

PRA RANCANGAN PABRIK NITROBENZENE DARI BENZENE DAN
CAMPURAN ASAM NITRAT DAN ASAM SULFAT
KAPASITAS 100.000TON/TAHUN



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri kimia di Indonesia khususnya industri kimia pada saat ini mengalami peningkatan kualitas maupun kuantitas, sebagai bentuk perwujudan pengembangan Indonesia dari negara berkembang menjadi negara industri, maka pengembangan disekitar perindustrian menjadi fokus yang menarik untuk selalu ditangani.

Dengan dikembangkannya produksi nitrobenzene diharapkan dapat menekan ketergantungan negara kita akan bahan import. Kekuatan ekonomi Indonesia akan meningkat jika mampu menghasilkan sendiri sebagian besar barang-barang kebutuhan utama, termasuk didalamnya produk-produk industri. Pendirian pabrik nitrobenzene perlu dipertimbangkan karena banyak sekali digunakan untuk pembuatan anilin dan anilin derivatif seperti *metilen dipenil diisosianat (MDI)*, pembuatan *rubber chemicals*, pestisida, farmasi, sepatu dan pembersih lantai, dan solvent pada cat. Konsumsi nitrobenzene di Indonesia sendiri ada kecenderungan meningkat.

Sebagai gambaran bahwa konsumsi nitrobenzene meningkat, terlihat dari suplainya yang berasal dari produksi dalam negeri ditambah dengan impor dan dikurangi oleh ekspor. Atas dasar bahwa pada tahun tertentu seluruhnya





dikonsumsi pada tahun itu juga, maka diperkirakan laju pertumbuhan konsumsi nitrobenzene di Indonesia cenderung meningkat setiap tahunnya.

Data statistik yang diterbitkan oleh BPS tentang kebutuhan nitrobenzene di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat seperti terlihat pada tabel 1.1 (BPS 1994) sebagai berikut:

Tabel 1.1 Data kebutuhan Nitrobenzene periode tahun 1960-1994

Tahun	Jumlah (ton)
1960	8560
1962	1050
1964	13850
1966	18830
1968	21050
1970	28840
1972	26000
1974	26980
1976	28550
1978	41875
1980	46277
1982	37144
1984	50493
1986	53449
1988	59792
1990	58297
1992	64235
1994	76936
Total	662208

Dari data diatas, dengan menggunakan regresi linear diperoleh persamaan $Y = -3746501,1032 + 1913,6522x$, diman x adalah tahun didirikan pabrik yaitu tahun 2010 sehingga diperoleh kapasitas 100.000 ton/tahun, yang didasarkan pada kebutuhan dalam negeri yang masih kurang dan sebagian ditujukan untuk ekspor.





1.1.1. Kapasitas Perancangan

Dalam pemilihan kapasitas pabrik Nitrobenzene ada beberapa pertimbangan, yaitu:

1. Prediksi kebutuhan dalam negeri

Dari data Nitrobenzene yang adadalam kurun waktu 1960-1994, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan Nitrobenzene di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini disebabkan banyak industri yang memakai bahan baku Nitrobenzene dalam kurun waktu tersebut.

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku Benzene, Asam Nitrat, Asam Sulfat telah banyak diproduksi di Indonesia. Mengingat persediaan bahan baku yang memadai dan kebutuhan nitrobenzene yang besar, maka prospektif bila mendirikan pabrik Nitrobenzene.

3. Kapasitas pabrik yang beroperasi

Dari pabrik-pabrik yang sudah beroperasi di beberapa negara dapat diketahui bahwa secara ekonomis kapasitas minimal berkisar 340 juta lb/tahun, First Chemical, Baytown, Texas.

Berdasarkan pertimbangan diatas, maka dalam perancangan pabrik Nitrobenzene yang didirikan pada tahun 2010 ditentukan kapasitas 100.000 ton/tahun dengan cara regresi linear. Mengingat kabutuhan dalam negeri yang terus meningkat dan perkembangan industri-industri yang menggunakan Nitrobenzene terus berkembang, maka pendirian pabrik Nitrobenzene layak untuk dikaji.





1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1. Macam-macam pemilihan proses

Nitrobenzene dapat dibuat dengan beberapa proses, yaitu:

1. Nitrasi Benzene dengan asam campuran dengan proses Batch

Dalam proses Nitrasi Benzene dengan asam campuran dengan proses Batch, asam campuran yang digunakan terdiri dari 56-68% H_2SO_4 , 27-32% HNO_3 dan 8-17% H_2O . Perbandingan mixed acid dan benzene 2,5:1. Temperatur reaksi berjalan pada suhu $50-55^\circ\text{C}$, produk keluar dari nitrator dipisahkan dalam dekanter. Produk Nitrobenzene dinetralisasi dengan NaOH . Untuk pemurnian dilakukan dengan distilasi. Yield 95-99%. Dengan waktu reaksi secara batch adalah proses berlangsung dalam waktu yang lebih lama dan ukuran alat-alat lebih besar, sehingga dari segi ekonomis kurang menguntungkan.

2. Nitrasi Benzene dengan campuran Asam Nitrat dan Asam Sulfat dengan proses Kontinyu

Proses kontinyu adalah proses Beazzi yang pada prinsipnya sama dengan proses Batch, sedangkan perbedaanya yaitu:

- 1) Reaktor yang digunakan pada proses kontinyu lebih kecil, 30 gallon nitrator kontinyu setara dengan 1500 gallon nitrator Batch.
- 2) Konsentrasi asam nitrat untuk penitrasi lebih rendah. Pada proses batch, konsentrasi asam nitrat 27-32%, sedangkan pada proses kontinyu 20-26%.



- 3) Kecepatan reaksi lebih tinggi, hal ini karena ukuran reaktor lebih kecil, sehingga pengadukan lebih efisien.
- 4) Waktu reaksi lebih cepat, pada proses batch 2-4 jam, sedangkan pada proses kontinyu 10-30 menit.

3. Nitration Benzene with nitric acid with continuous process

In this process, the mixture of acids is used as the penetrating acid. The penetrating acid has a composition of 60-68% HNO_3 and 32-40% water. However, the ratio of HNO_3 to benzene required is large, namely 6:1 up to 15:1. From the explanation above, it is less profitable because the use of HNO_3 is large, resulting in Nitrobenzene in the same amount, this process requires raw materials that are many, so the size of the equipment used is much larger.

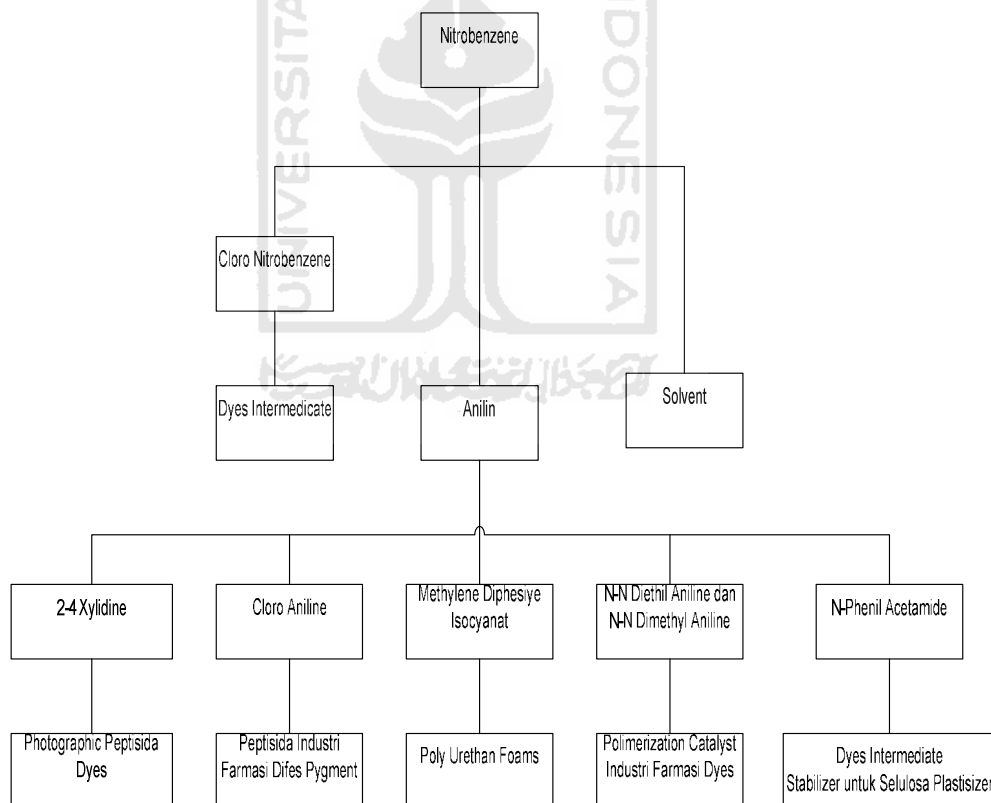
By comparing the profit and loss of all processes for the production of nitrobenzene above, in this preliminary design, the continuous nitration process with a mixture of acids is chosen. This process is chosen because it has several advantages, namely:

- ❖ The product produced has a very high purity.
- ❖ H_2SO_4 is a stronger acid than Nitric Acid (HNO_3), so H_2SO_4 more easily releases the nitronium ion (NO_2^+) from nitric acid, which will affect the reaction rate.

- ❖ H_2SO_4 merupakan dehidrator yang baik, sehingga air yang terbentuk tidak akan mempengaruhi kecepatan reaksi.
- ❖ Dengan proses kontinyu membutuhkan tenaga yang lebih sedikit, alat lebih kecil, reaksi lebih cepat, keamanan lebih baik dan pengadukan lebih efektif, sehingga biaya produksi lebih rendah.

1.2.2. Penggunaan produk

Penggunaan Nitrobenzene yang merupakan bahan antara dapat digunakan secara luas dalam bidang sebagai berikut:



Gambar 1.1 Diagram Industri Penggunaan Nitrobenzene



1.2.3. Sifat fisis dan kimia

1.2.3.1. Bahan Baku

1. Benzene

a. Sifat fisis

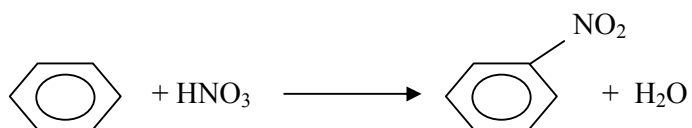
Rumus molekul	= C_6H_6
Berat molekul	= 78,1134 kg/kmol
Bentuk	= cair
Titik didih	= 80,24 °C
Titik beku	= 5,5 °C
Suhu kritis	= 289,16 °C
Tekanan kritis	= 48,98 atm
Berat Jenis (20 °C)	= 0,879
Tegangan permukaan cairan	= 0,0289 N/m (20 °C)
Panas pembentukan (ΔH_R)	= 11,78 kcal/mol (22 °C)
Panas pencampuran (ΔH_{fus})	= 30,1 cal/gram (25°C)
Kapasitas panas molar (cair)	= 110,9 kJ/kmol °K
Energi bebas pembentukan	= 29,72 kkal/mol
Kelarutan (dalam 100 bag)	
- Air (22 °C)	= 0,07
- Alkohol	= soluble
Kemurnian % berat	= 99,97
Impuritis toluen	= 0,03



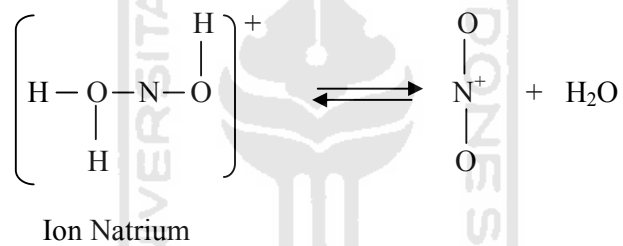
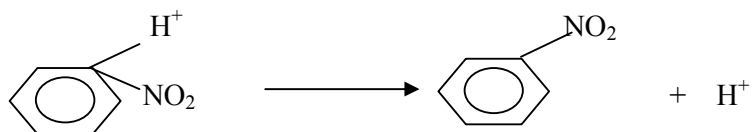
b. Sifat Kimia

Benzene

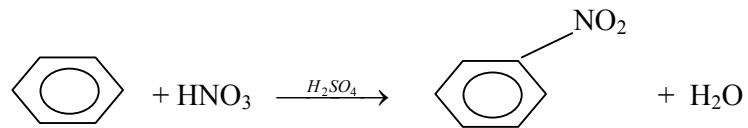
Benzene bereaksi dengan asam nitrat



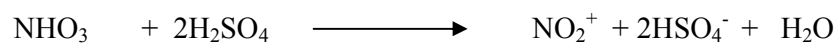
Mekanisme reaksi:



Dengan asam campuran: $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$



Mekanisme:



2. Asam Sulfat

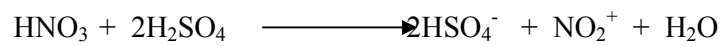
a. Sifat fisis

Rumus molekul	= H_2SO_4
Berat molekul	= 98,0734 kg/kmol
Bentuk	= cair
Titik didih	= 340 °C
Titik beku	= 10,5 °C
Berat Jenis (20 °C)	= 1,84
Panas pelarutan	= -232,12 kkal/gmol
Panas pembentukan (ΔH_R)	= -193,7 kkal/gmol
Panas peleburan	= 2,36 cal/gram (25°C)
Kemurnian, min % berat	= 98
Kadar air, max % berat	= 2



b. Sifat kimia

H_2SO_4 bereaksi dengan HNO_3 Membentuk ion nitrit/nitronium (NO_2^+) yang sangat penting dalam reaksi nitrasi



Dalam reaksi nitrasi, sifat H_2SO_4 ini mencegah HNO_3 membentuk ion hidrogen (H^+) dan ion nitrat (NO_3^-) dan hanya membentuk ion nitronium (NO_2^+).

