

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK MELAMIN DARI UREA
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN**



Oleh :

1. **WAWAN ARDI SUBAKDO** NIM : I 0501005
2. **GUSTAP RAHYUDI** NIM : I 0501023

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA
2007**

INTISARI

Prarancangan Pabrik Melamine dengan kapasitas 25.000 ton/tahun ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan melamine dalam dan luar negeri. Pabrik ini direncanakan untuk didirikan di Kawasan Industri Kujang Cikampek, Jawa Barat. Bahan baku yang digunakan adalah *Urea prill* sebesar 71867,04 ton/tahun yang diperoleh dari PT Pupuk Kujang. Katalis yang digunakan adalah *Alumina*.

Reaksi pembentukan melamin dari urea melalui dua tahap reaksi, tahap pertama dekomposisi urea menjadi *isocyanic acid* dan amoniak, tahap kedua *isocyanic acid* berubah menjadi melamin dan karbondioksida. Pada proses ini digunakan katalis alumina (Al_2O_3). Reaksi berlangsung pada *fluidized bed reactor* yang beroperasi pada suhu $395\text{ }^{\circ}C$ dan tekanan 2 atm dengan pemanas berupa *molten salt*. Konversi untuk reaksi ini adalah 95 % dengan yield 95 %. Produk yang didapat berupa padatan *prill melamine*.

Alat-alat utama yang digunakan adalah : *melter, vaporizer, Fluidized Bed reactor, condenser, dan prilling tower*.

Unit penunjang proses antara lain unit penyediaan steam, penyediaan dan pengolahan air, pembangkit tenaga listrik, pengadaan bahan bakar, penyedia lelehan garam (*molten salt*), penyedia udara tekan dan pengolahan limbah

Perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas dengan sistem organisasi *line and staff*. Karyawan bekerja sesuai dengan pembagian kerja dan jam kerjanya masing-masing dan dibagi menjadi karyawan *shift* dan *non shift*.

Modal tetap atau *Fixed Capital Investment* yang digunakan untuk mendirikan pabrik adalah Rp 124.923.149.919 dengan modal kerja atau *Working Capital* sebesar Rp 92.531.096.484. Biaya produksi yang diperlukan sebesar Rp 256.145.421.326. Analisa ekonomi memperlihatkan bahwa keuntungan sesudah pajak (*profit on sales after tax*) sebesar Rp 38.143.717.196 dengan *Return on Investment* (ROI) setelah pajak 30,53%. *Pay out Time* (POT) adalah 2,17 tahun. Kondisi *Break event Point* (BEP) pada nilai 44,19 % kapasitas produksi sedangkan *Shut Down Point* (SDP) pada nilai 29,09 %. *Discounted cash flow* dalam perancangan adalah 19,91 % sedangkan bunga bank untuk deposito jangka panjang adalah 9 %, sehingga untuk alasan investasi pabrik ini layak didirikan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pada saat ini pemerintah 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. Melamin diantaranya digunakan sebagai bahan baku pembuatan melamin resin, bahan pencampur cat, pelapis kertas, tekstil, *leather tanning* dan lain-lain. Bahan baku yang digunakan pada proses pembuatan melamin adalah urea dan campuran amoniak karbon dioksida sebagai fluidizing gas dengan katalis alumina.

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.

1.2 Kapasitas Rancangan

Penentuan kapasitas pabrik melamin dengan pertimbangan pertimbangan sebagai berikut :

1. Perkiraan kebutuhan melamin di Indonesia

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

a. PT Sri Melamin Rejeki (SMR)

PT SMR mulai memproduksi 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.

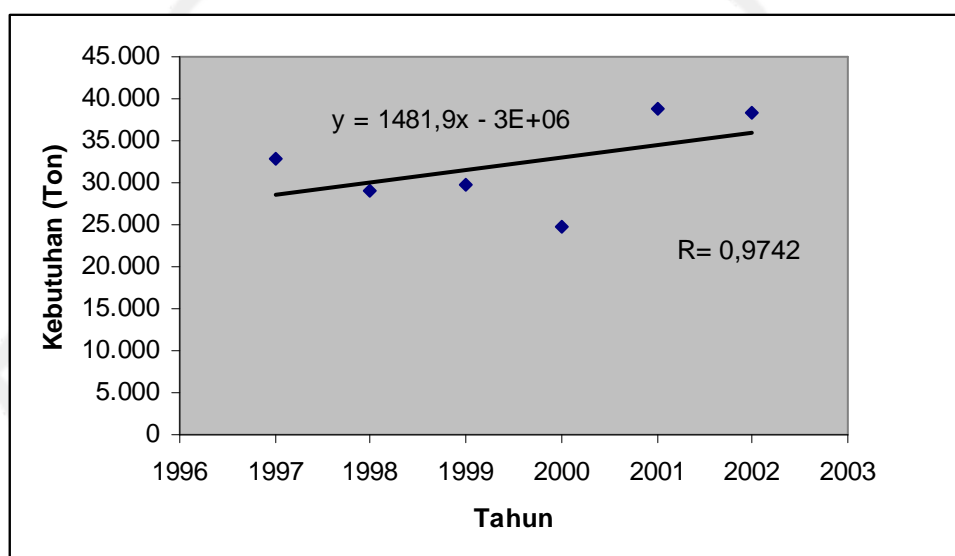
Sedangkan kebutuhan melamin yang tidak dapat dipenuhi oleh produksi dalam negeri, masih mengimpor dari negara lain. Berikut data-data produksi dan impor melamin Indonesia dari tahun 1997 sampai tahun 2002

Tabel 1.1 Perkembangan Produksi, Impor, Ekspor, dan Total Kebutuhan Melamin Indonesia 1997 – 2002.

Tahun	Produksi(ton)	Impor(ton)	Ekspor(ton)	Total Kebutuhan(ton)
1997	28.300	15.001	10.491	32.810

1998	44.750	6.048	21.788	29.010
1999	46.250	9.541	25.988	29.713
2000	65.000	7.364	47.696	24.668
2001	63.000	12.180	36.456	38.724
2002	66.150	10.456	38.242	38.364

Sumber : CIC,2003



Gambar 1. 1. Grafik data kebutuhan melamin.

Total kebutuhan melamin pada tahun tertentu dapat dihitung dengan rumus regresi linier. Tahun 2010 total kebutuhan melamin adalah 37.000 ton/tahun.

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 1.2 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

Sumber : CIC 2000

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 yang telah beroperasi di dunia.

Tabel 1.3 Kapasitas produksi perusahaan melamin di dunia

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

Sumber : Ullman's Vol A 16, 1990

Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada di atas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sedang berjalan (Meyers, 1960). Berdasarkan data kebutuhan dalam negeri dan dunia, ketersediaan bahan baku dan referensi kapasitas pabrik melamin yang sudah ada maka untuk perancangan awal pabrik melamin ini ditetapkan dengan kapasitas 25.000 ton/tahun.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

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

1. Penyediaan bahan baku

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

2. Daerah Pemasaran

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

3. Penyediaan bahan bakar dan energi

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

4. Penyediaan Air

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

5. Transportasi

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

6. Tenaga kerja

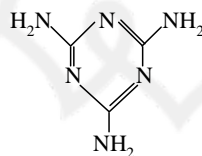
Kawasan Cikampek berlokasi tidak jauh dari wilayah Jabotabek yang sarat dengan lembaga pendidikan formal sehingga memiliki potensi tenaga ahli maupun non ahli baik dari segi kualitas maupun kuantitas.

7. Karakterisasi lokasi

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

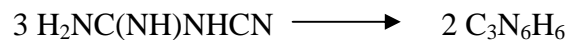
1.4 Tinjauan Pustaka

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



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

Pada sekitar tahun 1960, melamin diproduksi dari dicyanamid. Proses ini berlangsung didalam *autoclave* pada tekanan 10 Mpa dan suhu 400⁰C dengan adanya gas amoniakk, sesuai persamaan reaksi



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

Macam-Macam Proses

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



Reaksinya bersifat endotermis membutuhkan 629 KJ per mol melamin. Secara garis besar proses pembuatan melamin dapat diklasifikasikan menjadi 2 :

1. Proses tekanan rendah dengan menggunakan katalis.
2. Proses tekanan tinggi (≥ 8 Mpa) tanpa menggunakan katalis.

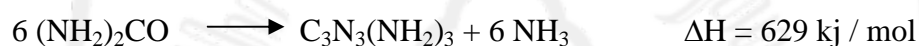
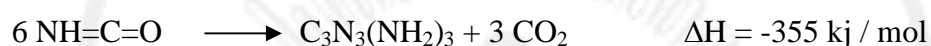
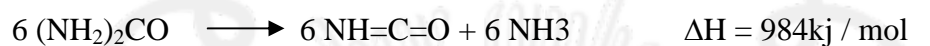
Masing-masing proses terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap sintesa, *recovery* dan pemurnian melamin serta pengolahan gas buang.

1. Proses Tekanan Rendah dengan Menggunakan Katalis.

Proses tekanan rendah dengan katalis menggunakan reaktor *Fluidized bed* pada tekanan atmosferik sampai 1 Mpa pada suhu 390 – 410 °C. Sebagai fluidizing gas digunakan amoniakk murni atau campuran antara amoniakk dan

karbondioksida yang terbentuk selama reaksi.. Katalis yang digunakan yaitu silika dan alumina.

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



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

a. Proses BASF (Badische Anilin and Soda Fabrik)

Pada proses ini menggunakan reaktor satu stage, dimana lelehan urea diumpankan ke fluidized bed reaktor pada suhu 395 - 400 °C pada tekanan atmosferik. Katalis yang digunakan adalah alumina dengan fluidizing gas berupa amoniak 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, amoniak dan karbondioksida. Katalis yang terbawa aliran gas ditahan pada siklon separator dalam reaktor. Campuran gas tersebut didinginkan dalam cooler sampai temperatur dew point campuran gas produk.

Campuran gas kemudian masuk desublimer lalu bercampur dengan off gas yang telah direcycle pada temperatur 140 °C hingga berbentuk kristal

melamin. Lebih dari 98 % melamin dapat mengkristal. Kristal melamin yang dihasilkan dipisahkan dari campuran gas dengan menggunakan siklon. Gas recycle dari siklon dialirkan ke scrubber atau washing tower untuk mengambil urea yang tidak beraksi, dan gas digunakan sebagai fluidizing gas pada reaktor dan media pendingin pada desublimer. Proses ini dapat menghasilkan melamin dengan kemurnian 99,9 %.

b. Proses Chemie linz

Proses ini ada dua tahap, tahap pertama yaitu *molten urea* terdekomposisi dalam *Fluidized Sand Bed Reactor* sehingga menjadi amoniak dan *isocyanic acid* pada kondisi suhu 350 °C dan tekanan 0,35 Mpa. Amoniak digunakan sebagai fluidizing gas. Panas yang dibutuhkan untuk dekomposisi disuplai ke reaktor oleh lelehan garam panas yang disirkulasi melalui koil pemanas. Aliran gas kemudian diumpukan ke *fixed bed reactor* dimana asam *isocyanic* dikonversi menjadi melamin pada suhu 450 °C dan tekanan mendekati tekanan atmosfer. Melamin dipisahkan dari hasil reaksi yang berupa fase gas melalui quenching dengan menggunakan air *mother liquor* yang berasal dari *centrifuge*. Suspensi melamin dari quencer didinginkan lalu dikristalisasi menjadi melamin. Setelah di *centrifuge*, kristal dikeringkan dan dimasukkan ke penyimpanan.

c. Proses Stamicarbon

Seperti pada proses BASF, proses DSM Stamicarbon menggunakan reaktor satu stage. Proses berlangsung pada tekanan 0,7 Mpa,

dengan fluidizing gas berupa amoniak murni. Katalis yang digunakan berupa alumina dan silika.

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

Melamin yang terkandung dalam campuran zat keluaran reaktor kemudian di quencing. Pertama dalam *quench cooler* kemudian dalam *scrubber* untuk di srub dengan mother liquor dari centrifuge. Dari *scrubber*, suspensi melamin dialirkan kedalam kolom KO drum dimana sebagian dari amoniak dan CO₂ terlarut dalam suspensi dipisahkan, lalu campuran gas ini dialirkan ke absorber dan akan membentuk amonium karbamat dari KO drum kemudian produk dialirkan ke mixing vessel dan dicampur dengan karbon aktif. Kemudian dimasukkan dalam precoat filter kemudian airnya diuapkan didalam evaporator, kemudian dikristaliser dan pemisahan dari mother liquornya oleh centrifuge.

d Proses Osterreichische Stickstoffwerke (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%.

konversi yang dihasilkan adalah 99,5 %. *Molten urea* diumpankan ke reaktor pada suhu 150⁰C. Campuran hasil reaksi meninggalkan reaktor masuk ke *quencher* kemudian *diquenching* dengan amoniak cair dan CO₂ untuk mengendapkan melamin. Amoniak dan CO₂ terpisah dibagian atas *quencher* *direcycle* ke pabrik urea.

b. Proses Mont edison

Proses ini berlangsung pada suhu 370 ⁰C dan tekanan 7 Mpa. Panas reaksi disuplai dengan sistem pemanasan menggunakan lelehan garam. Hasil reaksi yang dihasilkan kemudian *diquenching* dengan amoniak cair dan CO₂ untuk mengendapkan melamin, sedangkan gas CO₂ dan NH₃ *direcycle* ke pabrik urea.

c. Proses Nissan

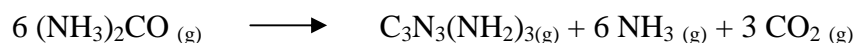
Proses Nissan berlangsung pada suhu 400 ⁰C dan tekanan 10 Mpa. Produk melamin yang dihasilkan didinginkan dan diturunkan tekanannya dengan larutan amoniak, setelah melalui proses pemisahan produk melamin dikeringkan dengan *prilling* sehingga diperoleh melamin serbuk.

1.4.1 Tinjauan Proses

Bahan baku berupa urea *prill* yang dilelehkan pada *melter* kemudian dialirkan ke *holding tank*. Dari *holding tank*, *urea melt* diuapkan dengan *vaporizer* kemudian diumpankan ke dalam reaktor

Katalis yang digunakan adalah alumina, sedangkan media yang digunakan untuk terjadinya fluidisasi digunakan *recycle gas* yang dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu 395 ⁰C. Koil pemanas pada reaktor digunakan untuk

menjaga suhu reaktor konstan pada suhu 395 °C. Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah sebagai berikut:



Konversi reaksi 95 %, yield 95 %. Gas melamin, urea yang tidak bereaksi, biuret, amoniak dan karbondioksida yang terbentuk keluar reaktor secara bersama-sama. Selama reaksi berlangsung, tidak ada penambahan katalis, karena deaktivasi katalis terjadi selama 3 tahun.

Produk yang berbentuk gas didinginkan sampai suhu diatas *dew point* campuran gas produk. Campuran gas kemudian dilewatkan pada *condenser* pertama dan didinginkan sampai suhu mendekati *bubble point* sehingga melamin berubah menjadi fase cair. Melamin cair dilewatkan ke dalam *prilling tower* sehingga dihasilkan serbuk melamin dengan ukuran tertentu. Gas produk *condenser* pertama dilewatkan *condenser* kedua untuk mengkondensasikan urea. Urea cair dari *condenser* kedua *direcycle* ke *melter* dicampur dengan umpan.

