4	147.306.908.273,00	91.962.977.638,50	84.223.202.903,36
5	147.306.908.273,00	81.744.869.012,00	73.237.567.742,06
6	147.306.908.273,00	72.662.105.788,45	63.684.841.514,83
7	147.306.908.273,00	64.588.538.478,62	55.378.123.056,37
8	147.306.908.273,00	57.412.034.203,22	48.154.889.614,24
9	147.306.908.273,00	51.032.919.291,75	41.873.817.055,86
10	147.306.908.273,00	45.362.594.926,00	36.412.014.831,18
WCI		70.020.127.217,56	70.020.127.217,56
Total		291.944.253.238,3	219.222.480.670,96

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1)$$

Dimana : i_1 = bunga pinjaman ke-1 yang ditrial

i_2 = bunga pinjaman ke-2 yang ditrial

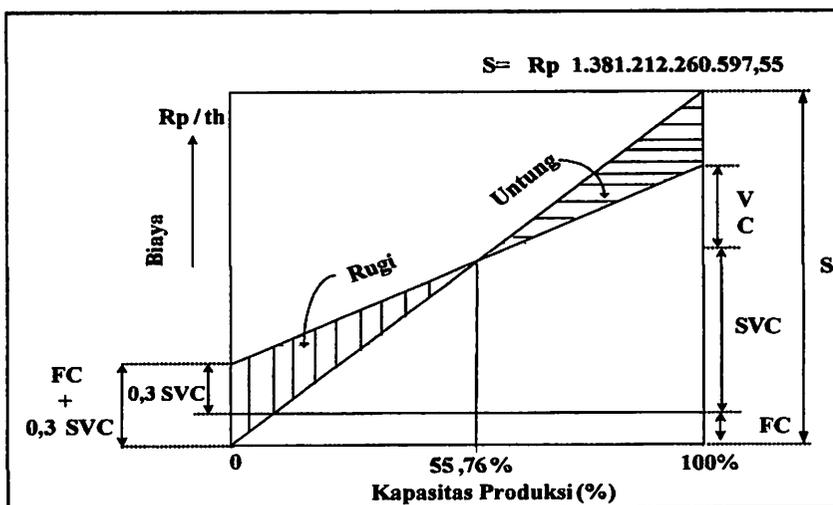
$$IRR = 13\% + \frac{291.944.253.238,3}{291.944.253.238 - 219.222.480.671} \times (15\% - 13\%)$$

$$= 22,54\% > 12,5\%$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai IRR : 22,54% per tahun

Karena harga IRR lebih besar dari bunga bank (12,5 %), maka Pabrik Melamin layak didirikan

Kapasitas	0%	100%
FC (biaya produksi tetap)	71.887.330.610	71.887.330.610
SVC (semi variable cost)	40.371.852.339	134.572.841.128
VC (variable cost)	0	1.085.669.386.869
S (harga penjualan)	0	1.381.212.260.598
TPC	112.259.182.949	2.673.341.819.205



Gambar 11.1. Break Even Point (BEP) Pra Rencana Pabrik Melamin

BAB XII

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan Pra Rencana Pabrik Melamin dapat disimpulkan bahwa rencana pendirian pabrik ini cukup menguntungkan dengan memperhitungkan beberapa aspek antara lain:

a. Aspek Lokasi

Pabrik ini didirikan di Kecamatan Pamanukan, Kota Subang, Bandung. Pabrik ini diperkirakan cukup menguntungkan mengingat :

- Daerah ini merupakan penghasil bahan baku terbesar di Jawa Barat.
- Tersedianya air sungai dan air PDAM yang cukup sehingga memudahkan pengadaan utilitas.
- Penyediaan sumber tenaga listrik yang cukup.

b. Aspek Sosial

Pendirian Pabrik Melamin ini bila ditinjau dari aspek sosial dinilai menguntungkan karena :

- Dapat menciptakan lapangan kerja baru.
- Memberikan kesempatan kepada penduduk untuk mendapatkan penghasilan yang lebih baik dari sebelumnya.

c. Aspek Ekonomi

- Di Indonesia kebutuhan Melamin semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan industri adhesive, industri laminating, industri moulding, industry *surface coating* dan industry lainnya yang menggunakannya sebagai bahan Baku.
- Dapat mengurangi kebutuhan impor Melamin yang selama ini masih berasal dari luar negeri.