3. Asam Nitrat

a. Sifat fisis

Rumus molekul = HNO_3

Berat molekul = 63,0128 kg/kmol

Bentuk = cair

Titik didih = 86 °C

Titik beku = -42 °C

Spesifik gravity (20 °C/20 °C air) = 1,502

Heat of fusion = 41,5 kkal/mol

Kemurnian, min % berat = 60

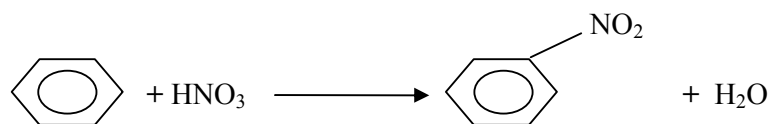
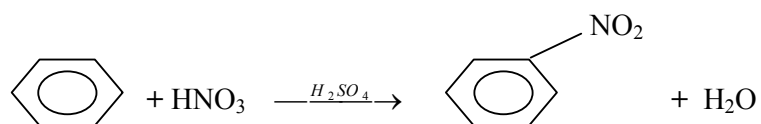
Kadar air, max % berat = 40

b. Sifat kimia

Asam nitrat merupakan senyawa yang sangat berperan dalam proses nitrasi yaitu, sebagai nitrating agent. Komponen-komponen yang di



nitration is benzene, both with the presence of sulfuric acid or not, reaction:



4. Sodium Hydroxide

a. Physical properties

Molecular formula = NaOH

Molecular weight = 39,9971 kg/kmol

Form = liquid

Specific gravity (20 °C) = 2,13

Boiling point = 318,4 °C

Boiling point = 139 °C

Purity, % weight = 40

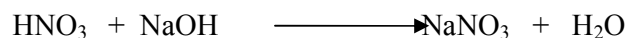
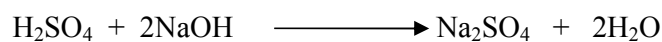
Purity = 60% weight

Solubility at 0 °C = 71 gr/100 gr air

Solubility at 100 °C = 163,2 gr/100 gr air

b. Chemical properties

In this process, the function of NaOH as a neutralizer of nitric acid and sulfuric acid, its reaction:



1.2.3.2. Produk

1. Nitrobenzene

Rumus molekul = $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$

Berat molekul = 123,111 kg/kmol

Bentuk = cair

Titik didih = 210,9 °C

Titik beku = 5,7 °C

Panas pembakaran = 2,3 kcal/gmol

Panas peleburan = 94,1 j/gr

Panas spesifik (30 °C) = 1,418 j/gr

Panas penguapan = 331 j/gm

Spesifik gravity (20 °C) = 1,205

Kelarutan dalam air

- Temperatur 0 °C = 8,8 14,7 30,8

- % Nitrobenzene = 0,19 0,22 0,27

Kelarutan air dalam Nitrobenzene

- Temperatur 0 °C = 8,8 38,8 58,8

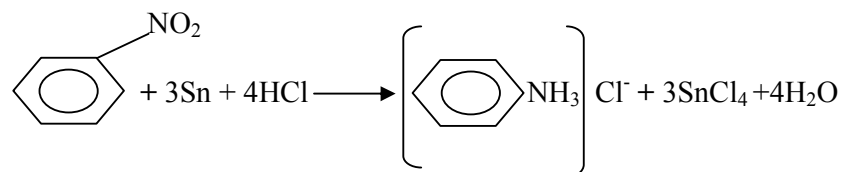
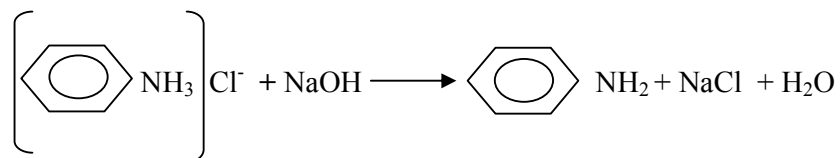
- % air = 0,174 0,194 0,4

Kemurnian, min % berat = 99,8

Kadar air, max % berat = 0,2



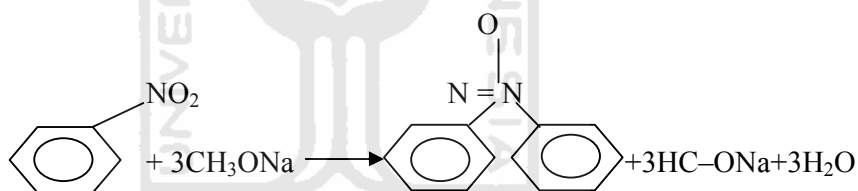
Reduksi Nitrobenzene dengan pereduksi Sn dan HCl



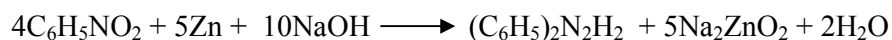
Anilin Hidroklorid

Anilin

Reduksi Nitrobenzene dengan Sodium Metoksida dalam larutan Metanol:



Reduksi Nitrobenzene dengan zink clust, Sodium Hidroksida dan Metanol:



Reduksi nitrobenzene dengan Zn dan CH_3COOH :





BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Produk

1. Nitrobenzene

Rumus molekul	: $C_6H_5NO_2$
Berat molekul	: 123,111 kg/kmol
Bentuk	: cair
Warna	: kuning
Titik didih	: 210,9 °C
Titik beku	: 5,7 °C
Spesifik gravity (20 °C)	: 1,205
Kemurnian, min % berat	: 99,8
Impuritas	: 0,09% berat Air
	: 0,1% berat Benzene
	: 0,01% berat Toluene

2.2. Spesifikasi Bahan Baku

1. Benzene

Rumus molekul	: C_6H_6
Berat molekul	: 78,1134 kg/kmol
Bentuk	: cair





Warna	: jernih
Spesifik gravity (20 °C)	: 0,879
Titik didih	: 80,24 °C
Titik beku	: 5,5 °C
Kemurnian, min % berat	: 99,97
Impurities	: (Toluene) 0,03% berat

2. Asam Sulfat

Rumus molekul	: H_2SO_4
Berat molekul	: 98,0734 kg/kmol
Bentuk	: cair
Warna	: jernih
Titik didih	: 340 °C
Titik beku	: 10,5 °C
Kemurnian, min % berat	: 98
Kadar air, max % berat	: 2
Spesifik gravity (20 °C)	: 1,834

3. Asam Nitrat

Rumus molekul	: HNO_3
Berat molekul	: 63,0128 kg/kmol
Bentuk	: cair
Warna	: jernih





Spesifik gravity (20 °C/20 °C air)	: 1,502
Kemurnian, min % berat	: 60
Kadar air, max % berat	: 40

4. Sodium Hidroksida

Rumus molekul	: NaOH
Berat molekul	: 39,9971 kg/kmol
Bentuk	: cair
Warna	: jernih
Spesifik gravity (20 °C)	: 2,13
Kemurnian % berat	: 40
Impuritis	: air 60% Berat

2.3. Pengendalian Produksi

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

Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indicator apabila terjadi



penyimpangan pada indicator dari yang telah ditetapkan atau diset, yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau set semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat control yang dijalankan yaitu control terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standart, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi.

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

♦ *Level Control*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

♦ *Flow Rate*

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

♦ *Temperature Control*

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

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

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

2.3.1. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, mutu bahan baku yang tidak baik, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya

dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi perusahaan. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik *Nitrobenzene* ini meliputi:

a) Pengendalian Kualitas Bahan Baku

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

b) Pengendalian Kualitas Bahan Pembantu

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

c) Pengendalian Kualitas Bahan selama Proses

Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengendalian/ pengawasan bahan selama proses berlangsung.

d) Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi Nitrobenzene.

e) Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pemindahan (dari satu tempat ke tempat lain).

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

2.3.2. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi perusahaan.

2.3.3. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kualitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula. Pengendalian waktu diperlukan agar kegiatan proses produksi yang dilakukan sesuai dengan yang direncanakan dan efisiensi perusahaan dapat lebih meningkat

2.3.4. Pengendalian Bahan Proses

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

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

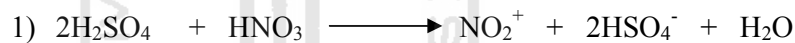
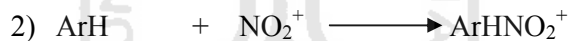
3.1.1. Dasar Reaksi

Reaksi pembuatan nitrobenzene termasuk reaksi nitrasi, yaitu benzene direaksikan dengan asam campuran sehingga menghasilkan nitrobenzene dan produk samping berupa air.

Reaksi:



Mekanisme reaksi yang terjadi:



Proses ini dijalankan pada suhu 55 °C dan tekanan 1 atm pada fase cair dengan perbandingan mol C_6H_6 : HNO_3 adalah 1 : 1. Reaksi berlangsung kontinyu. Pada kondisi diperoleh produk nitrobenzene dengan yield 98% dengan basis benzene dan diperoleh kemurnian 99,8%.



3.1.2. Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika hanya berlaku untuk reaksi kesetimbangan atau reversible, untuk itu perlu pembuktian terlebih dahulu reaksi nitration. Benzene dengan asam campuran termasuk reaksi reversible atau irreversible. Maka harus dari tetapan kesetimbangan.

Diketahui data sebagai berikut:

$$\Delta G^\circ \text{HNO}_3 = -19,10 \text{ kkal/mol}$$

$$\Delta G^\circ \text{H}_2\text{O} = -56,687 \text{ kkal/mol}$$

$$\Delta G^\circ \text{C}_6\text{H}_6 = 29,72 \text{ kkal/mol}$$

$$\Delta G^\circ \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 = 34,95 \text{ kkal/mol}$$

(Reff: Lange's Hand Book of Chemistry)

Perubahan energi Gibbs dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ &= \Delta G^\circ \text{produk} - \Delta G^\circ \text{reaktan} \\ &= (\Delta G^\circ \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \Delta G^\circ \text{H}_2\text{O}) - (\Delta G^\circ \text{C}_6\text{H}_6 + \Delta G^\circ \text{HNO}_3) \\ &= -32,357 \text{ kkal/mol}\end{aligned}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K \quad (\text{Pers 9+11 Smith-Van Ness})$$

$$\ln K = -\Delta G^\circ/RT = 32357/(1,987 \times 328) = 49,6474$$

$$K = 3,66.10^{21}$$

Dari perhitungan diatas, tampak bahwa harga K sangat besar sehingga reaksi yang terjadi merupakan reaksi irreversible.



3.1.3. Tinjauan Kinetika

Ditinjau dari segi kinetika, maka dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$K = A \exp(-E/RT)$$

$$\ln K = -E/RT + \ln A$$

$$\ln K = -14.000/(1,987 T) + 26,22 \text{ atau}$$

$$K = 2,439 \times 10^{11} \cdot e^{(-14.000/(1,987 T))}$$

(Hougen Watson, bagian II, 1055)

Dari persamaan tersebut terlihat bahwa dengan kenaikan suhu maka harga konstanta kecepatan (K) akan semakin besar, artinya kecepatan reaksi kearah pembentukan produk semakin besar. Tetapi bila suhu reaksi diatas 90°C akan terbentuk dinitrobenzene. Maka suhu optimum operasi adalah suhu yang tidak terlalu tinggi atau tidak terlalu rendah, yaitu 55°C.

3.1.4. Langkah Proses

Secara keseluruhan pembuatan nitrobenzene dengan cara nitrasi benzene dapat dilaksanakan melalui empat tahap:

1. Proses penyiapan bahan baku

Dilakukan pemanasan terhadap bahan baku dengan tujuan menyesuaikan kondisi operasi dalam reaktor karenareaktor bereaksi secara isothermis. Mula-mula bahan baku Benzene yang berasal dari tangki penyimpanan (T-03) dipompakan menuju heater-01. Pada



heater-01, Benzene dinaikkan suhunya dari 30°C menjadi 55°C. Dari heater-01 Benzene menuju reaktor. Asam nitrat dari tangki penyimpanan (T-02) dipompakan menuju mixer (M-01). Didalam mixer ini, Asam Nitrat dicampur dengan Asam Sulfat yang telah dipompa dari tangki penyimpanan (T-01). Komposisi asam campuran adalah: 23,46% HNO_3 , 59,68% H_2SO_4 , 16,86% H_2O . Panas yang timbul sebagai hasil panas pencampuran antara kedua asam tersebut diserap oleh air pendingin didalam coil pendingin mixer, sehingga asam campuran keluar mixer menuju reaktor (R-01) adalah 55°C. Aliran menuju reaktor, Asam Nitrat dan Benzene mempunyai perbandingan 1 : 1 dengan suhu 55°C dialirkan secara kontinyu.

2. Proses reaksi nitrasi

Bahan baku yang menuju reaktor (R-01), melalui puncak reaktor pada kondisi 55°C dan tekanan 1 atm. Reaksi nitrasi antara Benzene dan Asam Nitrat berlangsung CSTR dengan laju putar 81,977 rpm agar terjadi dispersi sempurna. Sehingga difusi tidak merupakan faktor pembatas. Suhu reaksi harus tetap dijaga agar reaksi tetap berlangsung pada fase cairan. Reaksi nitrasi berlangsung secara eksotermis, sehingga diperlukan pendingin agar suhu dalam reaktor tetap 55°C. Pendingin reaktor menggunakan air yang masuk pada suhu 30°C dan keluar pada suhu 40°C. Produk yang keluar dari





reaktor adalah Nitrobenzene, produk samping berupa air dan sisa rektan berupa Benzene dan Asam Nitrat. Produk reaktor selanjutnya diumpankan ke unit pemurnian.

3. Proses pemurnian produk

Pada proses pemurnian ada tiga tahapan, yaitu:

a. Pemisahan fase organik dan anorganik

Produksi reaktor dilewatkan cooler (CL-01) untuk diturunkan suhunya dari 55°C menjadi 40°C dan dimasukkan kedalam dekanter (DK-01) untuk memisahkan fase organik dan anorganik. Dekantasi dapat dilakukan karena kedua fase cair tidak saling melarutkan.

b. Netralisasi

Fase organik dari dekanter (DK-01) dipompakan kedalam mixerr (M-02) untuk menetralkan Asam Nitrat dan Asam Sulfat yang terikat dan fase organik. Natrium hidroksida yang digunakan sebagai penetral mempunyai kadar 40%, dipompakan dalam tangki penyimpan (T-04). Hasil netralisasi dilewatkan pada pendingin (CL-02), kemudian dimasukkan kedalam dekanter (Dk-02) untuk memisahkan lapisan yang kaya akan Nitrobenzene (lapisan atas) dengan waste (lapisan bawah) yang terdiri dari Na_2SO_4 , NaNO_3 dan H_2O .





c. Pemurnian dengan destilasi

Lapisan dari dekanter (DK-02) dinaikkan suhunya dengan pemanas heater (HE-02) dari suhu 40°C menjadi 188,45 °C dan diumpan ke menara destilasi (MD-01). Menara destilasi yang digunakan adalah *Sieve Plate Distillation Tower*. Hasil bawah kolom destilasi dengan suhu 211°C dilewatkan cooler (CL-04) untuk diturunkan suhunya menjadi 30°C dan selanjutnya disimpan dalam tangki penyimpanan (T-05) sebagai produk dan hasil atas destilasi dengan suhu 102,59 C dilewatkan cooler (CL-03) selanjutnya disimpan didalam tangki penyimpanan (T-06).

4. Proses konsentrasi Asam Sulfat

Fase organik yang masih banyak mengandung asam sulfat pada hasil bawah dekanter (DK-01) dipompakan menuju mixer (M-01) untuk rekonsentrasi asam sulfat sehingga mencapai kadar 98% berat.

3.2. Spesifikasi Alat Proses

3.2.1. Tangki Penyimpanan

Kebutuhan untuk tangki penyimpan terdiri dari dua bagian, yaitu tangki penyimpan yang dipergunakan untuk penyimpanan bahan baku dan tangki penyimpan yang dipergunakan untuk meyimpan produk yang telah dihasilkan.





Secara garis besar kebutuhan tangki-tangki penyimpanan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Tangki Penyimpanan Asam Sulfat

Kode	: T-01
Fungsi	: Menyimpan bahan baku asam sulfat sebanyak 41,1270 kg/jam untuk keperluan 15 hari.
Tipe	: Vertical Tank, Flat Bottom, Conical Roof.
Bahan konstruksi	: <i>Low-alloy Steels, SA 203 Grade B</i>
Kapasitas tangki	: 9,3431 m ³
Jumlah tangki	: 1 buah
Diameter tangki	: 3,1661 m
Tinggi tangki	: 1,1873 m
Tebal shell	: 0,0810 m
Tebal head	: 0,0044 m
Tinggi head	: 0,5762 m
Kondisi penyimpanan	: Cair
Waktu penyimpanan	: 15 hari
Tekanan operasi	: 3 atm
Suhu operasi	: 30 °C
Harga	: US \$ 13,744.02.





2) Tangki Penyimpanan Asam Nitrat

Kode	: T-02
Fungsi	: Menyimpan bahan baku asam nitrat 60% sebanyak 10968,8272 kg/jam untuk keperluan 15 hari.
Tipe	: <i>Vertical Tank, Flat Bottom, Conical Roof.</i>
Bahan konstruksi	: <i>Low-alloy Steels, SA 203 Grade B</i>
Kapasitas tangki	: 907,0699 m ³
Jumlah tangki	: 4 buah
Diameter tangki	: 114,5517 m
Tinggi tangki	: 5,4569 m
Tebal shell	: 0,069 m
Tebal head	: 0,0283 m
Tinggi head	: 2,6482 m
Kondisi penyimpanan	: Cair
Waktu penyimpanan	: 15 hari
Tekanan operasi	: 1 atm
Suhu operasi	: 30 °C
Harga	: US \$ 213,994.74.