Gas dari *condenser* kedua sebagian *dipurging* dan sebagian lagi dialirkan ke reaktor sebagai media fluidisasi.

1.4.2 Kegunaan Produk

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

1. Industri *adhesive*

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

2. Industri *moulding*

Merupakan industri yang diantaranya menghasilkan alat keperluan rumah tangga.

3. Industri *surface coating*

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

4. Industri laminasi

Industri yang menghasilkan *furniture*.

Sebagai gambaran, dibawah ini adalah prosentase penggunaan melamin di beberapa negara maju di dunia.

Tabel 1.4 Prosentase penggunaan melamin di beberapa negara

Kegunaan	Eropa	Amerika Serikat	Jepang
Laminasi	47	35	6
Glue, adhesive	25	4	62
Industri moulding	9	9	16
Coating	8	39	12
Kertas dan tekstil	11	5	3
Lain-lain	-	8	1

Sumber : Ullman's Vol A 16, 1990

1.4.3 Sifat fisis dan kimia bahan baku dan produk

1.4.3.1 Sifat fisis dan kimia bahan baku.

➤ Sifat fisis urea :

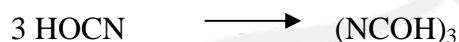
- ✦ Rumus molekul : NH_2CONH_2
- ✦ Bobot molekul : 60,06 g/mol
- ✦ Titik leleh : 140°C
- ✦ Titik didih : 195°C
- ✦ Bentuk : *Prill*
- ✦ *Bulk density* : 0,74 g/cc
- ✦ *Spesific gravity* : 1,335 (*solid*) g/cc

➤ Sifat kimia urea :

- ✦ Bereaksi dengan formaldehid membentuk monometilourea dan dimetilourea tergantung dari perbandingan urea dan formaldehid

✦ Pada tekanan vakum dan suhu 180 – 190 °C akan menyublim menjadi *ammonium cyanat* (NH₄OCN)

✦ Pada tekanan tinggi dan adanya amoniak akan berubah menjadi *cyanic acid* dan *cynuric acid*



✦ Dalam amoniak cair akan membentuk urea-amoniak CO(NH₂)₂.NH₂, yang terdekomposisi pada suhu diatas 45°C

1.4.3.2 Sifat fisis dan kimia produk

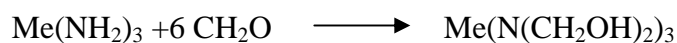
❖ Sifat fisis melamin :

- ✦ Rumus molekul : C₃N₆H₆
- ✦ Bobot molekul : 126,13 g/mol
- ✦ Titik leleh : 354°C
- ✦ Panas pembentukan (25°C) : 71,72 kJ/mol
- ✦ Panas pembakaran (25 °C) : -1976 kJ/mol
- ✦ Densitas : 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
- ✦ Kelarutan dalam suhu 300 °C dalam gr/100 ml pada :
 - Etanol : 0,06 g/100 cc

- Aceton	: 0,03 g/100 cc
- Air	: 0,5 g/100 cc
✦ Entropi (25 °C)	: 149 J K ⁻¹ mol ⁻¹
✦ Energi gibbs (25 °C)	: 177 kJ/mol
✦ Entropi pembentukan (25 °C)	: -835 J K ⁻¹ mol ⁻¹
✦ Temperatur kritis	: 905,56 °C
✦ Tekanan kritis	: 99,47 atm

❖ Sifat kimia melamin :

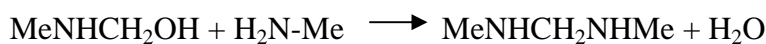
- Hidrolisa dengan basa, jika direaksikan dengan NaOH akan membentuk ammeline/ ammelide
- Pembentukan garam
Melamin adalah basa lemah yang akan membentuk garam jika bereaksi dengan asam organik maupun anorganik. Dimana kelarutan garam melamin tidak terlalu tinggi jika dibandingkan dengan melamin bebas.
- Reaksi dengan aldehyd, melamin bereaksi dengan aldehyd membentuk bermacam-macam produk yang paling penting adalah reaksi dengan formaldehyd membentuk resin.



Me adalah molekul melamin dimana semua atom hidrogen yang ada pada melamin diganti dengan gugus methylol dan menghasilkan produk dari Monomethylol sampai hexamethylol melamin. Methylolmelamin sedikit larut

dalam sebagian besar *solvent* dan sangat tidak stabil karena diikuti oleh reaksi resinifikasi/ kondensasi.

Reaksi :



Pada kondensasi melamin produk mempunyai sifat khusus yaitu tahan terhadap panas dan air yang baik.

➤ Acylasi

Acylasi melamin dapat terjadi dengan sejumlah anhidrid melalui tahap triacyl

➤ Reaksi dengan amine

Substitusi melamin dengan gugus alkil pada atom H yang menempel pada gugus N dapat terjadi seperti pada reaksi dibawah ini :



➤ Klorinasi

Klorinasi melamin yang terjadi cenderung mengganti semua atom hidrogen.

Air yang dihasilkan pada reaksi akan menghidrolisa menghasilkan nitrogen triklorida yang berbahaya pada proses klorinasi, melamin stabil ketika kondisinya kering.

(Ullman, 1990)

BAB II

DESKRIPSI PROSES

2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku

a. Urea

- ◆ Wujud : padat, berbentuk pril
- ◆ Kemurnian : 99,3 % berat
- ◆ H₂O : 0,13 % berat
- ◆ Biuret : 0,57 % berat
- ◆ Titik leleh : 140 °C
- ◆ Ukuran butiran : 2-3 mm

b. Katalis alumina

- ◆ Wujud : Padat berbentuk serbuk
- ◆ Surface area : 175 m²/g
- ◆ Bentuk partikel : bola
- ◆ Diameter : 270 –280 mikron
- ◆ *Bulk density* : 413,088 kg/m³
- ◆ Porositas : 0,45
- ◆ Volume pori : 0,3888 cc/ g partikel

2.1.2 Spesifikasi Produk

Melamin

- ◆ Wujud : Padat
- ◆ Bentuk : pril putih

- ◆ Kemurnian : 99,9 % berat
- ◆ Urea maksimum : 0,05 % berat
- ◆ Biuret maksimum : 0,05 % berat
- ◆ *Bulk density* : 423,088 kg/m³
- ◆ *Melting point* : 354 °C

(Ullman, 1990)

2.2 Konsep Proses

2.2.1 Dasar Reaksi

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

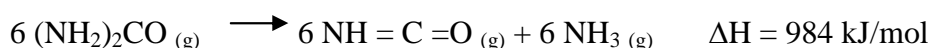


Reaksi pembentukan melamin dari urea melalui dua tahap reaksi. Tahap pertama yaitu dekomposisi urea menjadi *isocyanic acid* dan amoniak, tahap kedua *isocyanic acid* berubah menjadi melamin dan karbondioksida. Pada proses ini digunakan katalis alumina (Al₂O₃).

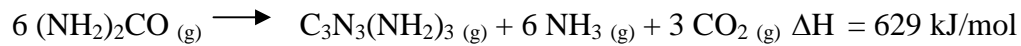
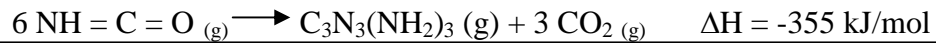
2.2.2 Mekanisme Reaksi

Mekanisme reaksinya adalah sebagai berikut:

1. Dekomposisi urea menjadi *isocyanic acid* dan amoniak



2. *Isocyanic acid* berubah menjadi melamin dan karbondioksida



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

Proses pembuatan melamin dari bahan baku urea dijalankan pada kondisi :

- ◆ Reaktor : *Fluidized bed reactor*
- ◆ Suhu : $395 \text{ }^\circ\text{C}$
- ◆ Tekanan : 2 atm
- ◆ Katalis : Al_2O_3

(Ullman, 1990)

2.2.3 Tinjauan Termodinamika

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

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

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

$$T = 668 \text{ }^\circ\text{K}$$

Diketahui ΔG_f^0 masing-masing komponen pada 298 K :

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned} \Delta G^0 \text{ reaksi} &= [42,275 + 3 (-94,26) + 6 (-3,859) - 6 (-3,587)] \\ &= -242,137 \text{ kcal/mol} \end{aligned}$$

Harga konstanta kesetimbangan (K) pada suhu 395⁰C (668 K) diperoleh dengan rumus :

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

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

$$\ln K = 182,43$$

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

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

2.2.4 Tinjauan Kinetika

Dari segi kinetika, kecepatan reaksi oksidasi *naphthalene* akan bertambah cepat dengan naiknya temperatur. Berdasarkan persamaan Arrhenius :

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

dimana :

k = konstanta kecepatan reaksi

A = faktor frekuensi tumbukan

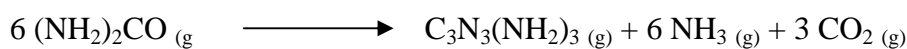
E = energi aktivasi

R = konstanta gas (1,987 kal/mol K)

T = temperatur operasi (K)

Harga konstanta kecepatan reaksi kimia adalah sebagai berikut :

Reaksi :



Kecepatan reaksi :

$$r = 41 \times 10^6 p^{0,89} e^{-20250/RT} \text{ kmol/jam(kg katalis)}$$

(US. Patent, 3.513.167)

2.3 Diagram Alir Proses

2.3.1 Diagram Alir Kualitatif

Dapat dilihat pada gambar 2.1

2.3.2 Diagram Alir Kuantitatif

Dapat dilihat pada gambar 2.2

2.3.3 Diagram Alir Proses

Dapat dilihat pada gambar 2.3

2.3.4 Langkah Proses

Proses pembuatan melamin dari urea dapat dibagi menjadi tiga tahap :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap separasi produk

2.3.4.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku urea yang berwujud *prill* dengan kemurnian 99,3 % berat disimpan di silo. Penyimpanan urea pada suhu kamar dan tekanan 1 atm. Dari silo penyimpanan, urea *prill* diumpankan ke *melter* untuk dilelehkan pada suhu 140 °C

tekanan 1 atm. Pada kondisi ini urea meleleh dan kandungan airnya akan menguap.

Lelehan urea dari *melter* dipompa ke *holding tank*, kemudian diuapkan dengan *vaporizer*. Gas urea dimasukkan ke reaktor.

2.3.4.2. Tahap Reaksi

Gas urea pada suhu 140 °C dimasukkan ke dalam reaktor *fluidized bed* dan terdispersi kedalam partikel-partikel katalis yang terfluidisasi karena aliran *fluidizing gas* dari bawah reaktor.

Fluidizing gas berupa campuran gas amoniak dan karbondioksida diperoleh dari *off gas* yang dihasilkan dari hasil reaksi pembentukan melamin yang diperoleh dari Kondensor (CD-02). *Fluidizing gas* dari Kondensor (CD-02) dialirkan menggunakan *blower* dipanaskan dengan *furnace* sampai suhu 395 °C, tekanan 2,2 atm, selanjutnya digunakan sebagai *fluidizing gas* pada reaktor.

Reaktor beroperasi pada suhu 395 °C, tekanan 2 atm, dan menggunakan katalis alumina, dimana reaksi yang terjadi berlangsung secara endothermis. Kebutuhan panas reaksi disuplai dari lelehan garam yang dialirkan melalui koil di dalam reaktor.

Di dalam reaktor terjadi penguraian urea menjadi melamin, amoniak dan karbondioksida. Konversi yang diperoleh sebesar 95 % dan yield 95 %. Gas hasil reaksi keluar reaktor pada suhu 395°C, tekanan 2 atm berupa campuran gas melamin, amoniak, karbondioksida, biuret dan urea yang tidak bereaksi.

2.3.4.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Gas hasil reaksi keluar dari reaktor, kemudian didinginkan di *heat exchanger* (HE-01) sampai suhu 373,45 °C. Gas tersebut kemudian masuk kondensor (CD-01) untuk memisahkan melamin dari gas hasil reaksi. Melamin cair dari kondensor (CD-01) dialirkan ke *Prilling Tower* (PT-01) untuk diubah menjadi fase padat. Melamin yang berubah fase sebanyak 100 %, dengan kemurnian 99,9%. Kemudian disimpan dalam silo untuk selanjutnya dilakukan *packaging* dan *bagging*, lalu disimpan di gudang dan siap untuk dipasarkan.

Gas keluar kondensor (CD-01) diturunkan suhunya dengan (HE-02), kemudian masuk kondensor (CD-02) untuk diambil urea yang masih terbawa aliran. Urea cair dari kondensor (CD-02) *direcycle* ke *melter*. Gas keluar kondensor (CD-02) sebagian *dipurging* dan sebagian lagi dialirkan ke reaktor sebagai media fluidisasi.

2.4 Neraca Massa dan Neraca Panas

2.4.1 Neraca Massa

Satuan yang digunakan : kg/jam

1. Neraca Massa Disekitar *Melter*

Komponen	Input		Output	
	Arus 1	Arus 8	Arus 2	Arus 3
CO(NH ₂) ₂	9010,60	470,19	0	9480,79
(CONH ₂) ₂ NH	51,72	5,00	0	56,72
H ₂ O	11,80	0	11,80	0
C ₃ N ₃ (NH ₂) ₃	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0	0
CO ₂	0	0	0	0
Subtotal	9074,12	475,19	11,80	9537,51
Total	9549,31		9549,31	

2. Neraca Massa Disekitar Reaktor

Komponen	Input		Output
	Arus 3	Arus 9	Arus 4
CO(NH ₂) ₂	9480,79	1,793	474,13
(CONH ₂) ₂ NH	56,72	157,84	214,56
C ₃ N ₃ (NH ₂) ₃	0,00	0,00	3153,41
NH ₃	0,00	8040,93	10595,42
CO ₂	0,00	10389,33	13689,88
Subtotal	9537,51	18589,89	28127,40
Total	28127,40		28127,40

3. Neraca Massa Disekitar Kondenser (CD-01)

Komponen	Input	Output	
	Arus 4	Arus 5	Arus 10
CO(NH ₂) ₂	474,13	472,55	1,58
(CONH ₂) ₂ NH	214,56	212,99	1,58
C ₃ N ₃ (NH ₂) ₃	3153,4091	0	3153,4091

NH ₃	10595,42	10595,42	0
CO ₂	13689,88	13689,88	0
Subtotal		24970,84	3156,57
Total	28127,40	28127,40	

4. Neraca Massa Disekitar Kondenser (CD-02)

Komponen	Input	Output	
	Arus 5	Arus 6	Arus 8
CO(NH ₂) ₂	472,55	2,36	470,19
(CONH ₂) ₂ NH	212,99	207,99	5,00
C ₃ N ₃ (NH ₂) ₃	0,00	0,00	0,00
NH ₃	10595,42	10595,42	0,00
CO ₂	13689,88	13689,88	0,00
Subtotal		24495,65	475,19
Total	24970,84	24970,84	

5. Neraca Massa Disekitar *Prilling Tower*

Komponen	Input	Output
	Arus 10	Arus 11
CO(NH ₂) ₂	1,58	1,58
(CONH ₂) ₂ NH	1,58	1,58
C ₃ N ₃ (NH ₂) ₃	3153,41	3153,41
NH ₃	0	0
CO ₂	0	0
Total	3156,57	3156,57