Ditinjau dari hal diatas maka pendirian Pabrik Melamin di Indonesia sangat penting karena dapat membantu program pemerintah dalam rangka meningkatkan industrialisasi dan juga dapat menambah pendapatan/devisa Negara. Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Melamin ini dan dinilai menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut:

TCI	: Rp466.800.848.117,06
ROI _{BT}	: 38,8%

ROI_{AT} : 27,1%
POT : 2,6936 tahun
BEP : 55,76%
IRR : 22,54% > bunga bank : 12,5 % (layak untuk didirikan)

d. Aspek Pemasaran

Produksi Melamin dalam perencanaan pabrik ini diharapkan dapat memperoleh pemasaran yang baik, ini dikarenakan kebutuhan Melamin semakin meningkat baik di dalam maupun di luar negeri.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous ,<http://www.foodreview.biz/melamin>, di akses pada tanggal 09 april 2012
2. _____,<http://suryadh.wordpress.com/2009/02/18/sekilas-tentang-melamin>, di akses pada tanggal 09 april 2012
3. Afandi, A, M. 2003. "*Pra Rencana Pabrik Melamin Dari Urea Dengan Proses Montedison*". Institut Teknologi Nasional. Malang.
4. BPS, (2012), "*Data Statistik Ekspor dan Impor*" Jilid 1. Biro Pusat Statistik, Surabaya
5. Perry, R.H and Green, D.W., 1997, "*Perry's Chemical Engineer's Hand Book*", 3thed, Mc. Graw Hill Book Co, Inc, Tokyo
6. Perry, R.H and Green, D.W., 1984, "*Perry's Chemical Engineer's Hand Book*", 6thed, Mc. Graw Hill Book Co, Inc, Tokyo
7. Perry, R.H and Green, D.W., 1997 , "*Perry's Chemical Engineer's Hand Book*", 7thed, Mc. Graw Hill Book Co, Inc, Tokyo
8. Ullman, 1990, "*Encyclopedia of Industrial Chemistry*", Vol A 16, VCH, Germany
9. Peters, M.S and Timmerhause, K.D, 1991, "*Plant Design and Economics for Chemical Engineering*", 4th ed, Mc. Graw Hill Book Co, Inc, New York
10. Lowenheim, Frederick A., and Moran, Margueriete K., 1975, "*Industrial Chemicals*", 4th ed, John Wiley and Sons, Inc. New York.
11. Brown G.G. 1961, "*Unit Operation*", Charles E. Tuttle Co. Tokyo, Japan.
12. Brownell E. Lioyd. 1959, "*Process Equipment Design*", Jhon Willey and sons Inc, New Delhi, India.
13. Geankoplis, Christie. 1997, "*Transport Process and Unit Operation*". 3nd Edition, Prentice Hall Inc, New Delhi.
14. Hesse, H.C and Rushton, J.H. 1981, "*Process Equipment Design*", D. Van Nostrand Co. New Jersey.
15. Kern D. Q. 1988, "*Process Heat Transfer*", 2nd Edition, Mc Graw-Hill Inc, Singapore.
16. Ludwig E.E. 1964, "*Design for Chemical and Petrochemical Plant*", Gulf Publishing Company, Houston.

17. Smith, J.M, and Van Ness H.C. 1959, "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics", 2nd Edition, Mc Graw-Hill Book Company, New York.
18. Vilbrandt and Dryden. 1959, "Chemical Engineering Plant Design", 4th Edition, Mc Graw-Hill Book Company, New York, USA.
19. Coulson, J.M and Richardson J.F, 1965, "*An Introduction to Chemical Engineering Design*", Vol 6, Pergamon Press, Oxford
20. Ahyari, A, 1983, "*Managemen Produksi : Perencanaan Sistem Produksi*", ed 3, BPFE, Yogyakarta
21. Kunii, D. and Levenspiel, O, 1977, "*Fluidization Engineering*", Original Edition, Robert E/ Krieger Publishing Co. New York
22. Levenspiel, O., 1972, "*Chemical Reaction Engineering*", 2nd ed, John Wiley and Sons, Inc, New York
23. Severn, et all, 1954, "*Steam, Air and Gas Power*", John Wiley and Sons, Inc, New York
24. Yaws, C.L, 1999, "*Thermodynamics and Physical Property Data*", Mc. Graw Hill Book Co, Inc, New York.
25. Muller, Hasky et al. 2011, "Method for Producing Melamine with Heat Recovery", US Patent. US 7,977,479 B2.