3) Tangki Penyimpanan Benzene

Kode	: T-03
Fungsi	: Menyimpan bahan baku C_6H_6 untuk keperluan 15 hari
Tipe	: <i>Vertical Tank, Flat Bottom, Conical Roof.</i>
Bahan konstruksi	: <i>Low-alloy Steels, SA 203 Grade B</i>
Kapasitas tangki	: 802,5328 m ³
Jumlah tangki	: 5 buah
Diameter tangki	: 13,9697 m
Tinggi tangki	: 5,2386 m
Tebal shell	: 0,0867 m
Tebal head	: 2,5423 m
Tinggi head	: 0,8320 m
Kondisi penyimpanan	: Cair
Waktu penyimpanan	: 15 hari
Tekanan operasi	: 1 atm
Suhu operasi	: 30 °C
Harga	: US \$ 30,317.35.

4) Tangki Penyimpanan Sodium Hidroksida

Kode	: T-04
Fungsi	: Menyimpan produk NaOH selama 15 hari





Tipe	: <i>Vertical Tank, Flat Bottom, Conical Roof.</i>
Bahan konstruksi	: <i>Low-alloy Steels, SA 203 Grade B</i>
Kapasitas tangki	: 67,5850 m ³
Jumlah tangki	: 1 buah
Diameter tangki	: 6,1233 m
Tinggi tangki	: 2,2962 m
Tebal shell	: 0,0501 m
Tebal head	: 0,0086 m
Tinggi head	: 1,1143 m
Kondisi penyimpanan	: Cair
Waktu penyimpanan	: 15 hari
Tekanan operasi	: 1 atm
Suhu operasi	: 30 °C
Harga	: US \$ 45,053.55.

5) Tangki Penyimpanan sisa reaktan

Kode	: T-05
Fungsi	: Menyimpan sisa reaktan hasil atas MD-01 selama 15 hari
Tipe	: <i>Vertical Tank, Flat Bottom, Conical Roof.</i>
Bahan konstruksi	: <i>Low-alloy Steels, SA 203 Grade B</i>
Kapasitas tangki	: 86,8337 m ³





Jumlah tangki	: 1 buah
Diameter tangki	: 6,6568 m
Tinggi tangki	: 2,4963 m
Tebal shell	: 0,0497 m
Tebal head	: 0,0093 m
Tinggi head	: 1,2114 m

6) Tangki Penyimpanan produk

Kode	: T-06
Fungsi	: Menyimpan produk Nitrobenzene selama 30 hari
Tipe	: <i>Vertical Tank, Flat Bottom, Conical Roof.</i>
Bahan konstruksi	: <i>Low-alloy Steels, SA 203 Grade B</i>
Kapasitas tangki	: 910,2499 m ³
Jumlah tangki	: 10 buah
Diameter tangki	: 14,5687 m
Tinggi tangki	: 5,4633 m
Tebal shell	: 0,1011 m
Tebal head	: 0,0021 m
Tinggi head	: 2,6513 m





3.2.2. Alat Proses

Spesifikasi alat – alat pada bagian proses secara garis besar dijelaskan berikut ini :

1) Mixer -01

Kode alat	: M-01
Jumlah	: 1
Operasi	: Kontinyu
Fungsi	: Mencampur Asam Nitrat dengan Asam Sulfat, sebanyak 28.075,8208 Kg/Jam.
Jenis	: Slinder vertikal berpengaduk
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 40 °C
Tekanan	: 1 atm
Kapasitas	: 1,1610 m ³
Diameter	: 0,8890 m
Tinggi	: 1,5096 m
Tebal dinding	: 0,0052 m
Tebal head	: 0,0051 m
Jenis pengaduk	: turbin dengan 6 sudu (six Blades Turbine)
Lebar baffle	: 0,1540 m
Jumlah pengaduk	: 1 buah
Diameter pengaduk	: 0,3019 m
Lebar sudu pengaduk	: 0,0604 m





Panjang sudu pengaduk: 0,0755 m

Tenaga pengaduk : 0,75 Hp

Putaran pengaduk : 51,9120 rpm

Harga : US \$ 7,355.23.

2) Mixer -02

Kode alat : M-02

Jumlah : 1

Operasi : Kontinyu

Fungsi : Mencampur NaOH 40 % dengan output fase ringan (Dekanter 01) sebanyak 13.043,0809 kg/jam.

Jenis : Slinder vertikal berpengaduk

Kondisi Operasi :

Suhu : 47 °C

Tekanan : 1 atm

Kapasitas : 0,6513 m³

Diameter : 0,6096 m

Tinggi : 1,2445 m

Tebal dinding : 0,0051 m

Tebal head : 0,0051 m

Jenis pengaduk : turbin dengan 6 sudu (six Blades Turbine)

Lebar baffle : 0,1540 m





Jumlah pengaduk : 1 buah
Diameter pengaduk : 0,2489 m
Lebar sudu pengaduk : 0,0498 m
Panjang sudu pengaduk: 0,0622 m
Tenaga pengaduk : 0,50 Hp
Putaran pengaduk : 42,2574 rpm
Harga : US \$ 5,405.77.

3) Reaktor-01

Kode alat : R-01
Fungsi : Sebagai tempat berlangsungnya reaksi antara
Benzene dengan campuran Asam Nitrat dan
Asam Sulfat menjadi Nitrobenzene sebanyak
36.236,7095 kg/jam

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Jumlah alat : 1 buah

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm
- Suhu = 55 °C

Dimensi Reaktor :

Tinggi Reaktor : 0,8422 m

Diameter : 0,7582 m

Volume Reaktor : 285,109 lt

Tebal dinding : 0,0095 m





Tebal head	: 0,0187 m
P design	: 41,5509 psia
Jenis head	: <i>Flanged and dished head (Torispherical)</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA-302 grade B</i>
Jenis pengaduk	: <i>Flat blade turbin</i>
Jumlah pengaduk	: 2 buah
Panjang pengaduk	: 0,0628 m
Diameter pengaduk	: 0,2514 m
Lebar pengaduk	: 0,0503 m
Tenaga pengaduk	: 3 Hp
Jumlah putaran	: 1.333,7432 rpm
Harga	: US \$ 7,366.34.

4) Reaktor-02

Kode alat	: R-02
Fungsi	: Sebagai tempat berlangsungnya reaksi antara Benzene dengan campuran Asam Nitrat dan Asam Sulfat menjadi Nitrobenzene sebanyak 36.236,7095 kg/jam
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Jumlah alat	: 1 buah
Kondisi Operasi	: - Tekanan = 1 atm - Suhu = 55 °C





Dimensi Reaktor :

Tinggi Reaktor : 0,8422 m

Diameter : 0,7582 m

Volume Reaktor : 285,109 lt

Tebal dinding : 0,0095 m

Tebal head : 0,0187 m

P design : 41,5509 psia

Jenis head : *Flanged and dished head (Torispherical)*

Bahan : *Stainless steel SA-302 grade B*

Jenis pengaduk : *Flat blade turbin*

Jumlah pengaduk : 2 buah

Panjang pengaduk : 0,0628 m

Diameter pengaduk : 0,2514 m

Lebar pengaduk : 0,0503 m

Tenaga pengaduk : 3 Hp

Jumlah putaran : 1.333,7432 rpm

Harga : US \$ 7,366.34.

5) Reaktor-03

Kode alat : R-03

Fungsi : Sebagai tempat berlangsungnya reaksi antara
Benzene dengan campuran Asam Nitrat dan
Asam Sulfat menjadi Nitrobenzene sebanyak
36.236,7095 kg/jam





Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Jumlah alat	: 1 buah
Kondisi Operasi	: - Tekanan = 1 atm - Suhu = 55 °C
Dimensi Reaktor	:
Tinggi Reaktor	: 0,8422 m
Diameter	: 0,7582 m
Volume Reaktor	: 285,109 lt
Tebal dinding	: 0,0095 m
Tebal head	: 0,0187 m
P design	: 41,5509 psia
Jenis head	: <i>Flanged and dished head (Torispherical)</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA-302 grade B</i>
Jenis pengaduk	: <i>Flat blade turbin</i>
Jumlah pengaduk	: 2 buah
Panjang pengaduk	: 0,0628 m
Diameter pengaduk	: 0,2514 m
Lebar pengaduk	: 0,0503 m
Tenaga pengaduk	: 3 Hp
Jumlah putaran	: 1.333,7432 rpm
Harga	: US \$ 7,366.34.





6) Reaktor-04

Kode alat	: R-04
Fungsi	: Sebagai tempat berlangsungnya reaksi antara Benzene dengan campuran Asam Nitrat dan Asam Sulfat menjadi Nitrobenzene sebanyak 36.236,7095 kg/jam
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Jumlah alat	: 1 buah
Kondisi Operasi	: - Tekanan = 1 atm - Suhu = 55 °C
Dimensi Reaktor	: Tinggi Reaktor : 0,8422 m Diameter : 0,7582 m Volume Reaktor : 285,109 lt Tebal dinding : 0,0095 m Tebal head : 0,0187 m
P design	: 41,5509 psia
Jenis head	: <i>Flanged and dished head (Torispherical)</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA-302 grade B</i>
Jenis pengaduk	: <i>Flat blade turbin</i>
Jumlah pengaduk	: 2 buah
Panjang pengaduk	: 0,0628 m
Diameter pengaduk	: 0,2514 m





Lebar pengaduk : 0,0503 m
Tenaga pengaduk : 3 Hp
Jumlah putaran : 1.333,7432 rpm
Harga : US \$ 7,366.34.

7) Reaktor-05

Kode alat : R-05
Fungsi : Sebagai tempat berlangsungnya reaksi antara Benzene dengan campuran Asam Nitrat dan Asam Sulfat menjadi Nitrobenzene sebanyak 36.236,7095 kg/jam
Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Jumlah alat : 1 buah
Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm
- Suhu = 55 °C

Dimensi Reaktor :

Tinggi Reaktor : 0,8422 m
Diameter : 0,7582 m
Volume Reaktor : 285,109 lt
Tebal dinding : 0,0095 m
Tebal head : 0,0187 m

P design : 41,5509 psia
Jenis head : *Flanged and dished head (Torispherical)*





Bahan : *Stainless steel SA-302 grade B*
Jenis pengaduk : *Flat blade turbin*
Jumlah pengaduk : 2 buah
Panjang pengaduk : 0,0628 m
Diameter pengaduk : 0,2514 m
Lebar pengaduk : 0,0503 m
Tenaga pengaduk : 3 Hp
Jumlah putaran : 1.333,7432 rpm
Harga : US \$ 7,366.34.

8) Dekanter-01

Kode alat : DK-01
Fungsi : Memisahkan produk reaktor menjadi fase organik dan fase anorganik sebanyak 36236,7095 kg/jam
Jumlah alat : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan = 1 atm

Suhu = 40 °C

Dimensi Dekanter :

Tinggi Dekanter : 11,9236 m

Diameter : 3,9745 m





Volume Dekanter	: 147,8578 m ³
Tebal dinding	: 0,0069 m
Tebal head	: 0,0066 m
Jenis head	: <i>Silinder Vertikal</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA 167 Grade 11</i>
Harga	: US \$ 115,988.68.

9) Dekanter-02

Kode alat	: DK-02
Fungsi	: Memisahkan produk Mixer (M-02) menjadi fase organik dan fase anorganik sebanyak 13043,0899 kg/jam
Jumlah alat	: 1 buah
Kondisi Operasi :	

Tekanan = 1 atm

Suhu = 40 °C

Dimensi Dekanter :

Tinggi Dekanter	: 2,5752 m
Diameter	: 0,8584 m
Volume Dekanter	: 1,7875 m ³
Tebal dinding	: 0,0052 m
Tebal head	: 0,0051 m
Jenis head	: <i>Silinder Vertikal</i>





Bahan : *Stainless steel SA 167 Grade 11*

Harga : US \$ 7,350.82.

10) Menara Destilasi

Kode : MD

Fungsi : Memisahkan $C_6H_5NO_2$ dari C_6H_6 dan H_2O
sebanyak 12815,9337 kg/jam

Tipe : *Sieve plate destilation tower*

Kondisi Operasi

Umpan Menara :

Tekanan : 1,01 atm

Suhu : 188,455 °C

Puncak Menara :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 102,59 °C

Dasar Menara :

Tekanan : 1,05 atm

Suhu : 211 °C

Dimensi Menara Distilasi

Diameter : 1,0564 m

Enriching : 0,0952 m

Stripping : 0,1273 m

Tinggi : 12,15 m





Tebal Shell	:	
<i>Enriching</i>	:	0,0035 m
<i>Stripping</i>	:	0,0037 m
Tebal Head	:	
<i>Enriching</i>	:	0,0036 m
<i>Stripping</i>	:	0,0037 m
Dimensi Plate	:	
Jumlah Plate	:	8 plate
Seksi <i>Enriching</i>	:	5 plate
Seksi <i>Stripping</i>	:	3 plate
Ukuran Pipa	:	
Pipa Reflux Atas	:	2 in
Pipa Vapor Atas	:	4 in
Pipa Liquid Bawah	:	10 in
Pipa Reflux Bawah	:	5 in
Waktu Tinggal	:	
Seksi <i>Enriching</i>	:	5,3577 detik
Seksi <i>Stripping</i>	:	16,8263 detik
Bentuk head	:	<i>ElIPTIKAL dished head</i>
Jumlah	:	1 buah
Bahan Konstruksi	:	Carbon Steel SA 283 grade C
Harga	:	US \$ 6,646.81





11) Condenser

Kode	: CD
Fungsi	: Mengembunkan seluruh hasil atas Menara Distilasi sebanyak 189,6711 kg/jam
Jenis	: <i>Horizontal Shell and Tube Condenser</i>
Kondisi Operasi	:
Suhu Masuk	: 102,59 C
Suhu keluar	: 91,17 C
Spesifikasi	:
<i>Shell</i>	
ID shell	: 0,7107 in
Jarak Baffle	: 9,94 in
Passes shell	: 1
Pressure Drop	: 0,00013 psi
<i>Tube</i>	
OD , BWG	: 0,75 in
ID	: 0,620 in
Pitch	: 1 in triangular pitch
Panjang	: 20 ft
Pass	: 2
Jumlah Pipa	: 16 buah
Pressure Drop	: 3,1352 psi
Jumlah	: 1 Buah





Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA-167 grade C*

Harga : US \$ 9,715.38.

12) Reboiler

Kode : RB

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah Menara

Distilasi sebanyak 13122,99 kg/jam

Jenis : *Horizontal Thermosyphon Reboiler*

Spesifikasi :

Shell

ID shell : 7,6111 in

Passes shell : 1

Tube

OD , BWG : 0,75 in, 16

ID : 0,62 in

Pitch : 1 in triangular pitch

Panjang : 15 ft

Pass : 2

Jumlah Pipa : 131 buah

Pressure Drop : 1,2819 psi

Jumlah : 1 Buah

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA-167 grade C*

Harga : US \$ 5,215.34.





13) Accumulator

Kode	: ACC
Fungsi	: Menampung hasil kondensasi condenser (CD-01) pada menara destilasi sebanyak 189,6711 kg/jam
Tipe	: Tangki silinder horizontal
Kondisi Operasi	:
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 102,59 °C
Dimensi Accumulator	:
Diameter	: 0,9144 m
Panjang	: 2,7432 m
Volume Tangki	: 2,65 lt
Tebal Shell	: 0,148 m
Tebal Head	: 0,148 m
Jumlah	: 1 buah
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-167 grade C</i>
Harga	: US \$ 85.92.