6. Neraca Massa Disekitar *Purging*

Komponen	Input	Output	
	Arus 6	Arus 7	Arus 9
CO(NH ₂) ₂	2,363	0,570	1,793
(CONH ₂) ₂ NH	207,99	50,14	157,84
C ₃ N ₃ (NH ₂) ₃	0	0	0
NH ₃	10595,42	2554,4953	8040,928

CO ₂	13689,88	3300,5502	10389,326
Subtotal		5905,76	18589,89
Total	24495,65	24495,65	

NERACA MASSA OVERALL

Komponen	Input		Output		
	Arus 1	Arus 2	Arus 7	Arus 11	
CO(NH ₂) ₂	9010,60	0	0,57	1,58	
(CONH ₂) ₂ NH	51,72	0	50,14	1,58	
H ₂ O	11,80	11,80	0	0,00	
C ₃ N ₃ (NH ₂) ₃	0	0	0	3153,41	
NH ₃	0	0	2554,50	0,00	
CO ₂	0	0	3300,55	0,00	
Subtotal		11,80	5905,76	3156,57	
Total	9074,12	9074,12			

2.4.2 Neraca Panas

Satuan yang digunakan : kkal/jam

1. Neraca Panas Disekitar *Melter*

Komponen	Input		Output		
	Q1	Qs	Q2	Q3	QL
CO(NH ₂) ₂	6.916,83			455.104,47	542368,06
(CONH ₂) ₂ NH	129,58			4.051,18	1765,03

H ₂ O	4.003,65		17.113,48		6388,37
Sub total	11.050,06	1.015.740,53	17.113,48	459.155,65	550.521,46
Total	1.026.790,59		1.026.790,59		

2. Neraca Panas Disekitar Reaktor

KOMPONEN	INPUT			OUTPUT		
	Q3	Q9	Qsalt	Q4	QV	QReaksi
	(kkal/jam)	(kkal/jam)	(kkal/jam)	(kkal/jam)	(kkal/jam)	(kkal/jam)
CO(NH ₂) ₂	-	-358,634		17.128,998	2.347.041,907	
(CONH ₂) ₂ NH	-16.879,510	-46.970,628		5.898,315	9.383,245	
C ₃ N ₃ (NH ₂) ₃	0,000	0,000		103.134,937	0,000	
NH ₃	0,000	1.758.304,662		2.281.654,036	0,000	
CO ₂	0,000	886.673,446		1.151.770,916	0,000	
	-1.913.105,13	5.242.626,955	2.590.189,013	3.559.587,203	2.356.425,153	3.698,479
TOTAL	5.919.710,834			5.919.710,834		

3. Neraca Panas Disekitar Kondenser (CD-01)

KOMPONEN	INPUT		OUTPUT		
	Q4	Qc	Q5	Q10	Q1
	(kkal/jam)	(kkal/jam)	(kkal/jam)	(kkal/jam)	(kkal/jam)
CO(NH ₂) ₂	53,68		0,66	53,45	390,72
(CONH ₂) ₂ NH	16,33		0,98	16,22	261,09
C ₃ N ₃ (NH ₂) ₃	329,57		1.580,64	0	722961,48
NH ₃	6.424,08		0	6.421,40	0
CO ₂	3.546,55		0	3.544,17	0
	10.370,21	724.860,58	1.582,27	10.035,24	723613,28

TOTAL	735.230,79	735.230,79
--------------	-------------------	-------------------

4. Neraca Panas Disekitar Kondenser (CD-02)

KOMPONEN	INPUT		OUTPUT		
	Q5	Q cw	Q8	Q6	Q1
	(kkal/jam)	(kkal/jam)	(kkal/jam)	(kkal/jam)	(kkal/jam)
CO(NH ₂) ₂	44,58		0,98	44,31	584,92
(CONH ₂) ₂ NH	15,93		128,64	0,37	34405,81
NH ₃	5.833,89		0	5.830,34	0
CO ₂	3.176,39		0	3.174,36	0
	9.070,80	35.098,92	129,62	9.049,38	34.990,72
TOTAL	44.169,72		44.169,72		

5. Neraca Panas Disekitar *Prilling Tower*

Komponen	Input		Output		
	Q10	Qu1	Q11	Qu2	QL
C ₃ N ₃ (NH ₂) ₃	551.311,07		45.601,00		-91666,67
Udara		148770,45		746147,19	
Sub total	551.311,07	148.770,45	45.601,00	746.147,19	-91.666,67
Total	700.081,52		700.081,52		

6. Neraca Panas Disekitar *Heater* (HE-01)

KOMPONEN	INPUT	OUTPUT	
	Q3a(kkal/jam)	Q3b(kkal/jam)	Qs(kkal/jam)
CO(NH ₂) ₂	1.150.370,95	1.819.792,32	
(CONH ₂) ₂ NH	86.008,88	125.926,62	1.110.453,21
TOTAL	1.236.379,83	1.236.379,83	

7. Neraca Panas Disekitar *Cooler* (HE-02)

KOMPONEN	INPUT	OUTPUT	
	Q4a(kkal/jam)	Q4b(kkal/jam)	Qcw(kkal/jam)
CO(NH ₂) ₂	36.376,68	34.673,63	
(CONH ₂) ₂ NH	10.919,28	10.666,78	
C ₃ N ₃ (NH ₂) ₃	223.933,63	212.877,50	
NH ₃	4.316.312,70	4.150.386,07	
CO ₂	2.392.950,70	2.291.127,03	
		6.699.731,00	280.761,99
TOTAL	6.980.493,00	6.980.493,00	

8. Neraca Panas Disekitar *Cooler* (HE-03)

KOMPONEN	INPUT	OUTPUT	
	Q5a(kkal/jam)	Q5b(kkal/jam)	Qcw(kkal/jam)
CO(NH ₂) ₂	34.481,24	19.802,12	
(CONH ₂) ₂ NH	10.576,08	7.076,16	
NH ₃	4.142.768,29	2.591.123,39	
CO ₂	2.286.523,01	1.410.794,39	
		4.028.796,06	2.445.552,56
TOTAL	6.474.348,61	6.474.348,61	

9. Neraca Panas Disekitar *Furnace*

KOMPONEN	INPUT		OUTPUT	
	Q9a(kkal/jam)	Qfuel(kkal/jam)	Q9b(kkal/jam)	Qsalt(kkal/jam)
CO(NH ₂) ₂	0,18		0,21	
(CONH ₂) ₂ NH	12,23		11,99	
C ₃ N ₃ (NH ₂) ₃				
NH ₃	4.626,04		6.354,19	
CO ₂	2.524,05		2.454,07	
	7.162,50	2.591.846,97	8.820,46	2.590.189,01
TOTAL	2.599.009,47		2.599.009,47	

2.5. *Lay Out* Pabrik dan Peralatan2.5.1. *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

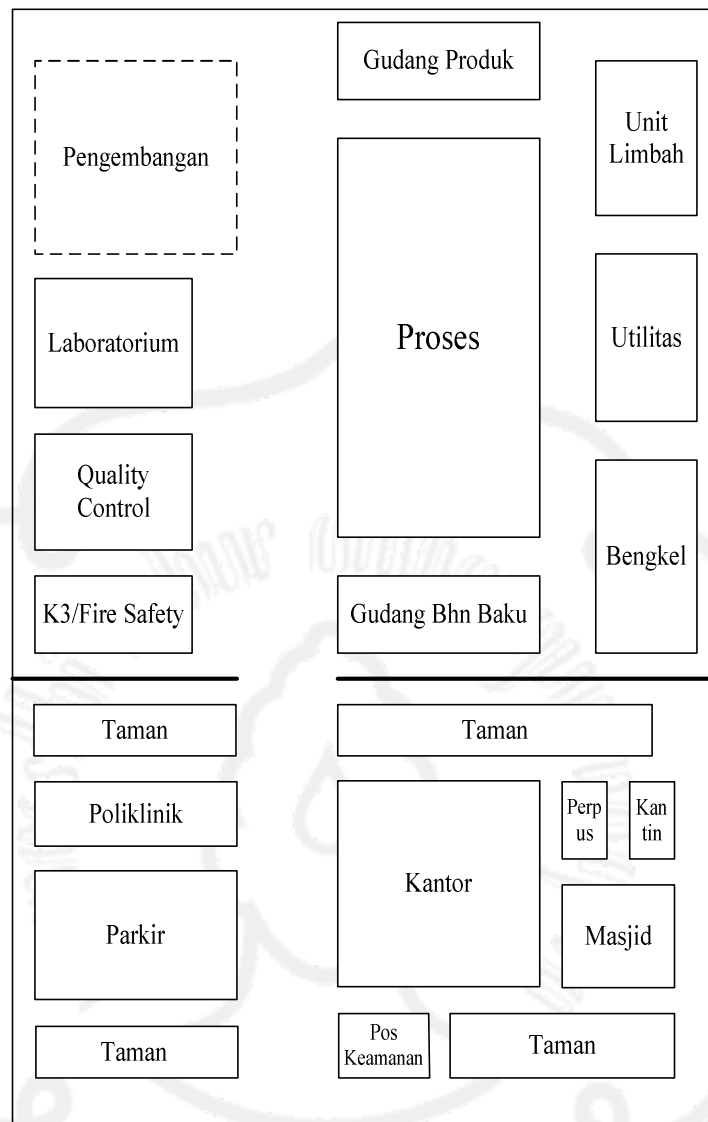
- ❖ Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran proses.
 - ❖ Laboratorium dan ruang control sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produksi yang akan dijual.
- b. Daerah proses dan perluasan
- ❖ Daerah proses 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	350
7	Poliklinik	250
8	Laboratorium	300
9	Bengkel	200
10	Perpustakaan	250
11	Daerah proses	7000
12	Daerah utilitas	2000
13	K-3 & <i>Fire Safety</i>	200
14	Unit pengolahan limbah	1300
15	Area pengembangan	4000
16	Tempat parkir	800
17	Taman	700
	Jumlah	20.000

Gambar 2.4 *Lay out* pabrik

2.5.2. Lay Out Peralatan Proses

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

1. Aliran bahan baku dan produk

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

2. Aliran udara

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

3. Cahaya

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

4. Tata letak alat proses

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

5. Kelancaran lalu lintas

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

6. Tata letak area proses

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

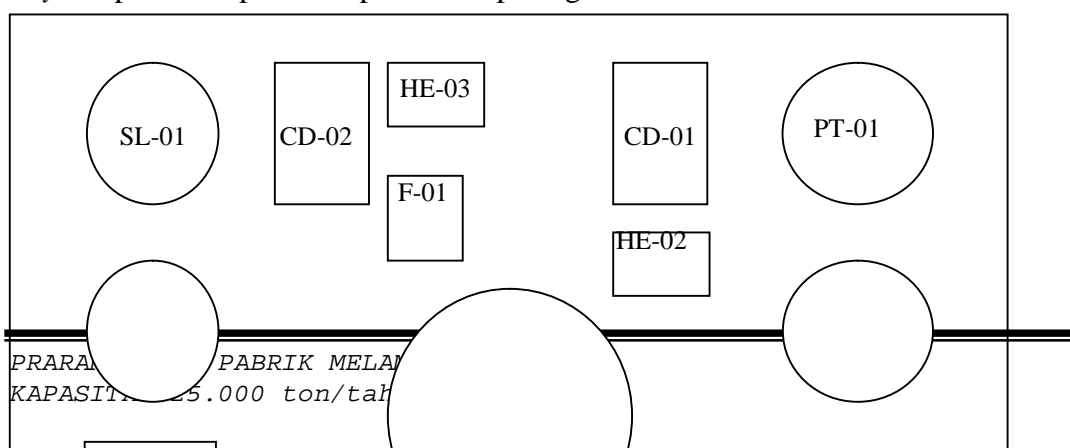
7. Jarak antar alat proses

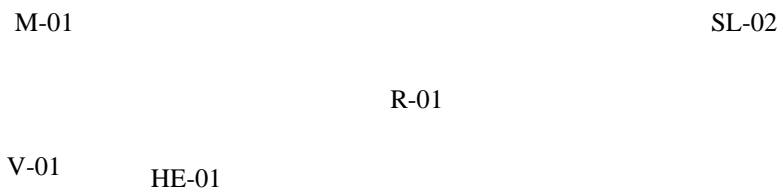
Untuk alat produksi yang mudah meledak atau terbakar letaknya dijauhkan dari peralatan yang lain, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran tidak membahayakan peralatan lain.

Tata letak peralatan proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- ♣ Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- ♣ Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
- ♣ Biaya material handling menjadi lebih rendah sehingga menurunkan pengeluaran untuk capital yang tidak penting
- ♣ Karyawan mendapat kepuasan kerja

Lay out peralatan proses dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.5. *Lay out* peralatan proses

Keterangan gambar :

BE-01 : *Bucket Elevator*

CD-01 : Kondenser Parsial

M-01 : *Melter*

CD-02 : Kondenser Parsial

R-01 : Reaktor

SL-01 : Silo Bahan Baku

F-01 : *Furnace*

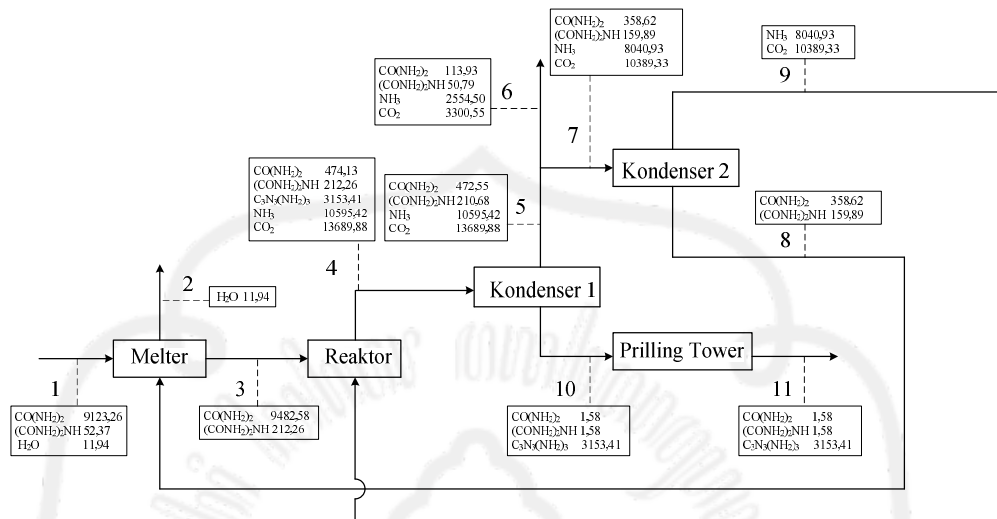
SL-02 : Silo Produk

PT-01 : *Prilling Tower*

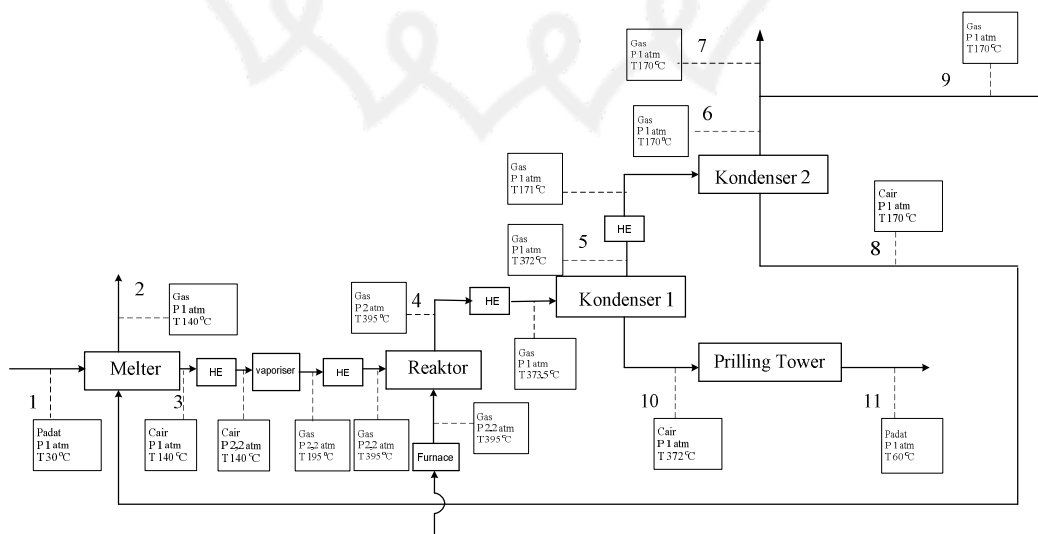
HE-01 : *Heater* bahan baku

HE-03 : *Cooler* gas produk

HE-02 : *Cooler* gas produk



Gambar 2.1 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 2.2 Diagram Alir Kualitatif
BAB III