14) HEATER-01

Kode	: HE - 01
Fungsi	: Memanaskan umpan benzene menuju reaktor yang berasal dari tangki penyimpanan (T-03) sebanyak 8160,91





kg/jam dari suhu 30 C menjadi 55 C

Jenis : *Heat Exchanger, double pipe heat Exchanger*

Spesifikasi:

Jumlah Hairpin : 1 buah

Inner Pipe:

OD Pipa, Sch No: 2,3800 in, 40

ID Pipa : 2,067 in

Flow Area : 3,3552 in²

Surface Area : 0,6220 ft²/ft

Panjang : 80 ft

Pressure droop : 0,9443 psi

Annulus:

OD, Sch No : 0,1983 in, 40

ID pipa : 0,2557 in

Flow Area : 2,9376 in²

Surface Area: 0,6220 ft²/ft

Panjang : 80 ft

Pressure droop : 0,0423 psi

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Stainles Steel SA- 283 grade C*

Harga : \$ 19,661.35.





15) HEATER-02

Kode : HE - 02

Fungsi : Memanaskan umpan yang berasal dari dekanter (DK-02) menuju Menara Destilasi dari suhu 40 C menjadi suhu 188,455 K sebanyak 227,1551 Kg/jam

Jenis : *Heat Exchanger, Shell and tube 1-2*

Spesifikasi:

Jumlah Hairpin : 1 buah

Inner Pipe:

OD Pipa, Sch No: 2,3800 in, 40

ID Pipa : 2,067 in

Flow Area : 0,0233 in²

Surface Area : 0,6220 ft²/ft

Panjang : 80 ft

Pressure droop : 0,0002 psi

Annulus:

OD, Sch No : 0,1983 in, 40

ID pipa : 0,2557 in

Flow Area : 0,0204 in²

Surface Area: 0,6220 ft²/ft

Panjang : 80 ft

Pressure droop : 0,0021 psi

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Stainles Steel SA- 283 grade C*

Harga : \$ 178.46.





16) Cooler - 01

Kode : CL-01

Fungsi : Mendinginkan hasil Reaktor sebanyak 36236,7095 kg/jam dari suhu 328,15 K sampai 313,15 K dengan menggunakan pendingin air

Jenis : *Shell and tubes 1-2 Heat Exchanger*

Spesifikasi:

Jumlah Hairpin : 8 buah

Inner Pipe :

OD, Sch No : 0,24 in, 40

ID pipa : 0,2917 in

Panjang : 64 ft

Pressure Drop : 4,6226 psi

Annulus :

OD pipa, Sch No : 2,88 in, 40

ID pipa : 2,469 in

Flow area : 0,0332 in²

Surface area : 0,9170 ft²/ft

Panjang : 64 ft

Pressure Drop : 0,00194 psi

Jumlah : 1 buah





Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA-167 grade C*

Harga : US \$ 5.33.

17) Cooler - 02

Kode : CL-02

Fungsi : Mendinginkan hasil Mixer (M-02) menuju Dekanter (DK-02) sebanyak 13043,0899 kg/jam dari suhu 328,15 K sampai 313,15 K dengan menggunakan pendingin air

Jenis : *Shell and tubes 1-2 Heat Exchanger*

Spesifikasi:

Jumlah Hairpin : 8 buah

Inner Pipe :

OD pipa, Sch No : 2,88 in, 40

ID pipa : 2,4690 in

Flow area : 4,7808 in²

Surface area : 0,9170 ft²/ft

Panjang : 64 ft

Pressure Drop : 0,6871 psi

Annulus :

OD, Sch No : 0,24 in, 40

ID pipa : 0,2917 in





Panjang	: 64 ft
Pressure Drop	: 0,0005 psi
Jumlah	: 1 buah.
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-167 grade C</i>
Harga	: US \$ 5.37.

18) Cooler - 03

Kode	: CL-03
Fungsi	: Mendinginkan hasil bawah Menara Distilasi sebanyak 12.626,2626 kg/jam dari suhu 484,15 K sampai 353,15 K dengan menggunakan pendingin air.
Jenis	: <i>Shell and tubes 1-2 Heat Exchanger</i>
Spesifikasi:	
Jumlah Hairpin	: 8 buah

Inner Pipe :

OD pipa, Sch No	: 2,88 in, 40
ID pipa	: 2,4690 in
Flow area	: 0,0332 in ²
Surface area	: 0,9170 ft ² /ft
Panjang	: 64 ft
Pressure Drop	: 0,6476 psi





Annulus :

OD, Sch No	: 0,24 in, 40
ID pipa	: 0,2917 in
Panjang	: 64 ft
Pressure Drop	: 0,0028 psi
Jumlah	: 1 buah
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel SA-167 grade C</i>
Harga	: US \$ 10.307.

19) Cooler - 04

Kode	: CL-04
Fungsi	: Mendinginkan hasil atas Menara Distilasi sebanyak 189,6711 kg/jam dari suhu 375,59 K sampai 353,15 K dengan menggunakan pendingin air.
Jenis	: <i>Shell and tubes 1-2 Heat Exchanger</i>

Spesifikasi:

Jumlah Hairpin	: 8 buah
----------------	----------

Inner Pipe :

OD pipa, Sch No	: 2,88 in, 40
ID pipa	: 2,469 in
Flow area	: 0,0332 in ²
Surface area	: 0,9170 ft ² /ft





Panjang : 64 ft

Pressure Drop : 0,0004 psi

Annulus :

OD, Sch No : 0,24 in, 40

ID pipa : 0,2917 in

Panjang : 64 ft

Pressure Drop : 1,5E-07 psi

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA-167 grade C*

Harga : US \$ 6.12.

3.2.3. Pompa Proses

1) Pompa 01

Fungsi : Mengalirkan Asam sulfat dari tangki penyimpanan
(T-01) ke Mixer sebanyak 41,1270 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pumps*

Dimensi pipa : Diameter Optimum : 0,4117 in

Inside Diameter (ID) : 0,4840 in

Outside Diameter (OD) : 0,81 in

Schedule Number : 40

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 0,2238 gpm

Putaran : 3500 rpm





Specific speed : 152,4886 rpm
Bahan : Stainless steel
Tenaga motor : 0,5 Hp
Harga : US \$ 607.41.

2) Pompa 02

Fungsi : Mengalirkan Asam Nitrat dari tangki penyimpanan
(T-02) ke mixer sebanyak 4694,9113 kg/jam
Jenis : *Centrifugal pumps*
Dimensi pipa : Diameter Optimum : 1,7109 in
Inside Diameter (ID) : 2,2280 in
Outside Diameter (OD) : 2,63 in
Schedule Number : 40
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 16,7040 gpm
Putaran : 3500 rpm
Specific speed : 4987,1665 rpm
Bahan : Stainless steel
Tenaga motor : 0,5 Hp
Harga : US \$ 10,604.85.





3) Pompa 03

Fungsi	: Mengalirkan larutan benzene dari tangki (T-03) ke reaktor (R-01) sebanyak 8160,4603 kg/jam		
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>		
Dimensi pipa	: Diameter Optimum	: 2,5781 in	
	: Inside Diameter (ID)	: 2,2680 in	
	: Outside Diameter (OD)	: 2,63 in	
	: Schedule Number	: 40	
Jumlah	: 1 buah		
Kapasitas	: 51,5632 gpm		
Putaran	: 3500 rpm		
Specific speed	: 2038,8643 rpm		
Bahan	: Stainless steel		
Tenaga motor	: 1,5 Hp		
Harga	: US \$ 20,855.99.		

4) Pompa 04

Fungsi	: Mengalirkan larutan NaOH dari tangki penyimpan (T-04) ke Mixer (M-02) sebanyak 41.1270 kg/jam		
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>		
Dimensi pipa	: Diameter Optimum	: 0,4511 in	
	: Inside Diameter (ID)	: 0,458 in	





	Outside Diameter (OD)	: 0,675 in
	Schedule Number	:40
Jumlah		: 1 buah
Kapasitas		: 0,725 gpm
Putaran		: 3500 rpm
Specific speed		: 4063,1424 rpm
Bahan		: Stainless steel
Tenaga motor		: 0,5 Hp
Harga		: US \$ 1,736.28.

5) Pompa 05

Fungsi	: Mengalirkan mixed acid dari mixer (M-01) ke reaktor (R-01) sebanyak 28.075,8208 kg/jam	
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>	
Dimensi pipa	Diameter Optimum	: 2,3785 in
	Inside Diameter (ID)	: 2,067 in
	Outside Diameter (OD)	: 2,38 in
	Schedule Number	:40
Jumlah		: 1 buah
Kapasitas		: 24,5132 gpm
Putaran		: 3500 rpm
Specific speed		: 4063,14 rpm
Bahan		: Stainless steel





Tenaga motor : 1 Hp
Harga : US \$ 14,256.46.

6) Pompa 06

Fungsi : Mengalirkan larutan dari reaktor (R-01) ke reaktor (R-02) sebanyak 36.236,7094 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pumps*

Dimensi pipa : Diameter Optimum : 1,9194 in
Inside Diameter (ID) : 2,067 in
Outside Diameter (OD) : 2,38 in
Schedule Number : 40

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 10,5809 gpm

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 4941,2274 rpm

Bahan : Stainless steel

Tenaga motor : 1,5 Hp

Harga : US \$ 8,688.41.

7) Pompa 07

Fungsi : Mengalirkan larutan dari reaktor (R-02) ke reaktor (R-03) sebanyak 36.236,7094 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pumps*





Dimensi pipa	: Diameter Optimum	: 1,9194 in
	Inside Diameter (ID)	: 2,067 in
	Outside Diameter (OD)	: 2,38 in
	Schedule Number	: 40
Jumlah	: 1 buah	
Kapasitas	: 10,5809 gpm	
Putaran	: 3500 rpm	
Specific speed	: 4941,2274 rpm	
Bahan	: Stainless steel	
Tenaga motor	: 1,5 Hp	
Harga	: US \$ 8,688.41.	

8) Pompa 08

Fungsi	: Mengalirkan larutan dari reaktor (R-03) ke reaktor (R-04) sebanyak 36.236,7094 kg/jam		
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>		
Dimensi pipa	: Diameter Optimum	:	1,9194 in
	Inside Diameter (ID)	:	2,067 in
	Outside Diameter (OD)	:	2,38 in
	Schedule Number	:	40
Jumlah	: 1 buah		
Kapasitas	: 10,5809 gpm		
Putaran	: 3500 rpm		





Specific speed : 4941,2274 rpm
Bahan : Stainless steel
Tenaga motor : 1,5 Hp
Harga : US \$ 8,688.41.

9) Pompa 09

Fungsi : Mengalirkan larutan dari reaktor (R-04) ke reaktor (R-05) sebanyak 36.236,7094 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pumps*

Dimensi pipa : Diameter Optimum : 1,9194 in
Inside Diameter (ID) : 2,067 in
Outside Diameter (OD) : 2,38 in
Schedule Number : 40

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 10,5809 gpm

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 4941,2274 rpm

Bahan : Stainless steel

Tenaga motor : 1,5 Hp

Harga : US \$ 8,688.41.





10) Pompa 10

Fungsi	: Mengalirkan larutan dari reaktor (R-05) ke Dekanter (DK-01) sebanyak 36.236,7094 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>
Dimensi pipa	: Diameter Optimum : 1,9194 in Inside Diameter (ID) : 2,067 in Outside Diameter (OD) : 2,38 in Schedule Number : 40
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 10,5809 gpm
Putaran	: 3500 rpm
Specific speed	: 4941,2274 rpm
Bahan	: Stainless steel
Tenaga motor	: 1,5 Hp
Harga	: US \$ 8,688.41.

11) Pompa 11

Fungsi	: Mengalirkan larutan fase ringan dari dekanter (DK-01) ke mixer (M-02) sebanyak 12.896,9470 kg/jam
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>
Dimensi pipa	: Diameter Optimum : 2,7092 in





	Inside Diameter (ID)	: 2,469 in
	Outside Diameter (OD)	: 2,88 in
	Schedule Number	:40
Jumlah		: 1 buah
Kapasitas		: 52,2222 gpm
Putaran		: 3500 rpm
Specific speed		: 2463,7087 rpm
Bahan		: Stainless steel
Tenaga motor		: 0,5 Hp
Harga		: US \$ 22,643.29

12) Pompa 12

Fungsi	: Mengalirkan larutan recycle dari dekanter (DK-01) ke mixer (M-01) sebanyak 23.339,7625 kg/jam	
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>	
Dimensi pipa	Diameter Optimum	: 3,2747 in
	Inside Diameter (ID)	: 3,068in
	Outside Diameter (OD)	: 3,5 in
	Schedule Number	:40
Jumlah		: 1 buah
Kapasitas		: 75,9677 gpm
Putaran		:3500





Specific speed : 3703,5864 rpm
Bahan : Stainless steel
Tenaga motor : 3,5 Hp
Harga : US \$ 28,353.32.

13) Pompa 13

Fungsi : Mengalirkan larutan dari mixer (M-02) ke
dekanter (DK-02) sebanyak 13.043,0705 kg/jam
Jenis : *Centrifugal pumps*
Dimensi pipa : Diameter Optimum : 1,4658 in
Inside Diameter (ID) : 0,4930 in
Outside Diameter (OD) : 0,6750 in
Schedule Number : 40
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 6,7059 gpm
Putaran : 3500 rpm
Specific speed : 5159,8153 rpm
Bahan : Stainless steel
Tenaga motor : 3,5 Hp
Harga : US \$ 6,608.48.





14) Pompa 14

Fungsi	: Mengalirkan larutan hasil atas dari dekanter (DK-02) ke menara destilasi (MD-01) sebanyak 227,1551 kg/jam		
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>		
Dimensi pipa	: Diameter Optimum	: 0,4839 in	
	: Inside Diameter (ID)	: 0,493 in	
	: Outside Diameter (OD)	: 0,675 in	
	: Schedule Number	: 40	
Jumlah	: 1 buah		
Kapasitas	: 0,9647 gpm		
Putaran	: 3500 rpm		
Specific speed	: 1477,7437 rpm		
Bahan	: Stainless steel		
Tenaga motor	: 0,5 Hp		
Harga	: US \$ 2,064.74.		

15) Pompa 15

Fungsi	: Mengalirkan larutan hasil bawah dari dekanter (DK-02) ke UPL sebanyak 12.815,9347 kg/jam		
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>		
Dimensi pipa	: Diameter Optimum	: 2,6965 in	
	: Inside Diameter (ID)	: 2,469 in	





	Outside Diameter (OD)	: 2,88 in
	Schedule Number	:40
Jumlah		: 1 buah
Kapasitas		: 15,5518 gpm
Putaran		:3500 rpm
Specific speed		: 613,6083 rpm
Bahan		: Stainless steel
Tenaga motor		: 1 Hp
Harga		: US \$ 22,468.42.

16) Pompa 16

Fungsi	: Mengalirkan larutan hasil dari accumulator (A-01) ke pipa pemasukan refluks menara destilasi (MD-01) sebanyak 189,6711 kg/jam	
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>	
Dimensi pipa	Diameter Optimum	: 0,2101 in
	Inside Diameter (ID)	: 0,2690 in
	Outside Diameter (OD)	: 0,4050 in
	Schedule Number	:40
Jumlah		: 1 buah
Kapasitas		: 0,0646 gpm
Putaran		:3500 rpm
Specific speed		: 180,1550 rpm





Bahan : Stainless steel
Tenaga motor : 0,5 Hp
Harga : US \$ 407.84.