SPESIFIKASI ALAT

1. BUCKET ELEVATOR (BE-01)

Kode	: BE-01
Fungsi	: mengangkut urea prill ke silo
Ukuran <i>Bucket</i>	: (6 x 4 x $\frac{1}{2}$ x – 12) in
Lebar <i>Bucket</i>	: 6 in
Projection <i>Bucket</i>	: 4 in
Dalam <i>Bucket</i>	: $\frac{1}{2}$ in
Jarak antar <i>Bucket</i>	: 12 in
Lebar Belt	: 7 in
Kecepatan <i>Bucket</i>	: 298,08 ft/menit
Power motor	: 3,1 HP

2. POMPA UREA MELT

Kode	: P-01
Fungsi	: Mengalirkan urea <i>melt</i> dari <i>melter</i> menuju tangki

urea melt (T-01)

Tipe	: Pompa Sentrifugal
Kapasitas	: 127,79 galon/menit
Bahan konstruksi	: <i>Carbonstell SA-285 grade C</i>
Power teoritis	: 1,92 HP
<i>Power actual</i>	: 3,84 HP
<i>Power motor</i>	: 10 HP
<i>Schedule</i>	: 40
ID	: 2,067 in

3. POMPA UREA MELT

Kode	: P-02
Fungsi	: Mengalirkan urea melt dari tangki penampung (T-01) ke vaporizer
Tipe	: Pompa Sentrifugal
Kapasitas	: 127,79 galon/menit
Bahan konstruksi	: <i>Carbonstell SA-285 grade C</i>
Power teoritis	: 1,67 HP
<i>Power actual</i>	: 3,35 HP
<i>Power motor</i>	: 10 HP
<i>Schedule</i>	: 40
ID	: 2,067 in

4. POMPA UREA CAIR

Kode	: P-03
Fungsi	: Mengalirkan urea <i>melt</i> dari <i>Separator</i> ke <i>vaporizer</i>
Tipe	: Pompa Sentrifugal
Kapasitas	: 30,64 galon/menit
Bahan konstruksi	: <i>Carbonstell SA-285 grade C</i>
<i>Power teoritis</i>	: 0,45 HP
<i>Power actual</i>	: 1,51 HP
<i>Power motor</i>	: 7 HP
<i>Schedule</i>	: 40
ID	: 2,067 in

5. POMPA MELAMIN CAIR

Kode	: P-04
Fungsi	: Mengalirkan melamin cair dari Kondenser (CD-01) ke <i>Prilling Tower</i>
Tipe	: Pompa Sentrifugal
Kapasitas	: 60,59 galon/menit
Bahan konstruksi	: <i>Carbonstell SA-285 grade C</i>
<i>Power teoritis</i>	: 0,97 HP
<i>Power actual</i>	: 2,42 HP
<i>Power motor</i>	: 7 HP

Schedule : 40
ID : 1,38 in

6. POMPA UREA MELT

Kode : P – 05
Fungsi : Mengalirkan urea *melt* dari Kondenser (CD-02) ke melter (M-01)
Tipe : Pompa Sentrifugal
Kapasitas : 6,45 galon/menit
Bahan konstruksi : Carbonstell SA-285 grade C
Power teoritis : 0,16 HP
Power actual : 0,82 HP
Power motor : 1 HP
Schedule : 40
ID : 0,622 in

7. MELTER

Kode : M-01
Fungsi : Melelehkan urea *prill* menjadi urea *melt* pada $T = 140^{\circ} \text{C}$ dan $P = 1 \text{ atm.}$
Jenis : *Agitated Melter*

Diameter tangki	: 5,010 m
Tinggi tangki	: 5,010 m
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel SA - 301 tipe B</i>
Isolasi	: <i>Blok Glass Sel</i>
<i>Power teoritis</i>	: 8,164 HP
<i>Power actual</i>	: 10,205 HP

8. TANGKI

Kode	: T-01
Fungsi	: Menyimpan bahan baku urea <i>melt</i> sementara (3 jam) pada $T = 140^{\circ} \text{C}$ dan $P = 1 \text{ atm}$.
Jenis	: <i>Cylindrical Vessel</i>
Diameter tangki	: 2,09 m
Panjang tangki	: 5,84 m
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>

9. REAKTOR

Kode	: R-01
Fungsi	: Mereaksikan urea menjadi melamin, CO_2 dan NH_3
Tipe	: <i>Fluidized bed reactor</i>
Tinggi total	: 15,586 m
Total <i>Disengaging Head</i>	: 8,551 m
Tinggi <i>zone</i> reaksi (Lt)	: 4,550 m
Tinggi <i>head</i> bawah (Lh)	: 1,069 m
Diameter <i>freeboard</i> (Df)	: 6,077 m

Diameter <i>zone</i> reaksi (Dt):	2,7 m
Tebal reaktor	: 0,655 in
Tebal isolasi	: 4,25 in
Bahan	: <i>Plate Steel SA 129 grade B</i>
Kondisi Operasi	: 2 Atm, 395°C

10. CYCLONE REAKTOR

Kode	: CY- 01
Fungsi	: Memisahkan katalis yang terikut gas hasil reaksi.
Tipe	: Eksternal <i>cyclone</i>
Diameter Partikel, min	: 5,07 μm
Tinggi	: 3,24 m
Diameter luar	: 1,44 m
<i>Pressure Drop</i>	: 0,006 atm

11. HEATER

Kode	: HE-01
Fungsi	: memanaskan gas urea sebelum masuk reaktor
Jenis	: <i>Shell and Tube</i>
Jumlah	: 1
<i>Heat Duty</i> (Btu/jam)	: 2812965,67
<i>Tube side</i>	
Material	: <i>Low-alloy steel SA-209</i>

Kapasitas (kg/jam)	: 9537,513
Fluida	: gas urea
OD <i>tube</i> (in)	: 0,75
BWG	: 16
Susunan	: <i>Triangular pitch</i>
<i>Pitch</i>	: 1
Panjang (ft)	: 8
Jumlah <i>tube</i>	: 376
<i>Passes</i>	: 2
ΔP (psi)	: 0,862
<i>Shell Side</i>	
Material	: <i>Low-alloy steel SA-209</i>
Fluida	: steam
Kapasitas (kg/jam)	: 5868,044
ID <i>shell</i>	: 23,25 in
<i>Passes</i>	: 1
ΔP	: 0,337 psi
Uc (BTU / hr . Ft ² . F)	: 305,1563
Ud (BTU / hr . Ft ² . F)	: 136,5287
Rd	: 0,004
Rd <i>Required</i>	: 0,0005

12. PENDINGIN (COOLER)

Kode	: HE-02
Fungsi	: Mendinginkan gas produk reaktor sebelum masuk Kondensor (CD-01)
Jenis	: <i>Double pipe</i>
T operasi gas	: 395 – 373,45 °C
T operasi Dow Term A	: 310 – 329 °C
<i>Pipe Side</i>	: OD : 3,5 in BWG : 16 ID : 3,068 in Panjang : 24 ft Jumlah : 2 x 12 ft hairpin
<i>Anullusl Side</i>	: Pitch : 1 in; Triangular pitch Σ Pass : 1
<i>h Outside</i>	: <i>Anulus side</i> : 235,456 Btu/hr.ft ² .°F <i>Pipe side</i> : 188,860 Btu/hr.ft ² .°F
<i>Uc</i>	: 108,694 Btu/hr .ft ² .F
<i>Ud</i>	: 96,507 Btu/hr .ft ² .F
<i>Rd</i>	: 0,0079
<i>Pressure drop</i>	: <i>Annulus side</i> : 0,619 psi <i>Pipe side</i> : 0,313 psi

13. PENDINGIN (COOLER)

Kode : HE-03

Fungsi : Mendinginkan gas keluar Kondensor (CD-01)
sebelum masuk Kondensor (CD-02)

Jenis : *Shell and Tube*

Heat Duty (Btu/jam) : 7.608.326,026

Tube side

Material : *Low-alloy steel SA-209*

Kapasitas (lb/jam) : 40.802,58

Fluida : Dow Term A

OD *tube* (in) : 0,75

BWG : 16

Susunan : *Triangular pitch*

Pitch : 1

Panjang (ft) : 16

Jumlah *tube* : 604

Passes : 2

ΔP (psi) : 0,209

Shell Side

Material : *Low-alloy steel SA-209*

Fluida : gas dari reaktor

Kapasitas (lb/jam) : 54.003,94

ID *shell* : 29 in

Passes : 1

ΔP : 0,019 psi

Uc (BTU / hr . Ft ² . F)	: 137,251
Ud (BTU / hr . Ft ² . F)	: 44,266
Rd	: 0,015
Rd <i>Required</i>	: 0,003

14. KONDENSER (CD-01)

Kode	: CD-01
Fungsi	: mengkondensasikan sebagian gas keluar reaktor
Jenis	: <i>Shell and Tube</i>
Jumlah	: 1
<i>Heat Duty</i> (Btu/jam)	: 2.888.345,285
<i>Tube side</i>	
Material	: <i>Low-alloy steel SA-209</i>
Kapasitas (lb/jam)	: 24.227,9
Fluida	: Dow Term A
OD <i>tube</i> (in)	: 0,75
BWG	: 16
Susunan	: <i>Triangular pitch</i>
<i>Pitch</i>	: 1
Panjang (ft)	: 8
Jumlah <i>tube</i>	: 196
<i>Passes</i>	: 2

ΔP (psi) : 0,816

Shell Side

Material : *Low-alloy steel SA-209*

Fluida : gas dari reaktor

Kapasitas (lb/jam) : 62,004,190

ID *shell* : 10 in

Passes : 1

ΔP : 1,854 psi

Uc (BTU / hr . Ft² . F) : 305,156

Ud (BTU / hr . Ft² . F) : 58.103

Rd : 0,0139

Rd *Required* : 0,001

15. SEPARATOR (S-01)

Kode : S-01

Fungsi : memisahkan gas dan cairan keluar CD-01

Tipe : *horisontal drum*

Jumlah : 1

Kondisi operasi

Suhu (K) : 645,15

Tekanan (atm) : 1

Waktu tinggal (detik) : 3600

Kapasitas :

Diameter (m)	: 1,6764
Panjang (m)	: 3,3795
Tebal <i>shell</i> (in)	: 0,25
Jenis <i>head</i>	: <i>torispherical dished head</i>
Tebal <i>head</i> (in)	: 0,25
Material	: <i>Low-alloy steel SA-204</i>

16. KONDENSER (CD-02)

Kode	: CD-02
Fungsi	: mengkondensasikan sebagian gas keluar CD-01
Jenis	: <i>Shell and Tube</i>
Jumlah	: 1
<i>Heat Duty</i> (Btu/jam)	: 13.950.871,265
<i>Tube side</i>	
Material	: <i>Low-alloy steel SA-209</i>
Kapasitas (lb/jam)	: 642.434,881
Fluida	: air pendingin
OD <i>tube</i> (in)	: 0,75
BWG	: 16
Susunan	: <i>Triangular pitch</i>
<i>Pitch</i>	: 1
Panjang (ft)	: 8
Jumlah <i>tube</i>	: 376
<i>Passes</i>	: 2

ΔP (psi) : 3,950

Shell Side

Material : *Low-alloy steel SA-209*

Fluida : gas dari Kondenser (CD-01)

Kapasitas (lb/jam) : 55.050,344

ID *shell* : 10 in

Passes : 1

ΔP (psi) : 0,037

Uc (BTU / hr . Ft² . F) : 239,094

Ud (BTU / hr . Ft² . F) : 102,715

Rd : 0,0056

Rd Required : 0,002

17. SEPARATOR (S-02)

Kode : S-02

Fungsi : memisahkan gas dan cairan keluar CD-02

Tipe : *horisontal drum*

Jumlah : 1

Kondisi operasi

Suhu (K) : 443,15

Tekanan (atm) : 1

Waktu tinggal (detik) : 3600

Kapasitas : 0,9252 m³

Diameter (m)	: 1,3716
Panjang (m)	: 1.2027
Tebal <i>shell</i> (in)	: 0,25
Jenis <i>head</i>	: <i>torispherical dished head</i>
Tebal <i>head</i> (in)	: 0,25
Material	: <i>Low-alloy steel SA-204</i>

18. BLOWER

Kode	: BL-01
Fungsi	: Menaikkan tekanan gas keluar CD-02 dari 1 atm menjadi 2,2 atm
Tipe	: <i>Blower centrifugal</i>
Kapasitas	: 25.809,515 m ³ /jam
Bahan konstruksi	: <i>Stainless Steel type 302</i>
<i>Power teoritis</i>	: 37,89 HP
<i>Power actual</i>	: 40 HP

19. PRILLING TOWER

Kode	: PT-01
Fungsi	: Mengubah melamin cair menjadi padatan <i>prill</i>
Diameter tangki	: 3,047 m
Tinggi tangki	: 25,470 m
Bahan konstruksi	: <i>Low alloy steel SA-204 grade C</i>

20. SILO (SL-01)

Kode	: SL-01
Fungsi	: Menyimpan bahan baku urea <i>prill</i> sementara (12 jam)
Kondisi operasi	: T = 30 °C dan P = 1 atm.
Jenis	: <i>conical</i>
Diameter tangki	: 3,605 m
Tinggi tangki	: 18,586 m
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Stell SA 283 grade C</i>

21. SILO (SL-02)

Kode	: SL-02
Fungsi	: Menyimpan produk melamin sementara (3 jam)
Kondisi operasi	: T = 30 °C dan P = 1 atm.
Jenis	: <i>conical</i>
Diameter tangki	: 3,055 m
Tinggi tangki	: 15,749 m
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Stell SA 283 grade C</i>

22. BUCKET ELEVATOR (BE-02)

Kode	: BE-02
Fungsi	: mengangkat melamin <i>prill</i> ke silo
Ukuran <i>Bucket</i>	: (6 x 4 x 1/2 x – 12) in
Lebar <i>Bucket</i>	: 6 in
Projection <i>Bucket</i>	: 4 in

Dalam <i>Bucket</i>	: $\frac{1}{2}$ in
Jarak antar <i>Bucket</i>	: 12 in
Lebar Belt	: 7 in
Kecepatan <i>Bucket</i>	: 207,49 ft/menit
Power motor	: 2,5 Hp

23. VAPORIZER (V-01)

Kode	: V-01
Fungsi	: menguapkan urea sebelum masuk reaktor (R-01)
Jenis	: <i>Shell and Tube horisontal</i>
Jumlah	: 1
<i>Heat Duty</i> (Btu/jam)	: 982.142,994
<i>Tube side</i>	
Material	: <i>Carbon steel</i>
Kapasitas (lb/jam)	: 1316,189
Fluida	: <i>steam</i>
OD <i>tube</i> (in)	: 1,5
BWG	: 8
Susunan	: <i>Triangular pitch</i>
<i>Pitch</i>	: 1
Panjang (ft)	: 12
Jumlah <i>tube</i>	: 23
<i>Passes</i>	: 2
ΔP (psi)	: 2,108 (<i>allowable</i> 10 psi)

Shell Side

Material	: Carbon steel
Fluida	: Urea dari <i>storage tank</i>
Kapasitas (lb/jam)	: 21026,401
ID <i>shell</i>	: 35 in
<i>Passes</i>	: 1
ΔP (psi)	: 0,0084 (<i>allowable 2 psi</i>)
Uc (BTU / hr . Ft ² . F)	: 857,887
Ud (BTU / hr . Ft ² . F)	: 110,371
Rd	: 0,0079
<i>Rd Required</i>	: 0,001

BAB IV**UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM*****Unit Pendukung Proses***

Unit pendukung proses atau sering disebut unit utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya proses dalam suatu pabrik. Unit pendukung proses meliputi unit pengadaan air, unit pengadaan uap panas (*steam*), unit pengadaan udara tekan, unit pengadaan listrik, dan unit pengadaan bahan bakar.