17) Pompa 17

Fungsi : Mengalirkan larutan hasil bawah dari menara destilasi (MD-01) ke tangki produk (T-06) sebanyak 12.626,2626 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pumps*

Dimensi pipa : Diameter Optimum : 1,2776 in
Inside Diameter (ID) : 1,38 in
Outside Diameter (OD) : 1,66 in
Schedule Number : 40

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 4,3024 gpm

Putaran : 3500 rpm

Specific speed : 1174,4462 rpm

Bahan : Stainless steel

Tenaga motor : 0,5 Hp

Harga : US \$ 5,063.51.





18) Pompa 18

Fungsi	:Mengalirkan produk nitrobenzene dari tangki penyimpanan (T-06) ke truk pengangkut sebanyak 16000 L dalam waktu 15 menit		
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>		
Dimensi pipa	: Diameter Optimum	:	6,2952 in
	: Inside Diameter (ID)	:	6,065 in
	: Outside Diameter (OD)	:	6,625 in
	: Schedule Number	:	40
Jumlah	: 1 buah		
Kapasitas	: 309,9801gpm		
Putaran	: 3,500 rpm		
Specific speed	: 3192,4281 rpm		
Bahan	: Stainless steel		
Tenaga motor	: 0,5 Hp		
Harga	: US \$ 65,921.45.		

19) Pompa 19

Fungsi	:Mengalirkan produk sisa reaktan dari tangki penyimpanan (T-05) ke truk pengangkut sebanyak 16000 L dalam waktu 15 menit		
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>		





Dimensi pipa	: Diameter Optimum	: 6,2952 in
	Inside Diameter (ID)	: 6,065 in
	Outside Diameter (OD)	: 6,625 in
	Schedule Number	:40
Jumlah	: 1 buah	
Kapasitas	: 309,9801 gpm	
Putaran	: 3,500 rpm	
Specific speed	: 5806,5947 rpm	
Bahan	: Stainless steel	
Tenaga motor	: 0,5 Hp	
Harga	: US \$ 65,921.45.	

20) Pompa 20

Fungsi : Mengalirkan produk asam sulfat dari tangki penyimpanan(T-01) ke truk pengangkut sebanyak 16000 L dalam waktu 15 menit

Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>	
Dimensi pipa	: Diameter Optimum	: 6,2403 in
	Inside Diameter (ID)	: 6,065 in
	Outside Diameter (OD)	: 6,625 in
	Schedule Number	:40
Jumlah	: 1 buah	
Kapasitas	: 309,9801 gpm	





Putaran	: 3500 rpm
Specific speed	: 6125,8025 rpm
Bahan	: Stainless steel
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Harga	: US \$ 65,921.45.

21) Pompa 21

Fungsi	:Mengalirkan produk asam nitrat dari tangki penyimpanan(T-02) ke truk pengangkut sebanyak 16000 L dalam waktu 15 menit		
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>		
Dimensi pipa	: Diameter Optimum	:	5,8917 in
	Inside Diameter (ID)	:	12,7 in
	Outside Diameter (OD)	:	4,5 in
	Schedule Number	:	40
Jumlah	: 1 buah		
Kapasitas	: 309,9801 gpm		
Putaran	: 3500 rpm		
Specific speed	: 3718,3532 rpm		
Bahan	: Stainless steel		
Tenaga motor	: 0,5 Hp		
Harga	: US \$ 65,921.45.		





22) Pompa 22

Fungsi	: Mengalirkan produk benzene dari truk pengangkut ke tangki penyimpanan (T-03) sebanyak 16000 L dalam waktu 15 menit		
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>		
Dimensi pipa	: Diameter Optimum	: 5,5891 in	
	: Inside Diameter (ID)	: 12,7 in	
	: Outside Diameter (OD)	: 4,5 in	
	: Schedule Number	: 40	
Jumlah	: 1 buah		
Kapasitas	: 309,9801 gpm		
Putaran	: 3500 rpm		
Specific speed	: 3395,5511 rpm		
Bahan	: Stainless steel		
Tenaga motor	: 0,5 Hp		
Harga	: US \$ 65,921.45.		

23) Pompa 23

Fungsi	: Mengalirkan produk nitrobenzene dari truk pengangkut tangki penyimpanan (T-05) sebanyak 16000 L dalam waktu 15 menit		
Jenis	: <i>Centrifugal pumps</i>		





Dimensi pipa	: Diameter Optimum	: 5,6058 in
	Inside Diameter (ID)	: 1,0583 in
	Outside Diameter (OD)	: 4,5 in
	Schedule Number	:40
Jumlah	: 1 buah	
Kapasitas	: 309,9801gpm	
Putaran	: 3,500 rpm	
Specific speed	: 5763,92 rpm	
Bahan	: Stainless steel	
Tenaga motor	: 0,5 Hp	
Harga	: US \$ 65,921.45.	

3.3. Neraca Massa

3.3.1. Neraca Massa Overall

Tabel 3.1. Neraca Massa Overall

Masuk	Kg/jam	Keluar	Kg/jam
C_6H_6	8158,4603	C_6H_6	146,8532
C_7H_8	2,4483	C_7H_8	2,4483
HNO_3	6581,2963	HNO_3	78,1596
H_2SO_4	40,3045	H_2SO_4	-
H_2O	4476,0595	H_2O	6346,4560
$C_6H_5NO_2$	-	$C_6H_5NO_2$	12630,352
Na_2SO_4	-	Na_2SO_4	58,372
$NaNO_3$	-	$NaNO_3$	54,364
Total	19258,5689	Total	19258,5689





3.3.2. Neraca Massa Tiap Alat

Neraca massa tiap alat terdiri atas neraca massa mixer, reaktor, Dekanter, dan menara destilasi

Tabel 3.2. Neraca Massa Mixer – 01

Masuk	Kg/jam	Keluar	Kg/jam
HNO ₃	2895,10638	HNO ₃	16742,1894
H ₂ SO ₄	16742,1894	H ₂ SO ₄	6581,2963
H ₂ O	8415,3981	H ₂ O	4729,2082
C ₆ H ₅ NO ₂	23,1069	C ₆ H ₅ NO ₂	23,1069
Total	28075,8008		28075,8008

Tabel 3.3. Reaktor 01

Masuk	Kg/jam	Keluar	Kg/jam
C ₆ H ₆	8158,4603	C ₆ H ₆	3730,8639
C ₇ H ₈	2,4483	C ₇ H ₈	2,4483
HNO ₃	6581,2963	HNO ₃	3009,6268
H ₂ SO ₄	16742,1894	H ₂ SO ₄	16742,1894
H ₂ O	4729,2282	H ₂ O	6251,0268
C ₆ H ₅ NO ₂	23,1069	C ₆ H ₅ NO ₂	6500,5542
Total	36236,7094	Total	36236,7094

Tabel 3.4. Reaktor 02

Masuk	Kg/Jam	Keluar	Kg/Jam
C ₆ H ₆	3730,8639	C ₆ H ₆	1706,1233
C ₇ H ₈	2,4483	C ₇ H ₈	2,4483
HNO ₃	3009,6268	HNO ₃	1376,3017
H ₂ SO ₄	16742,1894	H ₂ SO ₄	16742,1894
H ₂ O	6251,0268	H ₂ O	6473,2409
C ₆ H ₅ NO ₂	6500,5542	C ₆ H ₅ NO ₂	9936,4057
Total	36236,7094	Total	36236,7094





Tabel 3.5. Reaktor 03

Masuk	Kg/Jam	Keluar	Kg/Jam
C ₆ H ₆	1706,1233	C ₆ H ₆	780,2099
C ₇ H ₈	2,4483	C ₇ H ₈	2,4483
HNO ₃	1376,3017	HNO ₃	629,3825
H ₂ SO ₄	16742,1894	H ₂ SO ₄	16742,1894
H ₂ O	6473,2409	H ₂ O	6518,2106
C ₆ H ₅ NO ₂	9936,4057	C ₆ H ₅ NO ₂	11564,2687
Total	36236,7094	Total	36236,7094

Tabel 3.6. Reaktor 04

Keluar	Kg/Jam	Keluar	Kg/Jam
C ₆ H ₆	780,2099	C ₆ H ₆	356,7980
C ₇ H ₈	2,4483	C ₇ H ₈	2,4483
HNO ₃	629,3825	HNO ₃	287,8231
H ₂ SO ₄	16742,1894	H ₂ SO ₄	16742,1894
H ₂ O	6518,2106	H ₂ O	6550,1974
C ₆ H ₅ NO ₂	11564,2687	C ₆ H ₅ NO ₂	12297,2532
Total	36236,7094	Total	36236,7094

Tabel 3.7. Reaktor 05

Keluar	Kg/Jam	Keluar	Kg/Jam
C ₆ H ₆	356,7980	C ₆ H ₆	146,8532
C ₇ H ₈	2,4483	C ₇ H ₈	2,4483
HNO ₃	287,8231	HNO ₃	118,4641
H ₂ SO ₄	16742,1894	H ₂ SO ₄	16742,1894
H ₂ O	6550,1974	H ₂ O	6576,9156
C ₆ H ₅ NO ₂	12297,2532	C ₆ H ₅ NO ₂	12649,8389
Total	36236,7094	Total	36236,7095





Tabel 3.8. Dekanter 1

Masuk	Kg/ jam	Keluar			
		fase berat	Kg/ jam	fase ringan	Kg/ jam
C ₆ H ₆	146,8532	C ₆ H ₆	146,8532	H ₂ SO ₄	16701,8849
C ₇ H ₈	2,4483	C ₇ H ₈	2,4483	HNO ₃	78,1596
H ₂ O	6576,9156	HNO ₃	40,3045	H ₂ O	6,536,6111
C ₆ H ₅ NO ₂	12649,8389	H ₂ SO ₄	40,3045	C ₆ H ₅ NO ₂	23,1069
H ₂ SO ₄	16742,1894	H ₂ O	40,3045		
HNO ₃	118,4641	C ₆ H ₅ NO ₂	12626,7320		
Total	36236,7095	Total	36236,7095		

Tabel 3.9. Neraca Massa Mixer – 02

Masuk	Kg/jam	Keluar	Kg/jam
C ₆ H ₆	146,8532	C ₆ H ₆	146,8532
C ₇ H ₈	2,4483	C ₇ H ₈	2,4483
HNO ₃	40,3045	H ₂ O	154,3205
H ₂ SO ₄	40,3045	C ₆ H ₅ NO ₂	12626,7320
H ₂ O	127,9906	NaSO ₄	58,3716
C ₆ H ₅ NO ₂	12626,7320	NaNO ₃	54,3643
NaOH	58,4374		
Total	13043,0899		13043,0899

Tabel 3.10. Dekanter 02

Input Masuk	Kg/ jam	Keluar			
		fase berat	Kg/ jam	fase ringan	Kg/ jam
C ₆ H ₆	146,8532	C ₆ H ₆	146,8532	H ₂ O	114,0172
C ₇ H ₈	2,4483	C ₇ H ₈	2,4483	C ₆ H ₅ NO ₂	0,4021
H ₂ O	154,3205	H ₂ O	40,3042	Na ₂ SO ₄	58,3716
C ₆ H ₅ NO ₂	12626,7320	C ₆ H ₅ NO ₂	12626,329	NaNO ₃	54,3643
Na ₂ SO ₄	58,3716				
NaNO ₃	54,3643				
Total	13043,0899	Total	13043,0899		





Tabel 3.11. Neraca Massa Menara Destilasi

Input Masuk	Kg/ jam	Keluar			
		Distilat	Kg/ jam	Bottom	Kg/ jam
C ₆ H ₆	146,8532	C ₆ H ₆	134,2269	C ₆ H ₆	12,6263
C ₇ H ₈	2,4483	C ₇ H ₈	1,1857	C ₇ H ₈	1,2626
H ₂ O	40,3042	H ₂ O	25,3189	H ₂ O	11,3636
C ₆ H ₅ NO ₂	12626,3280	C ₆ H ₅ NO ₂	28,9396	C ₆ H ₅ NO ₂	12601,0101
Total	12815,9337	Total	12815,9337		

3.3.3. Neraca Panas

Basis : 1 jam
Satuan : kkal/jam
Suhu Referensi : 25 °C (fase cair)

3.3.3.1. Mixer 01

Suhu Umpan : 40 °C

Suhu Keluar : 40 °C

Tabel 3.12. Neraca Panas Mixer 01

1. Entalpi umpan masuk = 10511989,5451 KJ/jam	1. Entalpi umpan keluar = 10511989,5451 KJ/jam
10511989,5451 KJ/jam	10511989,5451 KJ/jam





3.3.3.2. Mixer 02

Suhu Umpan : 40°C

Suhu Keluar : 40 °C

Tabel 3.13. Neraca Panas Mixer 02

1. Entalpi umpan masuk = 498520,0001 KJ/jam	1. Entalpi umpan keluar = 498520,0001 KJ/jam
498520,0001 KJ/jam	498520,0001 KJ/jam

3.3.3.3. Reaktor 01

Suhu Umpan : 55 °C

Suhu Keluar : 55 °C

Tabel 3.14. Neraca Panas Reaktor 01

1. Entalpi umpan masuk = 2188840,694 KJ/jam	1. Entalpi umpan keluar = 2234089,053 KJ/jam
2. Panas reaksi = 87601147,4267 KJ/jam	2. Panas yang diambil pendingin = 8706234,1692 KJ/jam
10940323,2220 KJ/jam	10940323,2220 KJ/jam





3.3.3.4. Reaktor 02

Suhu Umpan : 55 °C

Suhu Keluar : 55 °C

Tabel 3.16. Neraca Panas Reaktor 02

1. Entalpi umpan masuk = 2224592,838 KJ/jam	1. Entalpi umpan keluar = 2247974,488 KJ/jam
2. Panas reaksi = 1279146,1561 KJ/jam	2. Panas yang diambil pendingin = 1255764,5061 KJ/jam
3503738,9944 KJ/jam	3503738,9944 KJ/jam

3.3.3.5. Reaktor 03

Suhu Umpan : 55 °C

Suhu Keluar : 55 °C

Tabel 3.17. Neraca Panas Reaktor 03

1. Entalpi umpan masuk = 2231254,2514 KJ/jam	1. Entalpi umpan keluar = 9.651.921,811 KJ/jam
2. Panas reaksi = 1247852,2158 KJ/jam	2. Panas yang diambil pendingin = 1225871,4163 KJ/jam
3479106,467 KJ/jam	3479106,467 KJ/jam





3.3.3.6. Reaktor 04

Suhu Umpan : 55 °C

Suhu Keluar : 55 °C

Tabel 3.18. Neraca Panas Reaktor 04

1. Entalpi umpan masuk = 2230869,747 KJ/jam	3. Entalpi umpan keluar = 2249782,375 KJ/jam
2. Panas reaksi = 184127,778 KJ/jam	4. Panas yang diambil pendingin = 165215,1498 KJ/jam
2412997,5251 KJ/jam	2414997,1498 Kjjam

3.3.3.7. Reaktor 05

Suhu Umpan : 55 °C

Suhu Keluar : 55 °C

Tabel 3.19. Neraca Panas Reaktor 05

1. Entalpi umpan masuk = 2231621,264 KJ/jam	1. Entalpi umpan keluar = 2250410,071 KJ/jam
2. Panas reaksi = 53800,8079 KJ/jam	2. Panas yang diambil pendingin = 135012,0010 KJ/jam
2412997,5251 KJ/jam	2414997,1498 Kjjam





3.3.3.8. Dekanter 01

Suhu umpan : 40 °C

Suhu keluar : 40 °C

Tabel 3.20. Neraca Panas dekanter 01

1. Entalpi umpan masuk = 1103922,2111KJ/jam	1. Entalpi umpan keluar = 1103922,2111KJ/jam
2. Panas reaksi = 1103922,2111KJ/jam	2. Panas yang diambil pendingin = 1103922,2111KJ/jam
1103922,2111KJ/jam	1103922,2111KJ/jam

3.3.3.9. Dekanter 02

Suhu umpan : 40 °C

Suhu keluar : 40 °C

Tabel 3.21. Neraca Panas dekanter 02

1. Entalpi umpan masuk = 312510,8445 KJ/jam	1. Entalpi umpan keluar = 312510,8445 KJ/jam
2. Panas reaksi = 312510,8445 KJ/jam	2. Panas yang diambil pendingin = 312510,8445 KJ/jam
312510,8445 KJ/jam	312510,8445 KJ/jam





3.3.3.10. Menara Destilasi

Suhu umpan : 188,455 °C

Suhu puncak : 102,59 °C

Suhu dasar : 211 °C

Tabel 3.22. Neraca Panas Menara Destilasi

1. Entalpi umpan masuk = 3791919,169 KJ/jam	1. Entalpi hasil puncak = 4235139,656 KJ/jam
2. Beban Panas Reboiler = 529330,1757 KJ/jam	2. Enthalpi hasil bawah = 86109,6887 KJ/jam
4321249,345 KJ/jam	4321249,345 KJ/jam

3.3.3.11. Heat Exchanger - 01

Suhu Masuk : 30 °C

Suhu Keluar : 55 °C

Tabel 3.23. Neraca Panas Heat Exchanger – 01

1. Entalpi umpan masuk = 72451,3632 KJ/jam	1. Entalpi hasil pemanasan = 448058,6896 KJ/jam
2. Beban Panas Heat Exchanger = 375607,3264 KJ/jam	
448058,6896 KJ/jam	448058,6896 KJ/jam





3.3.3.12. Heat Exchanger - 02

Suhu Masuk : 40 °C

Suhu Keluar : 188,455 °C

Tabel 3.24. Neraca Panas Heat Exchanger – 02

1. Entalpi umpan masuk = 302459,7567 KJ/jam	1. Entalpi hasil pemanasan = 3791911,3745 KJ/jam
2. Beban Panas Heat Exchanger = 3489451,6178 KJ/jam	
3791911,3745 KJ/jam	3791911,3745 KJ/jam

3.3.3.13. Cooler - 01

Suhu Masuk : 50 °C

Suhu Keluar : 40 °C

Tabel 3.25. Neraca Panas Cooler– 01

1. Entalpi umpan masuk = 2232881,9375 KJ/jam	1. Entalpi hasil pemanasan = 1104555,211 KJ/jam
	2. Beban Dingin Cooler = 1128326,7264 KJ/jam
2232881,9375 KJ/jam	2232881,9375 KJ/jam





3.3.3.14. Cooler - 02

Suhu Masuk : 50 °C

Suhu Keluar : 40 °C

Tabel 3.26. Neraca Panas Cooler – 02

1. Entalpi umpan masuk = 495230,00 KJ/jam	1. Entalpi hasil pemanasan = 311017,708 KJ/jam 2. Beban Dingin Cooler = 184212,292 KJ/jam
495230,00 KJ/jam	495230,00 KJ/jam

3.3.3.15. Cooler - 03

Suhu Masuk : 211 °C

Suhu Keluar : 80 °C

Tabel 3.27. Neraca Panas Cooler – 03

1. Entalpi umpan masuk = 27899,1688 KJ/jam	1. Entalpi hasil pemanasan = 7996,1824 KJ/jam 2. Beban Dingin Cooler = 25895,3512 KJ/jam
27899,1688 KJ/jam	27899,1688 KJ/jam





3.3.3.16. Cooler - 04

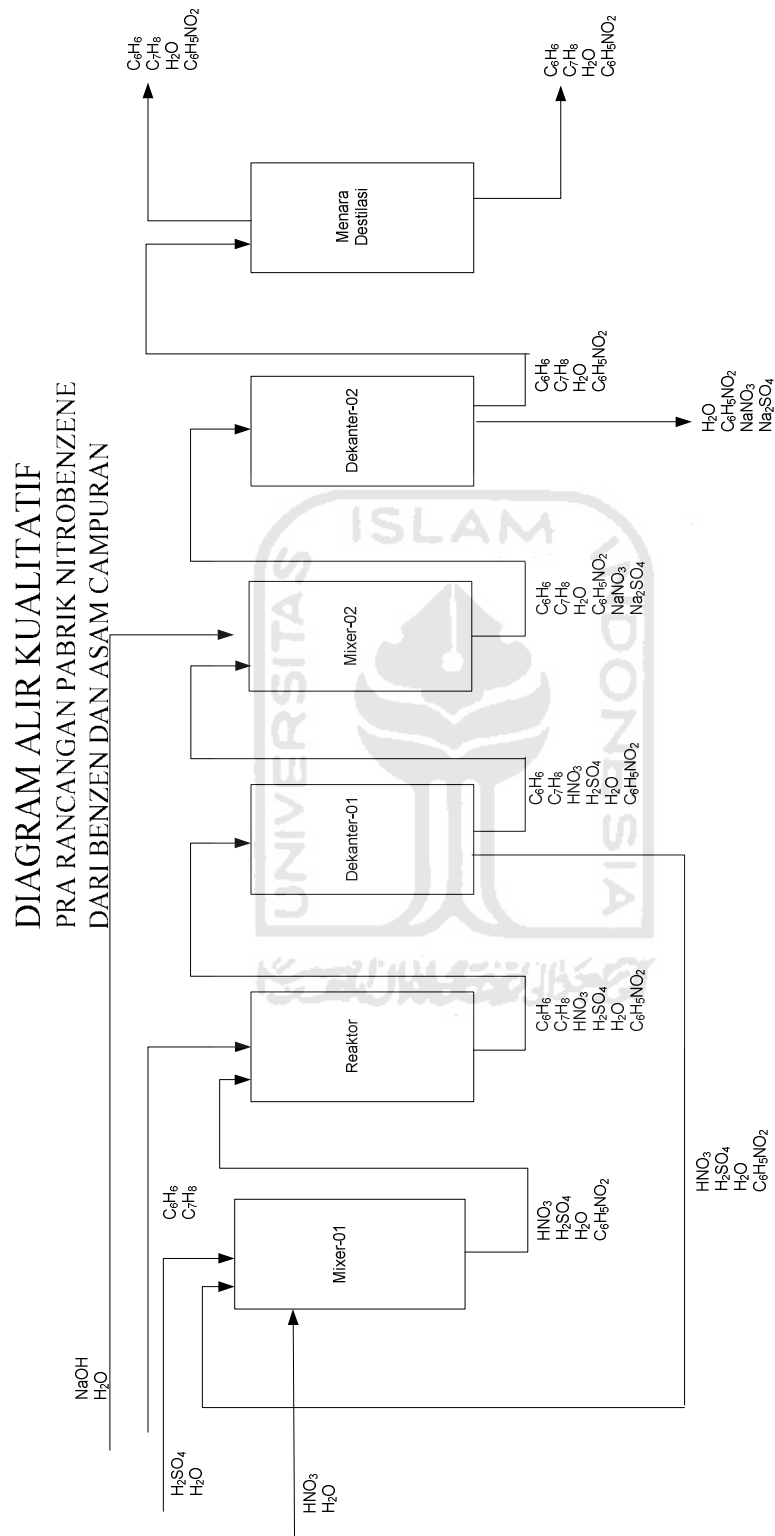
Suhu Masuk : 102.44 °C

Suhu Keluar : 80 °C

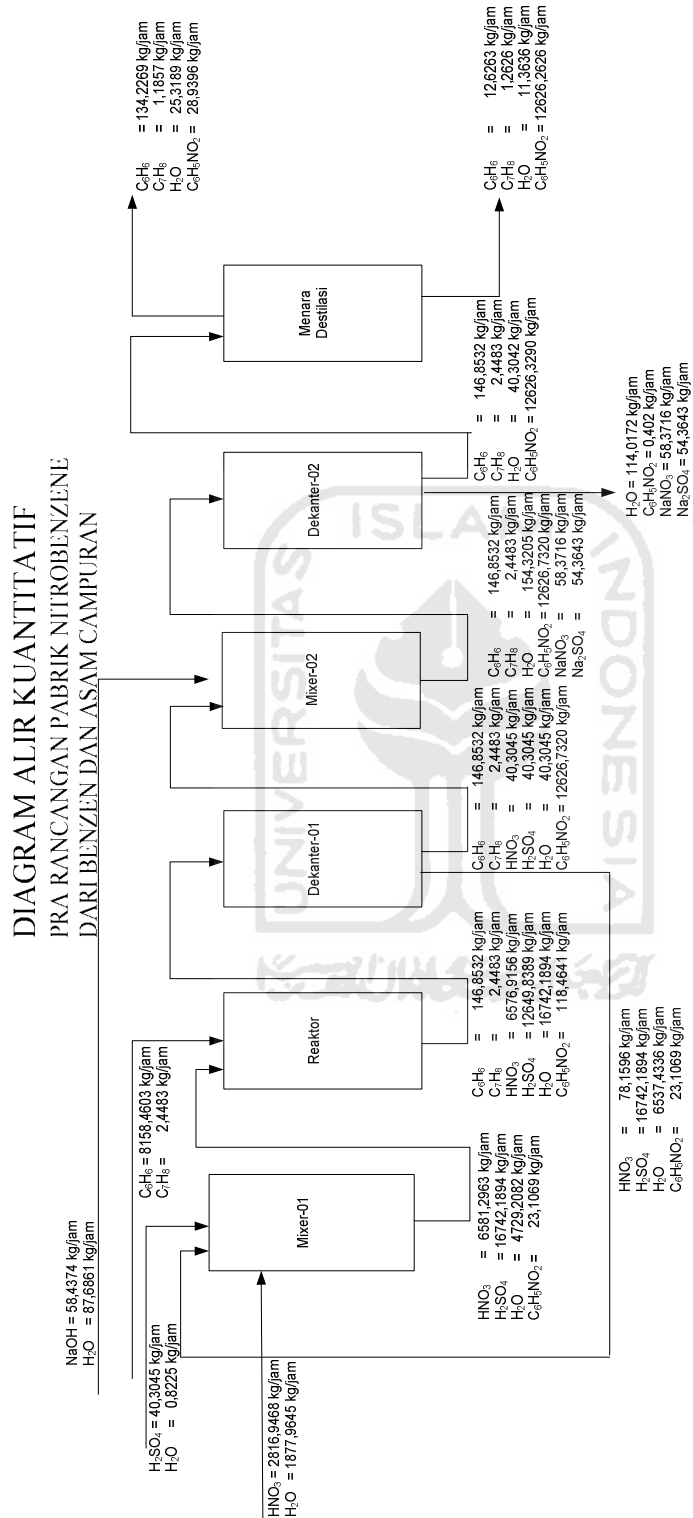
Tabel 3.28. Neraca Cooler – 04

1. Entalpi umpan masuk = 4235139,6562 KJ/jam	1. Entalpi hasil pemanasan = 97853,2059 KJ/jam 2. Beban Dingin Cooler = 4137286,4503 KJ/jam
4235139,6562 KJ/jam	4235139,6562 KJ/jam





Gambar. 3.1. Diagram Alir Kualitatif



Gambar. 3.2. Diagram Alir Kuantitatif



BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pabrik Nitrobenzene dari Benzene dan Asam Campuran dengan kapasitas 100.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di kawasan industri Gresik, Jawa Timur. Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik ini antara lain :

4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi, adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

1. Penyediaan bahan baku

Bahan baku Benzene dapat diperoleh dari Pertamina UP IV Cilacap dan HNO_3 dapat diperoleh dari PT. Gema Prima Adisejati Jawa Timur atau PT. Multi Nitroma Kimia Cikampek, sedangkan untuk Asam Sulfat (H_2SO_4) dapat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik Jawa Timur.





2. Pemasaran

Produk pabrik ini merupakan bahan baku untuk pembuatan anilin dan anilin derivatif seperti *metilen dipenil diisosianat (MDI)*, pembuatan *rubber chemicals*, pestisida, farmasi, sepatu dan pembersih lantai, dan solvent pada cat, sehingga pemasarannya diharapkan tidak hanya pada pabrik anilin dan pabrik lainnya yang ada di Pulau Jawa saja melainkan bisa diekspor, sehingga lokasi pabrik dipilih dekat pelabuhan.

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Lokasi pabrik yang akan didirikan dekat dengan sumber air, baik sumber air yang di minum dan cuci diperoleh dari Krakatau Steel maupun air laut yang dipergunakan sebagai pendingin.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik, dengan didirikannya pabrik di kawasan industri Gresik, Jawa Timur yang padat penduduknya memungkinkan untuk memperoleh tenaga kerja dengan mudah dan berkualitas.

5. Transportasi

Lokasi pabrik harus mudah dicapai sehingga mudah dalam penyaluran produk, terdapat transportasi yang lancar baik darat dan laut. Letak pabrik Nitrobenzene ini di pinggiran kota Gresik, sehingga akan mempermudah transportasi lewat darat. Selain itu



juga posisi pabrik di dekat pelabuhan, sehingga memudahkan transportasi melalui laut khususnya untuk bahan baku yang diimpor dan produk yang akan diekspor.

4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder meliputi :

1. Perluasan Areal Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan industri Gresik, Jawa Timur, sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- a. Segi keamanan kerja terpenuhi.
- b. Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- c. Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.
- d. Transportasi yang baik dan efisien.



3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penimbunan bahan baku dan produk yang saling berhubungan. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik efisien dan proses produksi serta distribusi dapat berjalan dengan lancar, keamanan, keselamatan, dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi. Selain peralatan proses, beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, pos penjaga, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalu lintas, barang dan proses.

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

1. Daerah Proses

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





2. Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap, atau gas beracun harus benar-benar diperhatikan di dalam menentukan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengamanan seperti hidran, penampung air yang cukup, dan penahan ledakan. Tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang berbahaya harus diletakkan di area khusus dan perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan lainnya yang berguna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

3. Luas Area yang Tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah sangat tinggi, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan yang lain, ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

4. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, steam, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses ditata sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah menjangkaunya dan dapat terjalin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.



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

1. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

Disini merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses serta produk.