Unit-unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik Melamin ini antara lain :

1. Unit pengadaan air
Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut :
 - a. Air pendingin
 - b. Air umpan ketel
 - c. Air konsumsi dan sanitasi
 - d. Air untuk hidran

2. Unit pengadaan uap panas (*steam*)
Unit bertugas menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas *melter*.

3. Unit pengadaan udara tekan

Unit ini bertugas menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatik controller*, penyediaan udara tekan di bengkel, dan sebagai media pendingin *Prilling Tower*

4. Unit pengadaan listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan-peralatan elektronik atau listrik AC, maupun untuk penerangan. Listrik disuplai dari PT PLN dan dari generator sebagai cadangan apabila listrik dari PT PLN mengalami gangguan.

5. Unit pengadaan bahan bakar

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan *boiler* dan generator.

6. Unit penyedia lelehan garam (*molten salt*)

Sebagai penyedia kebutuhan panas pada reaktor

Unit Pengadaan Air

Penyediaan air

Kebutuhan air diperoleh dari daerah Parungkadali, bendungan Curug dan sungai Cikao yang dekat dari kawasan pabrik.

Secara keseluruhan kebutuhan air di pabrik melamin dipergunakan untuk keperluan :

1. Air pendingin

Air pendingin digunakan sebagai media pendingin dengan pertimbangan :

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

- d. Tidak terdekomposisi.

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

- a. Adanya zat besi, yang dapat menimbulkan korosi.
- b. Kesadahan (*hardness*), yang dapat menyebabkan kerak.
- c. Oksigen terlarut, yang dapat menyebabkan korosi.

2. Air umpan *boiler*

Merupakan air yang digunakan untuk menghasilkan *steam* dan untuk kelangsungan proses. Meskipun terlihat jernih, tetapi pada umumnya air masih mengandung larutan garam dan asam.

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

- a. Zat yang menyebabkan korosi

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

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

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

- c. Zat yang menyebabkan *foaming*

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

3. Air konsumsi umum dan Sanitasi

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

Syarat fisik :

- a. Suhu air sama dengan suhu lingkungan
- b. Warna jernih.
- c. Tidak mempunyai rasa
- d. Tidak berbau

Syarat kimia :

- a. Tidak mengandung zat anorganik
- b. Tidak beracun

Syarat Bakteriologis :

Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen.

4. Unit penyedia air *hydrant*.

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

4.1.2.2 Pengolahan Air

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

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

- Alumunium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) sebagai flokulan yang berfungsi untuk mengikat partikel-partikel kecil yang menyebabkan keruhnya air menjadi *flok* yang lebih besar.
- *Coagulan Aid*, yang berfungsi untuk mempercepat proses pengendapan dengan membentuk *flok* yang lebih besar.
- *Calcium hipochlorite* atau Cl_2 cair yang berfungsi sebagai desinfektan

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

Air yang sudah cukup bersih tersebut kemudian diumpankan ke dalam *sand filter*, yang bertujuan untuk menyaring kotoran yang tidak terendapkan pada

proses sebelumnya. Setelah proses penyaringan di *sand filter* selesai, air kemudian ditampung di dalam dua buah tangki, yaitu :

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

1. *Filtered Water Storage Tank*

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

a. Unit Demineralisasi Air

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

Demineralisasi diperlukan karena air umpan *boiler* memerlukan syarat-syarat :

- ❖ Tidak menimbulkan kerak pada kondisi *steam* yang dikehendaki maupun pada *tube heat exchanger*. Jika *steam* digunakan sebagai pemanas yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika, hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi *boiler*. Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 , H_2S dan NH_3

- ❖ Bebas dari zat yang menyebabkan *foaming*

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

Pengolahan air di unit demineralisasi, yaitu :

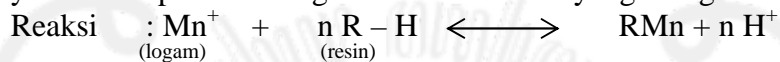
➤ *Activated carbon filter*

Air dari *filtered water storage* diumpankan ke karbon filter yang berfungsi untuk menghilangkan warna, bau dan zat-zat organik lainnya.

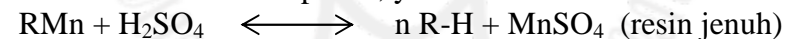
➤ *Kation exchanger*

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

Cation exchanger merupakan silinder baja tegak yang berisi resin R-H, yaitu suatu polimer dengan rantai karbon R yang mengikat ion H^+ .



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



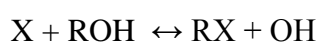
dan selanjutnya dikirim ke unit *Demin Water Storage* sebagai penyimpanan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai air umpan *boiler*

➤ *Anion Resin Exchanger*

Air yang keluar dari *cation exchanger* kemudian diumpankan ke anion *exchanger* untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Kemudian jenis anion yang ditemukan adalah HCO_3^- , SO_4^- , Cl^- , SiO^- .

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

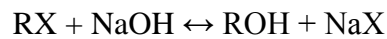
Reaksi yang terjadi pada unit ini adalah sebagai berikut :



Dimana: R : Resin

M : anion seperti SO_4^{2-} dan Cl^-

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



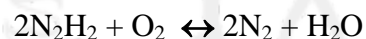
Air yang keluar dari unit ini diharapkan mempunyai pH 6,1 – 6,9 dan selanjutnya dikirim ke unit demineralisasi *water storage* sebagai penyimpan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai umpan ketel.

b. Deaerator

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

Ke dalam deaerator diinjeksikan zat-zat kimia sebagai berikut :

- ❖ Hidrazin yang berfungsi mengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut :



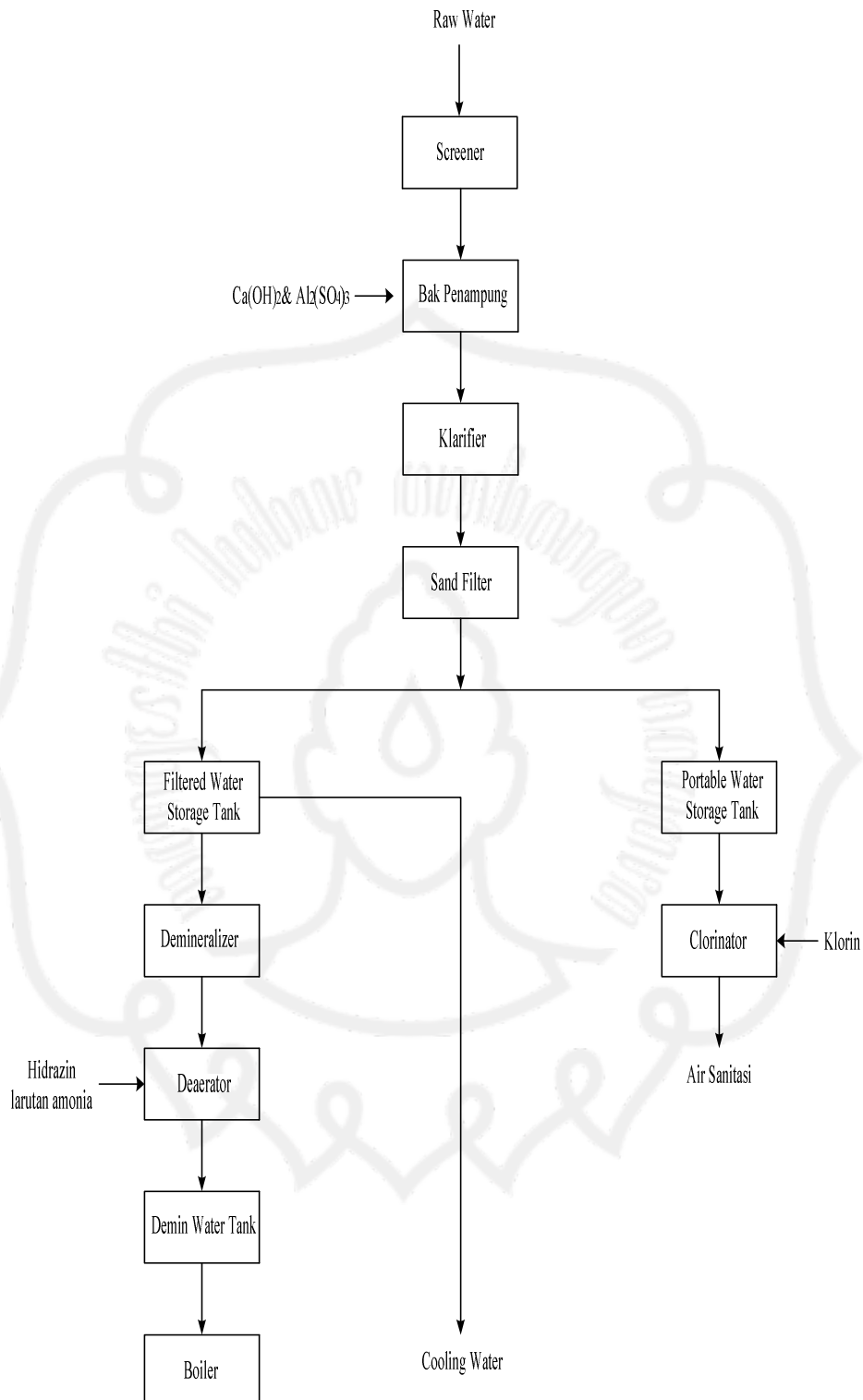
Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama-sama dengan gas lain dihilangkan melalui *stripping* dengan uap bertekanan rendah.

- ❖ Larutan ammonia yang berfungsi mengatur pH

Larutan amonia ditambahkan untuk menjaga pH air yang keluar dari deaerator pH-nya sekitar 7,0-7,5.

2. *Portable Water Storage Tank*

Berfungsi menampung air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari di pabrik dan pemukiman (air sanitasi). Untuk air sanitasi, air dipompakan ke tangki disinfektan kemudian didistribusikan ke seluruh pabrik. Proses ini bertujuan untuk membunuh kuman-kuman di dalam air dengan menambahkan Cl_2 cair yang berfungsi sebagai disinfektan.



Gambar 4.1 Diagram Alir Pengolahan Air

4.1.2.3 Kebutuhan air

1. Kebutuhan air pendingin

Kebutuhan air untuk pendingin dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1. Kebutuhan air pendingin

No.	Kode	Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)	Kebutuhan (m ³ /hr)
1	CD-02	<i>Condensor</i>	291.665,43	6.999,9
Total			291.665,43	6.999,9

Total kebutuhan air pendingin = 291.665,43 kg/jam = 6.999,9 m³/hari.

2. Kebutuhan air perkantoran dan perumahan

Kebutuhan air perkantoran dan perumahan dapat diperkirakan sebagai berikut

- ✦ Air untuk karyawan kantor.

Kebutuhan air untuk karyawan diperkirakan 40 lt/org/hari. Sehingga untuk 183 orang diperlukan 7.280 lt/hari = 7,3 m³/ hari

- ✦ Air untuk perumahan.

Perumahan karyawan sebanyak 80 rumah dan 1 buah mess. Bila masing-masing rumah dihuni 4 orang dan mess mempunyai kapasitas maksimum 50 orang, maka kebutuhan air untuk perumahan diperkirakan 250 Lt/orang/hari. Total kebutuhan air untuk perumahan = 250 x ((4 x 80) + 50) = 92,5 m³/hari.

- ✦ Air untuk laboratorium, pembersihan, pertamanan dan lain-lain diperkirakan 10 m³/hari

- ✦ *Make up* air umpan boiler

Kebutuhan *make up* air umpan boiler sebanyak 10,66 m³/hari

Tabel 4.2. Kebutuhan air total

No.	Jenis	Kebutuhan air (m ³ /hari)		
		Air Pendingin	Steam	Air Sanitasi
1	<i>Boiler</i>	-	29,28	-
2	<i>Condenser</i>	6.999,9	-	-
3	Karyawan kantor	-	-	7,3
4	Perumahan	-	-	92,5
5	Laboratorium, kebersihan, taman dll	-	-	10
Total		6.999,9	29,28	109,80

Total kebutuhan air untuk semua unit adalah 7.138,98 m³/hari. Diperkirakan terjadi *loss* sebesar 5 % sehingga *make up* air dari sumber air adalah 7.495,93 m³/hari.