2. Daerah proses

Daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung

3. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi

4. Daerah utilitas

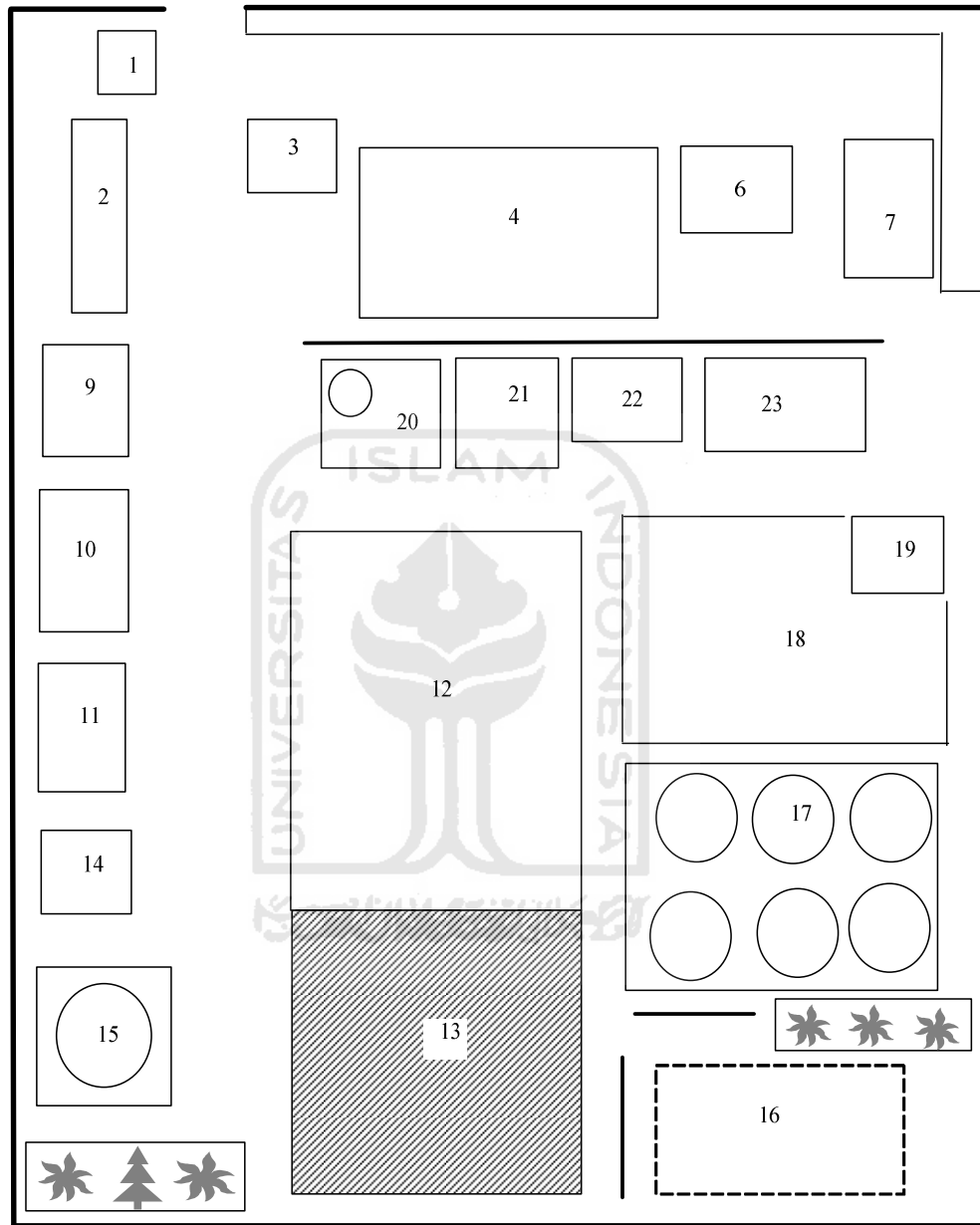
Tabel 4.1. Perincian luas tanah bangunan pabrik

No	Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m ²)
1	2	3	4
1	Pos Penjagaan	5 x 5	25
2	Area parkir	25 x 45	1125
3	Poliklinik	10 x 10	100
4	Kantor	50 x 30	1500
5	Kantin	20 x 15	300
6	Ruang serba guna	30 x 20	600
7	Mess	40 x 20	800
8	Masjid	20 x 10	200
9	Laboratorium	20 x 25	500
10	Control room	25 x 15	375
11	Unit Pemadam kebakaran	20 x 15	300
12	Area proses	75 x 60	4500
13	Area perluasan proses	60 x 60	3600
14	Gudang alat	25 x 15	375



15	Storage produk	25 x 20	500
16	Pengolahan limbah	25 x 35	875
17	Storage bahan baku	65 x 60	3900
18	Area utilitas	65 x 40	2600
19	Utilitas control	15 x 10	150
20	Storage bahan bakar	25 x 20	500
21	Garasi truck	30 x 20	600
22	Bengkel	20 x 25	500
23	Power Station	20 x 20	400
24	Jalan dan taman	75 x 60	4500
Jumlah			28825





Gambar 4.1. Tata letak pabrik Nitrobenzene kapasitas 100.000 ton/tahun



Keterangan Gambar :

Skala : 1 : 100

- | | |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1. Pos Penjagaan | 13. Area Perluasan Proses |
| 2. Area Parkir | 14. Gudang |
| 3. Poliklinik | 15. Tangki Penyimpanan Produk |
| 4. Kantor | 16. Unit Pengolahan Limbah |
| 5. Kantin | 17. Storage Bahan Baku |
| 6. Ruang Serba Guna | 18. Area Utilitas |
| 7. Mess | 19. Ruang Kontrol Utilitas |
| 8. Masjid | 20. Storage Bahan Bakar |
| 9. Laboratorium | 21. Garasi Truck |
| 10. Ruang kontrol | 22. Bengkel |
| 11. Unit Pemadam Kebakaran | 23. Power Station |
| 12. Area Proses | |

4.3. Tata Letak Alat Proses

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

1. Aliran bahan baku dan produk

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

2. Aliran udara

Kelancaran aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang





berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja.

Disamping itu juga perlu diperhatikan arah hembusan angin.

3. Cahaya

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

4. Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata letak alat proses

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

6. Jarak antar alat proses

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



7. Maintenance

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi bahan baku yang diharapkan.

Perawatan *preventif* dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

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

a. *Over head* 1 x 1 tahun

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

b. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* adalah :



❖ Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

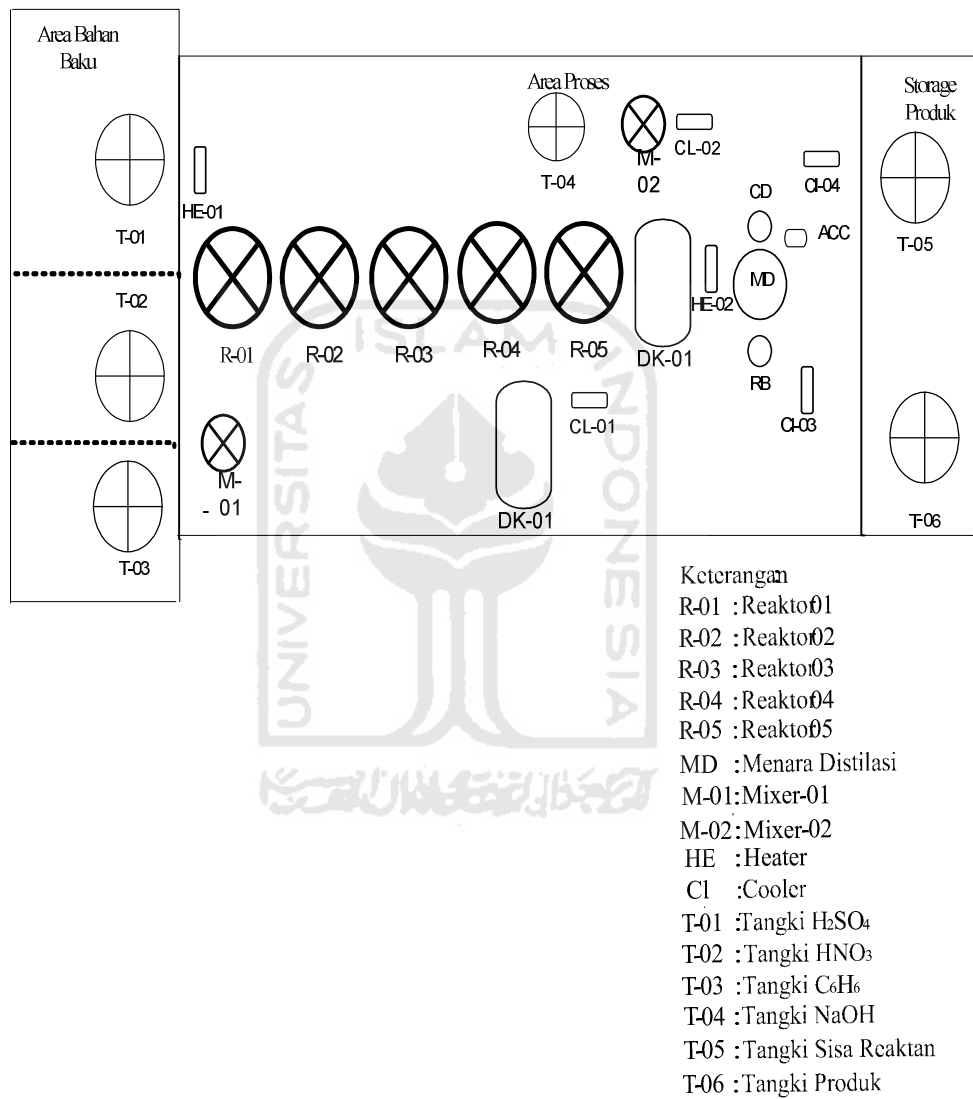
❖ Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan
- Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya kapital yang tidak penting.
- Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.





Gambar4.2. Tata letak alat proses

4.4. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit pendukung proses atau sering disebut dengan unit utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses antara lain terdiri dari penyediaan dan pengolahan air, pembuatan steam, penyediaan bahan bakar dan listrik dan udara tekan. Unit pendukung proses yang terdapat dalam Pabrik Nitrobenzene antara lain:

1. Unit pengadaan air dan pengolahan air
2. Unit pengadaan steam
3. Unit pengadaan listrik
4. Unit pengadaan bahan bakar
5. Unit pengadaan udara tekan

4.4.1. Unit Pengadaan Air dan Pengolahan Air

4.4.1.1. Unit Pengadaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan Pabrik Nitrobenzene ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai yang terdekat dengan pabrik. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah:

- 1) Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.

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

Air bersih pada pabrik biasanya digunakan untuk memenuhi keperluan antara lain:

1. Air Pendingin

Pada umumnya digunakan air sebagai media pendingin. Hal ini dikarenakan faktor-faktor sebagai berikut:

- 1) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar
- 2) Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya
- 3) Dapat menyerap sejumlah panas persatuan volume yang tinggi
- 4) Tidak terdekomposisi

2. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, dan perumahan.

Syarat air sanitasi meliputi:

- 1) Syarat fisik
 - Suhu di bawah suhu udara luar
 - Warna jernih
 - Tidak mempunyai rasa
 - Tidak berbau



2) Syarat kimia

- Tidak mengandung zat organik maupun anorganik
- Tidak beracun

3) Syarat bakteriologis

Tidak mengandung bakteri-bakteri terutama bakteri yang patogen.

3) Air Umpan Boiler

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

1) Zat- zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi disebabkan karena air mengandung larutan- larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S yang masuk ke badan air.

2) Zat yang menyebabkan kerak (scale forming)

Pembentukan kerak disebabkan karena suhu tinggi dan kesadahan yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat. Dan air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan kerak pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat- zat yang tidak larut dalam jumlah besar.

4.4.1.2. Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diperoleh dari sungai yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat yang





digunakan. Pengolahan tersebut meliputi pengolahan secara fisik, kimia maupun ion exchanger.

Mula-mula air dialirkan ke bak penampungan dengan menggunakan pompa. Pada waktu penyedotan air di pompa, disuntikkan larutan NaCl yang berfungsi untuk membunuh mikroorganisme sehingga tidak berkembang biak dan mengganggu pada proses selanjutnya. Perkembangan mikroorganisme dapat menyebabkan jaringan distribusi menjadi buntu. Level control system (LCS) yang ada dalam bak penampung berfungsi untuk mengatur aliran masuk sehingga sesuai dengan keperluan pabrik.

Koagulan yang ditambahkan ke dalam bak penampung tersebut berfungsi untuk mengendapkan kotoran atau lumpur yang ikut dalam air sungai. Kotoran yang telah mengendap di blow down, sedang air yang keluar dari bagian atas dialirkan ke sand filter. Di sand filter ini air dialirkan ke bak penampung. Air dari bak penampung langsung dialirkan untuk make up pendingin. Sedangkan air untuk perkantoran, pabrik dan air umpan boiler perlu diolah terlebih dahulu.

4.4.1.3. Unit Pengolahan Air Untuk Perkantoran Dan Pabrik

Unit ini berfungsi untuk mengolah air agar dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari. Air dari filtered storage tank dialirkan ke tangki klorinator yang diberi kaporit di dalamnya. Tujuan ditambahkan disinfektan



untuk membunuh mikroorganisme yang terdapat dalam air. Air yang sudah bersih ini ditampung dalam bak penampung air perkantoran dan pabrik.

4.4.1.4. Unit Pengolahan Air Untuk Umpan Boiler (Boiler Feed Water)

1. Unit Demineralisasi air

Unit ini berfungsi menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air yang bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler (BFD). Demineralisasi diperlukan karena BFD memerlukan kriteria antara lain :

- Tidak menimbulkan kerak pada shell maupun tube heat exchanger. Hal ini dapat mengakibatkan turunnya efisiensi operasi bahkan dapat mengakibatkan tidak beroperasinya sama sekali.
- Bebas dari segala gas-gas yang dapat mengakibatkan terjadinya korosi terutama gas oksigen dan karbon dioksida.

Air dari filtered water storage tank yang berfungsi sebagai make up didalam tangki kondensat. Setelah ini diumpankan ke kation exchanger untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan kation yang ada adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} dan Al^{3+} . Air yang keluar dari anion exchanger untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Kemungkinan jenis anion

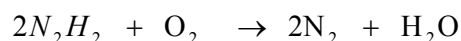


yang ada HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- dan SiO_3^{2-} . Air yang keluar dari unit kation dan anion exchanger ini diharapkan mempunyai PH sekitar 6,1-6,2. Kemudian dikirim ke unit demineralisasi water storage sebagai penyimpan sementara sebelum diproses lebih lanjut sebagai BFD yang berfungsi untuk menghilangkan kation.

2. Unit Daerator

Air yang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama oksigen dan karbon dioksida. Gas-gas tersebut dihilangkan terlebih dahulu karena dapat menimbulkan korosi. Daerator berfungsi untuk menghilangkan gas ini. Di dalam daerator diinjeksikan bahan-bahan kimia, bahan tersebut adalah :

- 1) Steam yang berfungsi untuk mengikat O_2 yang terkandung dalam air. O_2 tidak dapat dihilangkan sepenuhnya oleh steam, sehingga perlu ditambahkan Hidrazin.
- 2) Hidrazin yang berfungsi mengikat sisa oksigen berdasarkan reaksi berikut:



Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama dengan gas – gas lain dihilangkan melalui stripping dengan uap bertekanan rendah.

- 3) Larutan amonia yang berfungsi untuk mengontrol PH. Air yang keluar daerator Phnya 8,5-9,5. Kedalam air umpan boiler disuntikkan larutan



fosfat ($\text{Na}_2\text{PO}_4\text{H}_2\text{O}$) untuk mencegah terbentuknya kerak silikat dan kalsium pada steam drum dan tube boiler. Sebelum diumpankan ke boiler air terlebih dahulu diberi dispersant. Keluar dari deaerator, ke dalam air umpan boiler kemudian diinjeksikan larutan phosphate ($\text{Na}_3\text{PO}_4\text{H}_2\text{O}$) untuk mencegah terbentuknya kerak silica dan kalsium pada steam drum dan boiler tube. Sebelum diumpankan ke boiler, air terlebih dulu diberi dispersan. Kebutuhan air yang akan digunakan untuk umpan boiler sebesar 5162,6529 kg/jam.