Unit Penyedia Steam

Steam yang digunakan pada perancangan pabrik melamin ini untuk memenuhi kebutuhan panas pada *melter* pelelehan urea dan *heater* (HE-01). *Steam* ini diproduksi dengan menggunakan *boiler*. *Steam* yang digunakan yaitu *steam* lewat jenuh (*superheated steam*) pada suhu 420 °C. Kebutuhan *steam* pada perhitungan neraca panas yaitu 5868,094 kg/jam ditingkatkan sebanyak 10% untuk mencegah kemungkinan terjadinya kehilangan pada saat distribusi sehingga :

Jumlah *saturated steam* yang dibutuhkan : 1,1 x 5.868,094 kg/jam = 6.454,9 kg/jam

Kondensat yang kembali = 90 % dari *steam* yang dihasilkan
 = 90 % x 6.454,9 kg/jam
 = $\frac{5.809,4 \text{ kg/jam}}{1 \text{ lt/jam}}$
 = 5.809,4 lt/jam
 = 5,8094 m³/jam

Kondensat yang hilang = *steam* yang dihasilkan – kondensat yang kembali
 = (6.454,9 – 5.809,4) kg/jam
 = $\frac{645,5 \text{ kg / jam}}{1 \text{ lt / jam}}$
 = 645,5 lt/jam
 = 0,6455 m³/jam

Blow down = 10 % dari kondensat yang kembali
 = 10% x 5.809,4 kg/jam
 = 580,94 kg/jam
 = $\frac{580,94 \text{ kg / jam}}{1 \text{ lt / jam}}$
 = 580,94 lt/jam
 = 0,58094 m³/jam

Make up air untuk *boiler* = kondensat yang hilang + *blowdown*
 = 645,5 + 580,94
 = 1.226,44 kg/jam
 = 1.226,44 lt/jam
 = 1,22644 m³/jam

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

$$\begin{aligned}
 &= \text{make up air} + (\text{kondensat kembali} - \text{blow down}) \\
 &= 1.226,44 + (5.809,4 - 580,94) \\
 &= 6.526,9 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 6.526,9 \text{ lt/jam} \\
 &= 6,5269 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Prosentase umpan masuk *boiler*

$$\text{Kondensat} = \frac{5228,46 \text{ lt / jam}}{6526,9 \text{ lt / jam}} \times 100\% = 81 \%$$

$$\text{Make up} = \frac{1226,44 \text{ lt / jam}}{6526,9} \times 100\% = 19 \%$$

4.1.2.1 Perhitungan Kapasitas *Boiler*

Steam yang digunakan adalah :

Jenis : *superheated steam*

Suhu : 420 °C

Tekanan : 16 atm

Penentuan Kapasitas *Boiler* :

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

Dalam hal ini :

Q = kapasitas *boiler*

M_s = massa *steam*

H = *enthalpy steam* keluar *boiler* (Btu/lb)

H_f = *enthalpy steam* masuk *boiler* (Btu/lb)

Kondensat yang kembali berada pada kondisi cair pada suhu 150 °C sedangkan *make-up* air berada pada kondisi cair 30 °C. dari *steam* tabel diperoleh :

$$H_{150}^{\circ\text{C}} = 719 \text{ kJ/kg} = 709,42 \text{ BTU/lb}$$

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

Karena umpan yang masuk *boiler* terdiri dari 81% kondensat dan 19% *make up*, maka :

$$H_f = (0,19 \times H_{\text{liq } 30}^{\circ\text{C}}) + (0,81 \times H_{\text{liq } 150}^{\circ\text{C}})$$

$$H_f = (0,19 \times 54,04) + (0,81 \times 709,42)$$

$$= 641,65 \text{ Btu/lb}$$

Steam yang dihasilkan berupa uap lewat jenuh pada suhu 420 °C

Dari *steam* tabel diperoleh $H_{v420}^{\circ\text{C}} = 3.300,35 \text{ kJ/kg} = 1.418,89 \text{ BTU/lb}$

Jumlah *steam* yang dibutuhkan = 6.454,9 kg/jam = 14.230,6 lb/jam

Sehingga kapasitas *boiler* =

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

$$Q = 14.230,6 \text{ lb/jam} \times (1.418,89 \text{ Btu/lb} - 641,65 \text{ Btu/lb})$$

$$= 11.060.591,54 \text{ Btu/jam}$$

4.1.2.2 Menentukan Luas Penampang Perpindahan Panas

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

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

$$H_p = \frac{11.060.591,54}{970,3 \times 34,5}$$

$$= 330,5 \text{ Hp}$$

Dari Severn hal. 126 ditentukan luas bidang pemanasan adalah 10 ft²/HP, sehingga total *heating surface* = 1.338,7 ft²

4.1.2.3 Perhitungan Kebutuhan Bahan bakar

Bahan bakar yang digunakan adalah solar dengan :

Net Heating Value : 19440 Btu/lb

Density : 54,26 lb/ft³

Kebutuhan bahan bakar :

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

dalam hal ini : mf = massa bahan bakar yang dipakai, lb/jam

Q = kapasitas *boiler*, Btu/jam

η = efisiensi *boiler*

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

f = *net heating value*, Btu/lb

$$mf = \frac{11.060.591,54}{0,7 \times 19440} = 812,8 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Volume bahan bakar} = \frac{812,8 \text{ lb} / \text{jam}}{54,26 \text{ lb} / \text{ft}^3} = 14,9 \text{ ft}^3 / \text{jam}$$

4.1.1.4 Spesifikasi Boiler

Tipe	: Fire tube boiler
Jumlah	: 2 buah (1 cadangan)
Bahan bakar	: solar
Heating Surface	: 1.338,7 ft ²

4.1.3 Unit Penyedia Udara Tekan

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

Unit penyedia udara tekan juga diperlukan untuk *Prilling Tower*. Kebutuhan udara tekan untuk pabrik Melamin diperkirakan sebesar 148.537,51 kg/jam, tekanan 1,1 atm, dan suhu 30°C . Peralatan utama pada unit ini adalah:

Spesifikasi blower :

Kode	= A-090
Tipe	= Centrifugal Blower
Jumlah	= 4 buah
Kapasitas	= 148.537,51 kg/jam
Suhu udara	= 33,4 °C
Tekanan suction	= 1,0 atm
Tekanan discharge	= 1,1 atm
Daya blower	= 81,92 HP
Efisiensi	= 80 %

4.1.4 Unit Pembangkit Tenaga Listrik

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

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

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

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

4.1.4.1 Kebutuhan Listrik

Kebutuhan listrik pabrik meliputi :

1. Keperluan Proses dan pengolahan air

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses: 58,19 KW
Kebutuhan listrik untuk pengolahan air : 26,856 KW

2. Keperluan Penerangan dan Kantor

Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu TL 40 watt. Jumlah lampu adalah 116 buah,

Total daya = $116 \times 40 \text{ watt} = 4.640 \text{ watt} = 4,64 \text{ KW}$

Untuk halaman, jalan, tempat parkir, tempat proses dan daerah perluasan digunakan lampu *Mercury* 100 W. Jumlah lampu adalah 120 buah,

Total daya = $119 \times 100 \text{ watt} = 11.900 \text{ Watt}$

Total daya penerangan = $4.640 + 11.900 = 16.540 \text{ Watt}$
 $= 16,54 \text{ kW}$

Listrik untuk AC diperkirakan sebesar 15000 watt = 15 kW

3. Keperluan laboratorium dan Instrumentasi

Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi diperkirakan sebesar 50 kW.

4. Listrik untuk bengkel dan pemeliharaan diperkirakan sebesar 30 kW

Tabel 4.3. Total Kebutuhan Listrik

No.	Jenis	Kebutuhan Listrik (kW)
1	Proses	58,19
2	Pengolahan air	26,86
3	Penerangan	16,54
4	AC	15
5	Lab. & Instrumentasi	50
6	Bengkel & Pemeliharaan	30
Total		196,59

4.1.4.2 Generator

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

$$P = 196,59 \text{ kW} / 0,8$$

$$= 245,74 \text{ kW}$$

Ditetapkan *input* generator = 300 kW, sehingga untuk keperluan lain masih tersedia = 53,34 kW.

Spesifikasi generator :

Tipe : AC Generator
 Kapasitas : 300 kW
 Tegangan : 220/230 V
 Efisiensi : 80 %
 Phase : 3
 Jumlah : 2 buah
 Bahan bakar : solar

4.1.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

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

a. Untuk menjalankan generator listrik dibutuhkan bahan bakar dengan

spesifikasi :

Jenis : solar (*Industrial Diesel Oil/IDO*)
 Net Heating Value : 19440 Btu/lb
 Density : 54,26 lb/cuft

Kapasitas generator yang digunakan adalah 300 kW = 1.023.657,48 Btu/jam.

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = \frac{1.023.657,48}{0,8 \times 54,26 \times 19440} = 1,21 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

b. Untuk *furnace*

Dari neraca panas diperlukan solar sebanyak = 12,3 ft³/jam

c. Untuk *boiler*

Dari perhitungan diperlukan solar sebanyak = 14,9 ft³/jam

Tabel 4.4. Total Kebutuhan Bahan Bakar

No.	Jenis	Kebutuhan bahan bakar (ft ³ /jam)
1	Generator	1,21
2	<i>Furnace</i>	12,3
3	<i>Boiler</i>	14,9
Total		28,41

Jadi jumlah kebutuhan bahan bakar total adalah 28,41 ft³/jam x 24 jam/hari x

$$1/(3,28082^3) \text{ m}^3/\text{ft}^3 = 19,3 \text{ m}^3/\text{hari}.$$

Unit Penyedia Lelehan Garam

Unit penyedia garam bertujuan untuk memenuhi kebutuhan lelehan garam yang digunakan untuk memanaskan reaktor sampai mencapai kondisi operasi. Garam yang digunakan terdiri dari 55% KNO_3 dan 45% NaNO_2 . Dari neraca panas didapat kebutuhan lelehan garam sebanyak = 78.248,72 kg/jam.

Unit Penyedia Dow Term A

Unit penyedia Dow Term A bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pendingin. Dari neraca massa didapat kebutuhan Dow Term A sebanyak = 23.591,188 kg/jam.

Unit Pengolahan Limbah

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

A. Limbah cair

Berasal dari :

a. Limbah Sanitasi

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

b. Air berminyak

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

c. Air sisa regenerasi

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

d. Air Limbah Laboratorium dan Limbah Cair dari Proses

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

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

Adapun langkah-langkah proses *waste water treatment* adalah sebagai berikut :

1. *Oil separator*

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

2. *Ekualisasi*

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

3. *Netralisasi*

Sebelum menuju tahap pengolahan limbah selanjutnya, limbah harus berada pada kondisi pH netral agar padatan dalam limbah bisa diendapkan pada tahap berikutnya yaitu tahap flokulasi dan koagulasi. Apabila kondisi pH asam maka ditambahkan NaOH, sebaliknya apabila kondisi pH basa maka ditambahkan H₂SO₄. Penambahan zat penetral ini dilakukan secara otomatis oleh *dozing pump* yang telah dilengkapi dengan indikator.

4. *Koagulasi dan Flokulasi*

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

5. *Sedimentasi*

Sedimentasi berfungsi untuk memisahkan limbah cair dari padatan-padatan yang terkandung didalamnya. Flok-flok yang terbentuk pada limbah karena penambahan flokulan dipisahkan secara gravitasi dengan mengendapkannya pada bak sedimentasi. Endapan yang terbentuk dikirimkan ke *Drying Bed* untuk dikeringkan.

6. *Filtrasi*.

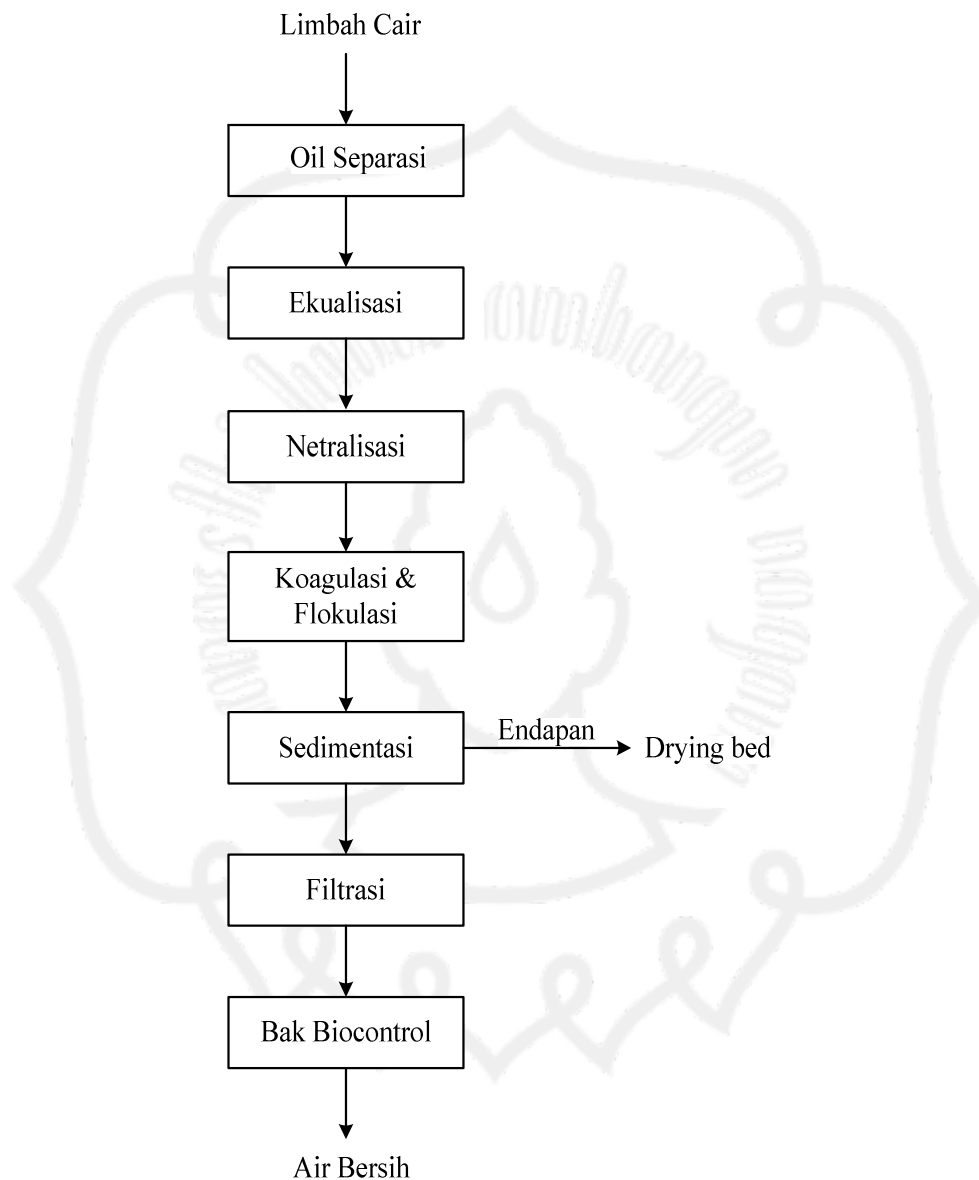
Tahap ini berfungsi untuk memisahkan cairan dari padatan-padatan seperti pasir dan padatan-padatan yang belum mengendap pada bak sedimentasi.

7. *Bak Biocontrol*

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

B. Limbah padat

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



Gambar 4.2 Diagram Alir *Waste Water Treatment*

Laboratorium

Keberadaan laboratorium dalam suatu pabrik sangat penting untuk mengendalikan mutu hasil produksi. Analisa yang dilakukan dalam rangka

pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku , analisa proses dan analisa kualitas produk.

Program kerja laboratorium secara umum meliputi :

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

Program Kerja Laboratorium

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

- ✦ Analisa bahan baku berupa Urea, Amonia dan CO₂, yang meliputi : analisa komposisi, viskositas, *specific gravity*
- ✦ Analisa bahan dalam aliran proses, meliputi : analisa dan komposisi bahan.
- ✦ Analisa terhadap produk utama Melamin yang meliputi analisa kadar air, *specific gravity*

Sedangkan analisa di unit utilitas meliputi :

- ❖ Analisa *boiled feed water*, meliputi analisa *Dissolved Oxygen*, pH, *hardness*, *total solid*, *suspended solid*, serta *oil* dan *organic matter*.
- ❖ Analisa air sanitasi, meliputi pH, suhu, kebasaaan, zat padat terlarut.
- ❖ Analisa penukar ion, meliputi kesadahan CaCO₃, silikat sebagai SiO₂
- ❖ Analisa air minum meliputi analisa pH, *chlor* sisa dan kekeruhan.

Sehingga memenuhi standar baku mutu air minum.

Dalam melaksanakan program kerjanya, laboratorium dibagi menjadi 3 bagian :

a. Laboratorium Pengamatan

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

b. Laboratorium Analisa

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

c. Laboratorium Penelitian, Pengembangan dan Lingkungan

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

Alat-alat utama Laboratorium

Alat-alat utama yang digunakan dalam laboratorium terdiri atas :

1. *Gas Cromatograph*
Digunakan untuk menentukan komposisi dalam gas, seperti ammonia, karbondioksida dan sebagainya
2. *Water Content Tester*
Digunakan untuk menentukan kadar air dalam produk
3. pH meter
Digunakan untuk mengetahui derajat keasaman larutan
4. *Spektrofotometer*
Digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu senyawa yang terlarut dalam air
5. Hidrometer
Digunakan untuk mengukur *spesific gravity*
6. *Turbidy meter*
Digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air

BAB V

MANAJEMEN PERUSAHAAN

Bentuk Perusahaan

Perusahaan adalah suatu unit kegiatan ekonomi yang diorganisasikan dan dioperasikan untuk menyediakan barang dan jasa bagi konsumen agar memperoleh keuntungan. Bila dilihat dari tanggung jawab pemiliknya maka perusahaan/badan usaha dapat dibedakan yaitu:

1. Perusahaan Perseorangan

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

2. Perusahaan firma

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

3. Perusahaan Komanditer

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

4. Perseroan Terbatas (PT)

Yaitu badan usaha yang modalnya didapatkan dari penjualan saham. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan. Setiap pemegang

saham memiliki tanggung jawab pada sejumlah modal yang ditanamkan pada perusahaan dan setiap pemegang saham adalah pemilik perusahaan.

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada prarancangan pabrik Melamin ini adalah:

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

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

1. Kemudahan mendapatkan modal. Penjualan saham merupakan sumber pendapatan modal yang besar dan mudah dilaksanakan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah manajer beserta staffnya yang diawasi oleh Dewan Komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, manajer beserta staffnya dan karyawan perusahaan.
5. Kepemilikan dapat berganti-ganti dengan jalan memindahkan hak milik dengan cara menjual saham kepada orang lain.
6. Efisiensi dari manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai Dewan Komisaris dan manajer yang cakap dan berpengalaman.
7. Mudah mendapatkan tambahan modal dengan jaminan perusahaan yang ada untuk memperluas volume usaha.

-
-
8. Lapangan usaha lebih luas. Suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

5.2. Struktur Organisasi

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

- 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 lini**

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

➤ **Struktur organisasi fungsional**

Staff fungsional memiliki hubungan terkuat dengan saluran-saluran lini. Bila dilimpahkan wewenang fungsional oleh manajemen puncak,

seorang staff fungsional mempunyai hak memerintah satuan lini sesuai kegiatan fungsional.

➤ **Struktur organisasi *line and staff***

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

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang baik sesuai dengan karakter perusahaan yang bersangkutan, maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain :

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

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

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

- a. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- b. Sebagai staff yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Kebaikan organisasi garis dan staff adalah :

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

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam melaksanakan tugas sehari-harinya diwakili oleh dewan komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh manajer perusahaan beserta bawahannya. Bagan dan struktur organisasi dapat dilihat pada gambar 5.1.

5.3. Tugas dan wewenang

5.3.1. Pemegang Saham

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

Tugas dan wewenang pemegang saham meliputi :

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

5.3.2. Dewan Komisaris

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

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

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

5.3.3. Dewan Direksi

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

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

Tugas-tugas Direktur Utama meliputi :

1. Melaksanakan *policy* perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaan pada pemegang saham pada akhir jabatan.
2. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen, dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerja sama dengan Direktur Produksi dan Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas-tugas Direktur Produksi meliputi :

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi, teknik dan pemasaran.
2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala – kepala bagian yang menjadi bawahannya.

5.3.4 Staf Ahli

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

Tugas dan wewenang staf ahli :

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

5.3.5 Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Penelitian dan Pengembangan terdiri dari ahli-ahli atau sarjana-sarjana sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi. Litbang membawahi dua departemen yaitu :

1. Departemen Penelitian
2. Departemen Pengembangan

Tugas dan wewenang Litbang :

- a) Mempertinggi mutu suatu produk.
- b) Memperbaiki proses dari pabrik / perencanaan alat untuk pengembangan produksi.
- c) Mempertinggi efisiensi kerja.

5.3.6. Kepala Bagian

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

A. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Manager Produksi, yang membawahi :

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

B. Kepala Bagian Teknik

Bertanggung jawab kepada Manager Produksi, yang membawahi :

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

C. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada Manager Keuangan dan Umum, yang membawahi :

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

D. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggung jawab kepada Manager Keuangan dan Umum, yang membawahi:

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

E. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada Manager Keuangan dan Umum, yang membawahi :

- Seksi Personalia, bertugas menerapkan hal – hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan dan menerapkan disiplin kerja.

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

5.3.7. 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.

5.4. *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 5.1

Tabel 5.1. Jadwal Kerja untuk Setiap Regu

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

Keterangan :

P : shift pagi

S : shift siang

M : shift malam

L : Libur

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

5.5. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

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

1. Karyawan tetap

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

2. Karyawan harian

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

3. Karyawan borongan

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

Sistem gaji di perusahaan dibagi menjadi 3 kelompok

1. Gaji Bulanan

Diberikan kepada pegawai tetap, besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap.

3. Gaji lembur

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

5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

5.6.1. Penggolongan Jabatan

Tabel 5.2 Penggolongan Jabatan

No	Jabatan	Prasyarat
1	Direktur Utama	S-1 semua jurusan
2	Direktur Teknik dan Produksi	S-1 Teknik Kimia/Mesin
3	Direktur Keuangan dan Umum	S-1 Ekonomi
4	Direktur Pemasaran	S-1 Ekonomi
5	Kepala Bagian Produksi	S-1 Teknik Kimia/Mesin
6	Kepala Bagian Teknik	S-1 Teknik Kimia
7	Kepala Bagian Keuangan	S-1 Ekonomi
8	Kepala Bagian Pembelian	S-1 Ekonomi
9	Kepala Bagian Umum	S-1 FISIP/Hukum
10	Kepala Bagian Pemasaran	S-1 Ekonomi

11	Staff Ahli dan Litbang	S-1 Teknik Kimia/Ekonomi
12	Kepala seksi	S-1 / D-3
13	<i>Foreman</i>	D-3 / SMK
14	Operator dan karyawan	SMK / SLTA
15	Sekretaris	D-3 Sekretaris
16	Sopir, pesuruh, <i>cleaning service</i>	SD / SMP / SMU
17	Medis, Paramedis	Dokter ; Akademi Keperawatan

5.6.2. 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.

Tabel 5.3. Perincian Jumlah Karyawan

NO	JABATAN	Jumlah org/Shift	Jumlah Total
1	Direktur Utama	-	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	-	1
3	Direktur Keuangan dan Umum	-	1
4	Sekretaris	-	3
5	Staf Ahli	-	1
6	Litbang	-	2
7	Kepala Bagian Produksi	-	1
8	Kepala Bagian Teknik	-	1
9	Kepala Bagian Keuangan	-	1
10	Kepala Bagian Pembelian	-	1
11	Kepala Bagian Umum	-	1
12	Kepala Bagian Pemasaran	-	1
13	Kepala Seksi Proses	-	1

14	Kepala Seksi Pengendalian	-	1
15	Kepala Seksi Laboratorium	-	1
16	Kepala Seksi Pemeliharaan	-	1
17	Kepala Seksi Utilitas	-	1
18	Kepala Seksi Pembelian	-	1
19	Kepala Seksi Penjualan	-	1
20	Kepala Seksi Administrasi	-	1
21	Kepala Seksi Kas	-	1
22	Kepala Seksi Personalia	-	1
23	Kepala Seksi Humas	-	1
24	Kepala Seksi Keamanan	-	1
25	<i>Foreman</i> Proses	1	4
26	Operator Proses Bagian Reaksi	2	8
27	Operator Proses Bagian Separasi	1	4
28	Operator Proses Bagian Penyediaan Bahan Baku	2	8
29	Operator Proses Bagian Penyimpanan	2	8
30	Operator Proses Bagian Heat Transfer	2	8
31	<i>Foreman</i> Pemeliharaan	1	4
32	Operator Bengkel dan pemeliharaan	2	8
33	Karyawan Penjualan	-	2
34	Karyawan Administrasi	-	2
35	Karyawan Keuangan	-	2
36	Karyawan Personalia	-	4
37	Karyawan Humas	-	2
38	<i>Foreman</i> Utilitas	1	4
39	Operator Utilitas Unit Pengadaan <i>Steam</i>	2	8
40	Operator Utilitas Unit Pengadaan Air	2	8
41	Operator Utilitas Unit Pengadaan Tenaga Listrik	1	4

42	Operator Utilitas Unit Pengadaan Bahan Bakar	1	4
43	Operator Utilitas Unit Pengolahan Limbah	2	8
44	Operator Utilitas Unit Pengadaan Udara Tekan	1	4
45	<i>Foreman</i> Laboratorium	1	4
46	Operator Laboratorium	2	8
47	Operator <i>Quality Control</i>	-	2
48	<i>Foreman</i> Keamanan	1	4
49	Karyawan Keamanan	2	8
50	Medis	-	1
51	Paramedis	-	3
52	Sopir	-	3
53	<i>Cleaning Service</i>	-	2
54	Pesuruh	-	2
	Total		168

Gaji untuk masing-masing golongan karyawan adalah seperti yang terinci pada tabel 6.4 dibawah ini:

Tabel 5.4. Perincian Golongan dan Gaji

Gol.	Jabatan	Gaji/bulan (Rp.)	Kualifikasi
I	Direktur Utama	25.000.000	S1
II	Direktur	15.000.000	S1
III	Staf Ahli	7.000.000	S1
IV	Kepala Bagian	6.000.000	S1
V	Kepala Seksi	3.500.000	S1/D3
VI	Karyawan Biasa	1.000.000 – 2.500.000	SLTA/D1/D3

5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

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

1. Fasilitas Kesehatan

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

2. Fasilitas Asuransi

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

3. Fasilitas Perumahan Dinas

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

4. Fasilitas Transportasi

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

5. Fasilitas Koperasi

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

6. Fasilitas Kantin

Kantin disediakan untuk kepentingan makan bagi karyawan pada saat istirahat

7. Fasilitas Peribadatan

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

8. Peralatan *Safety*

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

BAB VI

ANALISA EKONOMI

Pada prarancangan pabrik Melamin ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang ini dapat menguntungkan atau tidak. Yang terpenting dari prarancangan ini adalah estimasi harga dari alat-alat, karena harga ini dipakai sebagai dasar untuk estimasi analisa ekonomi, sedangkan analisa ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan / estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

Untuk itu pada prarancangan pabrik Melamin ini, kelayakan investasi modal dalam sebuah pabrik dapat diperkirakan dan dianalisa, yaitu :

1. *Percent Return on Investment (ROI)*

ROI merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal investasi.

$$Prb = \frac{Pb \times ra}{If}$$

$$Pra = \frac{Pa \times ra}{If} \quad (\text{Aries\&Newton,1955})$$

Dengan :

Prb = ROI Sebelum pajak

Pr = ROI sesudah pajak

Pb = keuntungan sebelum pajak

Pa = keuntungan sesudah pajak

If = *fixed capital investment*

2. Pay Out Time (POT)

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

$$POT = \frac{If}{Pb \times rb + 0,1Fa} \quad (\text{Aries\&Newton,1955})$$

3. Break Event Point

Break Event Point adalah titik impas dimana tidak mempunyai suatu keuntungan.

$$BEP = \frac{Fa + 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\% \quad (\text{Aries\&Newton,1955})$$

Dengan :

Sa = penjualan produk

Ra = *regulated cost*

$V_a = \text{variable cost}$

$F_a = \text{fixed manufacturing cost}$

4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah titik dimana pabrik harus ditutup.

$$\text{SDP} = \frac{0,3R_a}{S_a - V_a - 0,7R_a} \times 100\% \quad (\text{Aries\&Newton,1955})$$

5. Discounted Cash Flow (DCF)

Untuk meninjau faktor-faktor tersebut di atas perlu diadakan penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu :

1. Penaksiran modal industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri atas :
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)
 - a. *Manufacturing Cost*
 - b. *General Expense*
3. Total pendapatan penjualan produk melamin
Yaitu keuntungan yang didapat selama satu periode produksi.

6.1. Penaksiran Harga Peralatan

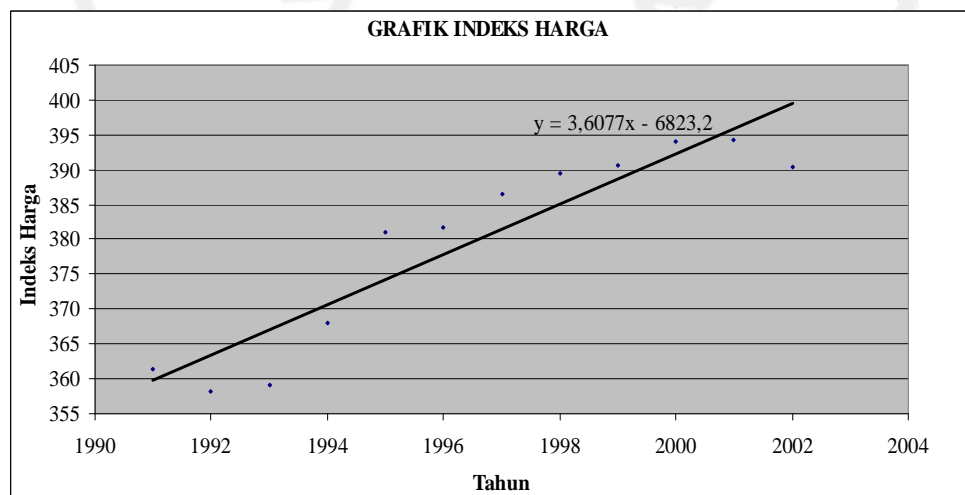
Harga peralatan pabrik bisa diperkirakan dengan metode yang dikonversikan dengan keadaan yang ada sekarang ini. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data Indeks Harga.

Penentuan harga dengan indeks dilakukan untuk alat dengan kapasitas yang sama dan jenis yang sama namun berbeda tahunnya.

Tabel 6.1 Indeks harga

Tahun	<i>Chemical Engineering Plant Index</i>
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	390,4

Sumber : Peters&Timmerhouse,2003



Gambar 6.1. Chemical Engineering Cost Index

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$Y = 3,6077 X - 6823,2$$

Tahun 2010 adalah tahun ke 20, sehingga indeks tahun 2010 adalah 428.277

Harga alat dan yang lainnya diperkirakan pada tahun evaluasi (2010) dan dilihat dari grafik pada referensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada masa sekarang digunakan persamaan :

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y}$$

dengan : E_x = harga pembelian alat pada tahun 2010

E_y = harga pembelian alat pada tahun 2002

N_x = indeks harga pada tahun 2010

N_y = indeks harga pada tahun 2002

6.2. Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam analisa ekonomi :

1. Pembangunan fisik pabrik akan dilaksanakan pada tahun 2010 dengan masa konstruksi dan instalasi selama 2 tahun dan pabrik dapat beroperasi secara komersial pada awal tahun 2012.
2. Kapasitas produksi adalah 25.000 ton/tahun.
3. Jumlah hari kerja adalah 330 hari per tahun.

4. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 30 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik.
5. Umur alat-alat pabrik diperkirakan 10 tahun. kecuali alat-alat tertentu (umur pompa dan tangki adalah 5 tahun).
6. Situasi pasar, biaya dan lain-lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi.
7. Kurs rupiah yang dipakai Rp. 9.500,-

6.2.1. Modal Tetap / *Fixed Capital* (FC)

Tabel 6.2. Modal tetap

No	Jenis	Biaya (Rp.)
1.	Harga peralatan	13.830.854.751
2.	Instalasi	1.870.364.699
3.	Pemipaan	4.362.457.277
4.	Instrumentasi	2.510.226.307
5.	Isolasi	398.942.055
6.	Listrik	948.122.226
7.	Bangunan	4.429.811.130
8.	Tanah dan perbaikan lahan	45.984.402.473
9.	Utilitas	13.330.187.446
<i>Physical Plant Cost</i>		87.665.368.364
10.	<i>Engineering & Construction</i>	21.916.342.091
<i>Direct Plant Cost</i>		98.322.949.952
11.	<i>Contractor's Fee</i>	4.383.268.418
12.	<i>Contingency</i>	10.958.171.046
<i>Fixed Capital Investment</i>		124.923.149.919

6.2.2. Modal Kerja / Working Capital (WC)

Tabel 6.3. Modal kerja

No.	Jenis	Harga (Rp.)
1.	Persediaan bahan baku	13.087.994.985
2.	<i>In-process inventory</i>	5.336.362.944
3.	<i>Product inventory</i>	21.345.451.777
4.	<i>Extended credit</i>	31.415.835.000
5.	<i>Available cash</i>	21.345.451.777
Working Capital (WC)		92.531.096.484

Total Capital Investment (TCI)

$$\begin{aligned}
 \text{TCI} &= \text{FC} + \text{WC} \\
 &= \text{Rp. } 124.923.149.919 + \text{Rp. } 92.531.096.484 \\
 &= \text{Rp. } 217.454.246.403
 \end{aligned}$$

6.3. Biaya Produksi Total / Total Production Cost (TPC)**6.3.1. Manufacturing Cost (MC)**1. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*Tabel 6.4. *Direct manufacturing cost*

No.	Jenis	Biaya (Rp.)
1.	Harga Bahan Baku	156.841.122.414
2.	<i>Labor</i>	1.302.000.000
3.	Supervisi	1.323.600.000
4.	<i>Maintenance</i>	6.246.157.496
5.	<i>Plant Supplies</i>	936.923.624
6.	<i>Royalti and patent</i>	3.769.900.200
7.	Utilitas	22.987.800.000
Total Direct Manufacturing Cost (DMC)		201.131.809.036

2. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*Tabel 6.5. *Indirect manufacturing cost*

No.	Jenis	Biaya (Rp.)
1.	<i>Payroll overhead</i>	260.400.000
2.	<i>Laboratory</i>	195.300.000
3.	<i>Plant over head</i>	781.200.000
4.	<i>Packaging & Shipping</i>	49.008.702.600
Total Indirect Manufacturing Cost (IMC)		50.245.602.600

3. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*Tabel 6.6. *Fixed manufacturing cost*

No.	Jenis	Biaya (Rp.)
1.	Depresiasi	9.993.851.994
2.	<i>Property tax</i>	1.249.231.499
3.	Asuransi	1.249.231.499
Total Fixed Manufacturing Cost (FMC)		12.492.314.992

$$\begin{aligned} \text{Total Manufacturing Cost} &= \text{DMC} + \text{IMC} + \text{FMC} \\ &= \text{Rp. 256.145.421.326} \end{aligned}$$

6.3.2. *General Expense (GE)*Tabel 6.7. *General expense*

No.	Jenis	Biaya (Rp.)
1.	Administrasi	609.800.000
2.	<i>Sales</i>	38.421.813.199
3.	Riset	20.491.633.706
4.	<i>Finance</i>	13.581.705.274
General Expense (GE)		73.164.952.179

$$\begin{aligned} \text{Biaya Produksi Total (TPC)} &= \text{MC} + \text{GE} \\ &= \text{Rp. 329.310.373.505} \end{aligned}$$

6.4. Keuntungan (*Profit*)

Penjualan produk:

$$\text{Melamin} = \text{Rp. 376.990.020.000}$$

$$\text{Biaya produksi total (TPC)} = \text{Rp. 329.310.373.505}$$

$$\text{Keuntungan sebelum pajak} = \text{Rp. 47.679.646.495}$$

$$\text{Pajak diambil 20\%} = \text{Rp. 9.535.929.299}$$

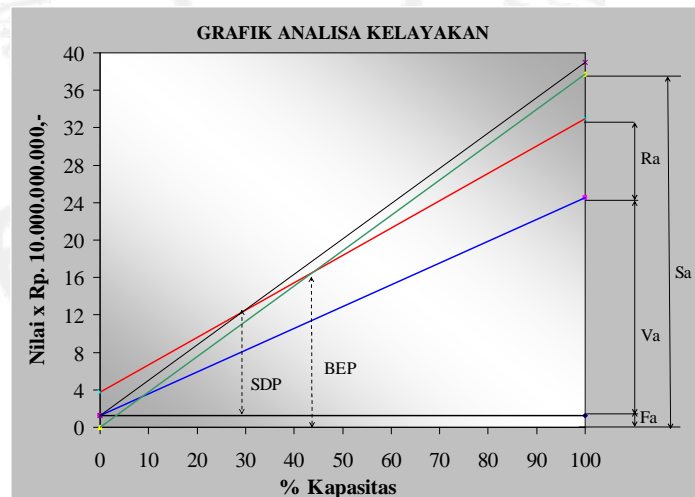
$$\text{Keuntungan setelah pajak} = \text{Rp. 38.143.717.196}$$

6.5. Analisa Kelayakan

Tabel 6.8. Analisa kelayakan

No.	Keterangan	Hasil Perhitungan	Batasan
1.	<i>% Return on Investment (ROI) :</i>		
	ROI sebelum pajak	38,17%	-
	ROI setelah pajak	30,53%	Min. 11%
2.	<i>Pay Out Time (POT) :</i>		
	POT sebelum pajak	2,17 tahun	-
	POT setelah pajak	2,60 tahun	Maks. 5 tahun
3.	<i>Break Even Point (BEP)</i>	44,19%	40 – 60%
4.	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	29,57%	-
5.	<i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	19,91%	12,25%

Dari hasil analisa kelayakan tersebut dapat disimpulkan bahwa investasi pendirian pabrik melamin ini lebih menarik untuk dilakukan daripada menyimpan uang di bank.



Gambar 6.2. Grafik Analisa Kelayakan

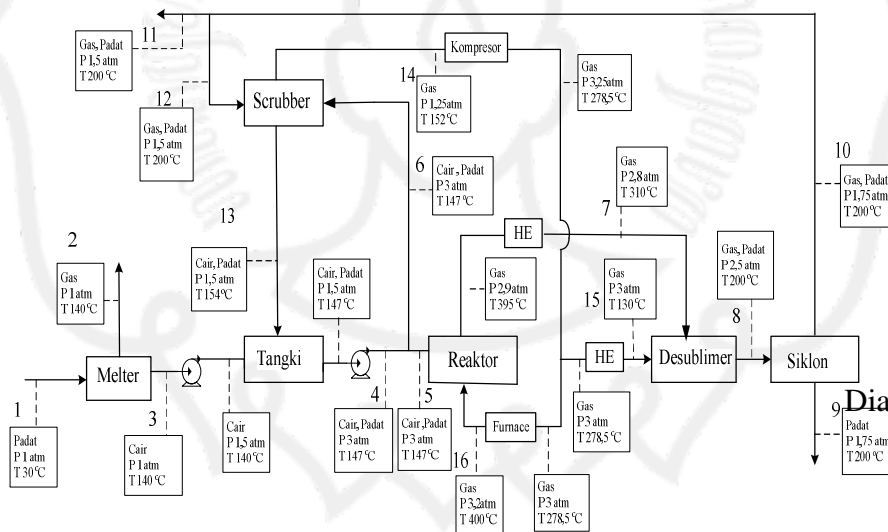
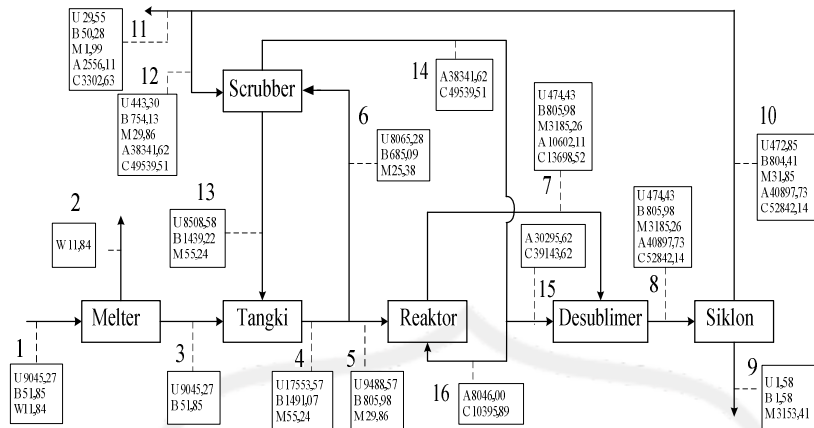


Diagram Alir Kuantitatif

Diagram Alir Kualitatif

DAFTAR TABEL

- Tabel 1.1. Perkembangan Produksi, Impor, Ekspor, dan Total Kebutuhan Melamin Indonesia 1997 – 2002.
- Tabel 1.2. Perkembangan produksi dan ekspor urea Indonesia 1996-2000
- Tabel 1.3. Kapasitas produksi perusahaan melamin di dunia
- Tabel 1.4. Prosentase penggunaan melamin di beberapa negara
- Tabel 2.1. Neraca Massa Disekitar *Melter*
- Tabel 2.2. Neraca Massa Disekitar Reaktor
- Tabel 2.3. Neraca Massa Kondenser (CD-01)
- Tabel 2.4. Neraca Massa Disekitar Kondenser (CD-02)
- Tabel 2.5. Neraca Massa Disekitar *Prilling Tower*
- Tabel 2.6. Neraca Massa Disekitar *Purging*
- Tabel 2.7. Neraca Massa Overall
- Tabel 2.8. Neraca Panas Disekitar *Melter*
- Tabel 2.9. Neraca Panas Disekitar Reaktor
- Tabel 2.10. Neraca Panas Disekitar Kondenser (CD-01)

Tabel 2.11. Neraca Panas Disekitar Kondenser (CD-02)

Tabel 2.12. Neraca Panas Disekitar *Prilling Tower*

Tabel 2.13. Neraca Panas Disekitar *Cooler* (HE-02)

Tabel 2.14. Neraca Panas Disekitar *Cooler* (HE-03)

Tabel 2.15. Neraca Panas Disekitar *Furnace*

Tabel 2.16. Perincian luas tanah pabrik

Tabel 4.1. Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.2. Kebutuhan air total

Tabel 4.3. Total Kebutuhan Listrik

Tabel 4.4. Total Kebutuhan Bahan Bakar

Tabel 5.1. Jadwal Kerja untuk Setiap Regu

Tabel 5.2. Penggolongan Jabatan

Tabel 5.3. Perincian Jumlah Karyawan

Tabel 5.4. Perincian Golongan dan Gaji

Tabel 6.1. Indeks harga

Tabel 6.2. Modal tetap

Tabel 6.3. Modal kerja

Tabel 6.4. *Direct manufacturing cost*

Tabel 6.5. *Indirect manufacturing cost*

Tabel 6.6. *Fixed manufacturing cost*

Tabel 6.7. *General expense*

Tabel 6.8. Analisa kelayakan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik data kebutuhan melamin

Gambar 2.1. Diagram alir kuantitatif

Gambar 2.2. Diagram alir kualitatif

Gambar 2.3. Diagram alir Proses

Gambar 2.4. *Lay out* pabrik

Gambar 2.5. *Lay out* peralatan proses

Gambar 4.1. Diagram alir pengolahan air

Gambar 4.2. Diagram Alir *Waste Water Treatment*

Gambar 5.1. Struktur organisasi pabrik Melamin

Gambar 6.1. *Chemical Engineering Cost Index*

Gambar 6.2. Grafik Analisa Kelayakan

DAFTAR PUSTAKA

Aries and Newton, 1995, *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc. Graw Hill Book Company, New York

Bird B., Stewart, W.E, and Lighfoot, E.N, 1960, *Transport Phenomena*, John Wiley and Sons, Inc, Madison Wisconsin, USA

Brown, G.G., 1978, *Unit Operation*, Modern Asia Edition, Charles E. Tuttle Company, Inc, Tokyo, Japan

Brownell and Young, 1978, *Process Equipment Design*, John Wiley and Sons, Inc, New York

Coulson, J.M and Richardson J.F, 1965, *An Introduction to Chemical Engineering Design*, Vol 6, Pergamon Press, Oxford

Foust, A.S, 1980, *Principle of Unit Operation*, 2nd ed, John Wiley and Sons, Inc, New York

-
- Holman, J.P, 1997, *Perpindahan Kalor*, ed. 6, PT. Erlangga, Jakarta
- Kern, D.Q, 1965, *Process Heat Transfer*, International Student Edition, Mc. Graw Hill Co, Inc, Tokyo
- Kirk, R.E and Othmer, D.F, 1978, *Encyclopedia of Chemichal Technology*, 3rd ed, A Willey Interscience Publication, John Wiley and Sons, Inc, New York
- Kunii, D. and Levenspiel, O., 1977, *Fluidization Engineering*, Original Edition, Robert E/ Krieger Publishing Co. New York
- Levenspiel, O., 1972, *Chemical Reaction Engineering*, 2nd ed, John Wiley and Sons, Inc, New York
- Perry, R.H and Green, D.W., 1984, *Perry's Chemical Engineer's Hand Book*, 6thed, Mc. Graw Hill Book Co, Inc, Tokyo
- Perry, R.H and Green, D.W., 1997 , *Perry's Chemical Engineer's Hand Book*, 7thed, Mc. Graw Hill Book Co, Inc, Tokyo
- 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
- Severn, et all, 1954, *Steam, Air and Gas Power*, John Wiley and Sons, Inc, New York
- Smith, J.M and Van Ness, H.C 1996, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 5th ed, Mc. Graw Hill Book Company, Singapore
- Treyball, R.E, 1981, *Mass Transfer Operation*, 3rd ed, Mc. Graw Hill Book Co, Inc, Tokyo
- Ullman, 1990, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol A 16, VCH, Germany
- Ullman, 1990, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol A 27, VCH, Germany
- Ullman, 1988, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol B 2, VCH, Germany

Ullman, 1988, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol B 3, VCH, Germany

Ullman, 1988, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Vol B 4, VCH, Germany

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

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

www.matche.com