3. Unit air pendingin

Air pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air pendingin yang telah digunakan dalam pabrik yang kemudian didinginkan dalam *cooling tower*, kehilangan air karena penguapan, terbawa tetesan udara maupun dilakukan blow down di *cooling tower* diganti dengan air yang disediakan di *filtered water storage tank*. Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak menimbulkan mikroorganisme yang dapat menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal tersebut, didalam air pendingin disuntikkan bahan-bahan kimia sebagai berikut :

- a) Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak
- b) Klorin, untuk membunuh mikroorganisme

- c) Zat dispersant, untuk mencegah terbentuknya penggumpalan (pengendapan pH)

Kebutuhan air pendingin yang masuk ke cooling tower sebesar 248338,3307 kg/jam. Dianggap setelah digunakan di area proses dapat direcycle dan dipakai lagi, sehingga banyaknya make up untuk air pendingin sebanyak 292,1627 kg/jam.

4.4.2. Kebutuhan Air

$$\rho \text{ air} = 1 \text{ kg/Lt} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

1. Air pendingin untuk keperluan proses

$$\text{Reaktor 1} = 36236,7095 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Reaktor 2} = 36236,7095 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Reaktor 3} = 36236,7095 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Reaktor 4} = 36236,7095 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Reaktor 5} = 36236,7095 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Cooler 01} = 36236,7095 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Cooler 02} = 13043,0899 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Cooler 03} = 12626,2626 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Cooler 04} = 189,6711 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Condenser} = 189,6711 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Jumlah Kebutuhan} = 243468,9517 \text{ kg/jam}$$

$$\text{over design 20 \%, kebutuhan air pendingin} = 292163,7420 \text{ kg/jam}$$



Recovery melalui cooling tower 85%,

maka make up yang diperlukan 15%, sehingga = 43824,4113 kg/jam

Total kebutuhan air pendingin secara kontinyu = 43824,4113 kg/jam

2. Air proses untuk keperluan proses

Mixer 1 = 28075,8208 kg/jam

Mixer 2 = 13043,0705 kg/jam

Jumlah Kebutuhan = 41118,8913 kg/jam

Over design 20%, sehingga :

Total kebutuhan air proses = 49342,6696 kg/jam

3. Air untuk pembangkit Steam

Heater 1 = 17975,5696 lb/jam = 8160,9086 kg/jam

Heater 2 = 52,8765 lb/jam = 227,1551 kg/jam

Reboiler = 1697,4954 lb/jam = 13122,99 kg/jam

Jumlah Kebutuhan = 21511,0537 kg/jam

Over design 20%, kebutuhan air umpan boiler = 25813,2644 kg/jam

Recovery 80%, maka make up yang diperlukan 20%,

Kebutuhan air make-up = 20% x 25813,2644 kg/jam

= 5162,6529 kg/jam





Total kebutuhan air pembangkit steam secara kontinyu:

$$= 5162,6529 \text{ kg/jam}$$

4. Air keperluan kantor dan rumah tangga

1) Air Kantor

Jumlah karyawan = 158 orang

Untuk Lain-lain, maka make up yang diperlukan 10% = 16 orang

Kebutuhan air masing-masing orang diperkirakan = 150 lt/hari

(Sularso p.15)

Kebutuhan air untuk karyawan = 1086,25 kg/jam

Diperkirakan kebutuhan air untuk :

Laboratorium = 500 kg/hari = 20,8333 kg/jam

Poliklinik = 500 kg/hari = 20,8333 kg/jam

Keperluan kantin, musholla, dan kebun = 12000 kg/hari = 500 kg/jam

Jumlah kebutuhan air untuk kantor = 1627,9167 kg/jam

2) Air Rumah Tangga

Pabrik merencanakan mendirikan rumah sebanyak = 20 rumah

Tiap rumah diperkirakan dihuni oleh orang sebanyak = 6 orang

Kebutuhan air masing-masing orang diperkirakan = 0,35 m³/hari

(Sularso p.15)

Jumlah kebutuhan air untuk rumah tangga = 1750 kg/jam





Total kebutuhan air untuk keperluan kantor dan rumah tangga:

$$= 3377,9167 \text{ kg/jam}$$

5. Air untuk pemadam kebakaran

Disediakan air sebanyak 600 ft³/hari = 712,9743 kg/jam

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air total secara kontiny} &= 102420,6247 \text{ kg/jam} \\ &= 102,4206 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 3616,9306 \text{ cuft/jam} \\ &= 811171,3478 \text{ m}^3/\text{tahun}\end{aligned}$$

Jadi air yang harus dipompakan atau diambil dari air sungai adalah 811171,3478 kg/jam.

Selain sifat fisik dari sungai, masalah yang lebih kompleks lagi adalah sifat kimiawi dari air tersebut. Sifat – sifat kimia dari air sungai dipengaruhi oleh zat – zat yang terlarut didalamnya. Sifat kimia yang sering jadi masalah adalah kesadahan yang terbagi menjadi 2 macam:

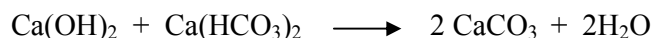
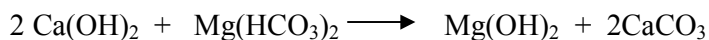
- Kesadahan sementara, yaitu air mengandung senyawa – senyawa $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.
- Kesadahan tetap, yaitu air yang mengandung senyawa – senyawa AlSO_4 , MgSO_4 , dan MgCO_3 .

Kesadahan sementara dapat dihilangkan dengan menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang berasal dari pelarutan CaO dalam air.



Reaksi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ untuk menghilangkan kesadahan sementara:





Ca(OH)_2 selain untuk menghilangkan kesadahan sementara, juga berfungsi untuk menciptakan suasana basa pada air sehingga membantu proses koagulasi oleh alum menjadi lebih efektif.

Kesadahan tetap dapat dihilangkan dengan mereaksikan Na_2CO_3 ke dalam air.



Sedangkan reaksi oleh Na_2CO_3 dipilih supaya tidak menambah kesadahan air.



❖ *Sand Filter*

Air yang keluar dari clarifier secara over flow masuk ke sand filter yang berfungsi menyaring gumpalan terbentuk dalam clarifier yang belum terendapkan. Air yang keluar dari sand filter sudah jernih dan ditampung dalam bak penampung air bersih untuk dilanjutkan ke unit pelunakan air untuk air proses dan ke unit pengolahan air untuk perumahan dan kantor.

❖ *Kation dan anion exchanger*

Unit pelunakan air terdiri dari kation dan anion exchanger. Sebelum air digunakan untuk proses pelarutan dan pengenceran maka terlebih dahulu

dilakukan proses pelunakan air untuk menghilangkan kesadahan dengan menggunakan kation dan anion exchanger. Dimana pada alat ini akan berlangsung proses pelunakan air penyebab kesadahan dengan ion H^+ atau ion OH^- dari resin dalam exchanger.

Ion – ion dalam air.

Kation: Ca^{++} , Mg^{++} , Fe^{++} , Al^{++} , dll

Anion : HCO_3^- , SO_4^{2-} , SiO_2^- , dll

Contoh reaksi yang terjadi dalam kation exchanger:



H_2Z = resin kation exchanger

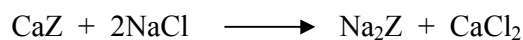
Contoh reaksi penukaran anion dan kation exchanger:



ROH = resin anion exchanger

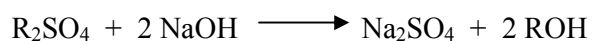
Dalam perancangan ini digunakan mesin zeolit *wet process synthetic*.

Setelah beberapa waktu resin akan hilang daya kerjanya, maka resin harus diregenerasi kembali dengan $NaCl$.



Dalam perancangan anion exchanger digunakan resin jenis *strongly basic resin amberlite IRA. 400*.

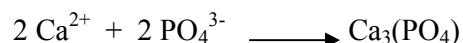
Resin anion menggunakan senyawa $NaOH$:





Untuk mencegah terjadinya kerak pada pipa – pipa saluran dan pompa akibat kesadahan air yang tersisa, ditambahkan phospat pada bak penampungan untuk dilarutkan dengan air.

Reaksi phospat dengan kation:



Endapan $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$ bersifat ringan, tidak menempel pada pipa – pipa saluran sehingga mudah untuk dikeluarkan. Untuk menghilangkan gas – gas korosif digunakan tangki daerator setelah air keluar dari kation dan anion exchanger. Sedangkan untuk penghilangan gas – gas tersebut dapat dilakukan dengan penambahan natrium sulfit (Na_2SO_3).

Unit pengolahan air untuk keperluan rumah dan kantor sebelum digunakan sebagai air minum dan keperluan rumah tangga dan kantor terlebih dahulu air dilakukan proses penghilangan bakteri dan bibit penyakit yaitu pada tangki desinfektan. Pada unit ini ditambahkan kaporit (CaOCl_2) sebagai desinfektan. Air yang sudah ditambahkan kaporit kemudian dipompakan ke tower/bak penampung air yang akan dialirkan untuk kebutuhan rumah tangga dan perkantoran. Diharapkan air ini sudah memenuhi standar mutu air minum dan air yang baik serta sehat untuk dikonsumsi rumah tangga dan kantor.





4.4.3. Alat-alat Pengolahan Air

1. Bak penampung/pengendap awal

Tugas : mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai sebanyak

102420,6247 kg/jam.

Dirancang dengan over design = 10 %

Waktu tinggal air dalam bak 2 - 4 jam (Powell, 1954), diambil = 3 jam

Volume bak = 337,9881 m³

Dimensi bak → panjang = $\frac{1}{2}$ x lebar = $\frac{1}{2}$ x tinggi

$$V = \frac{1}{4} \times p^3,$$

$$p = 11,0574 \text{ m}$$

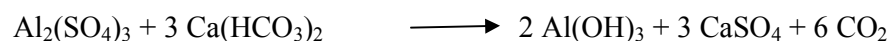
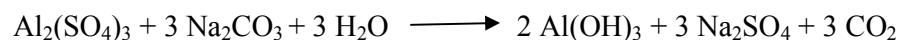
$$l = 5,5287 \text{ m}$$

$$t = 5,5287 \text{ m}$$

2. Bak penggumpal

Tugas : menggumpalkan kotoran yang tidak mengendap di bak penampung awal dengan cara menambahkan Al₂(SO₄)₃ dan Na₂CO₃

Reaksi yang terjadi :



Dipakai bak pengaduk, motor yang dipakai berkekuatan 2 Hp

Waktu tinggal dalam bak 20 - 60 menit (Powell, 1954), diambil 60 menit

Dirancang dengan over design = 10 %

Volume bak = 112,6627 m³





Dimensi bak bentuk silinder tegak dengan $D = H$

$$V = 0.25 \cdot \pi \cdot D^3,$$

$$D = 5,2356 \text{ m}$$

Jadi diameter = tinggi $H = 5,2356 \text{ m}$

Kebutuhan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

110 lb tiap 750000 gal. air (Shreve, 1975)

$$941833 \text{ lb/hari} = 42,7206 \text{ kg/hari}$$

Kebutuhan Na_2CO_3

214500 lb tiap 750000 gal. air (Shreve, 1975)

$$18,3657 \text{ lb/hari} = 8,3305 \text{ kg/hari}$$

3. Tangki larutan alum

Tugas : menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5 % untuk 1 minggu

Operasi

Konsentrasi alum dalam air yang diolah = 30 ppm

Kebutuhan alum = 3,0726 kg/jam

Kebutuhan larutan alum 5 % = 61,4524 kg/jam

Density larutan dianggap = 1000 kg/m³

Keperluan satu minggu operasi = 10,3240 m³

Volume tanki dirancang (over design 20 %) = 12,3888 m³

Dipilih tanki silinder tegak, dengan $H/D = 2$

$$V \text{ tangki} = \pi/4 \cdot D^2 \cdot H = \pi/4 \cdot D^2 \cdot 2D$$





$$D = 1,9909 \text{ m}$$

$$L = 3,9817 \text{ m}$$

4. Tangki larutan soda abu

Tugas : menyiapkan dan menyimpan larutan soda abu 5 % untuk 1 minggu
operasi konsentrasi soda abu dlm air yang diolah 30 ppm

$$\text{kebutuhan soda abu} = 3,0726 \text{ kg/jam}$$

$$\text{kebutuhan lar. soda abu 5 \%} = 61,4524 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Density larutan dianggap} = 1000 \text{ kg/m}_3$$

$$\text{keperluan satu minggu operasi} = 10,3240 \text{ m}_3$$

$$\text{volume tanki dirancang (over design 20 \%)} = 12,3888 \text{ m}_3$$

dipilih tanki silinder tegak, dengan $H/D = 2$

$$V \text{ tanki} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot 2 \cdot D$$

$$D = 1,9909 \text{ m}$$

$$L = 3,9817 \text{ m}$$

5. Clarifier

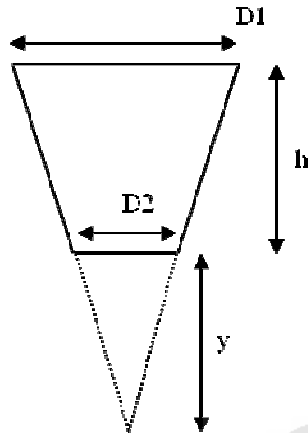
Tugas : mengendapkan gumpalan - gumpalan kotoran dari bak penggumpal

Dipakai bak berbentuk silinder terpancung, dengan waktu tinggal

60 menit dan over design 10 %



$$\text{Volume clarifier} = 112,6627 \text{ m}^3$$



$$h = 10 \text{ ft} = 3,0480 \text{ m (Powell, 1954)}$$

$$\text{diambil : } D_2 = 0,61 \times D_1$$

$$\begin{aligned} D_2/D_1 &= y/(y+h) = 0,61 D_1/D_1 \\ &= y/(y+3.048) \end{aligned}$$

$$y = 4,5720 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol} &= (0,25 \times \pi \times D_1^2 \times (y+h)/3) - (0,25 \times \pi \\ &\quad \times (0,61 D_1)^2 \cdot y/3) \end{aligned}$$

$$D_1 = 7,7010 \text{ m}$$

$$D_2 = 4,6976 \text{ m}$$

Jadi dimensi clarifier :

$$\text{tinggi} = 3,0480 \text{ m}$$

$$\text{diameter atas} = 7,7010 \text{ m}$$

$$\text{diameter bawah} = 4,6976 \text{ m}$$

6. Tangki pengaman

Tugas : menampung air yang keluar dari Cooling Tower dan make-up air

Dirancang dengan over design 10 % dan waktu tinggal 1 jam

$$\text{Volume tangki} = 48,2069 \text{ m}^3$$

$$\text{Dimensi tangki : } H/D = 1$$

$$V = \pi/4 \cdot D^2 \cdot (D)$$



$$D = 3,9453 \text{ m}$$

$$H = 3,9453 \text{ m}$$

7. Bak saringan pasir

Tugas : menyaring partikel - partikel halus yang belum terendapkan dan masih terdapat dalam air sebanyak 102420,6247 kg/jam

$$\text{Kecepatan penyaringan} = 15 - 25 \text{ gpm/ft}^2 \quad (\text{Powell, 1954}),$$

$$\text{Diambil} = 25 \text{ gpm/ft}^2$$

$$\text{Air dari clarifier} = 102,4206 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 450,9935 \text{ gpm}$$

$$\text{Volume Bak, dengan over design 10\%} = 112,6627 \text{ m}^3$$

$$\text{Luas penampang cairan} = 18,0397 \text{ ft}^2$$

$$D = (4.A / \pi)^{0.5} = 4,79 \text{ ft} = 1,46 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi tumpukan pasir} = 12-20 \text{ in} (\text{Powell, 1954}), \text{ diambil: } 20 \text{ in} = 0,508 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi tumpukan kerikil} = 20-40 \text{ in} (\text{Powell, 1954}), \text{ diambil: } 40 \text{ in} = 1,02 \text{ m}$$

8. Tangki penampung air

Tugas : menampung air sebanyak 58596,2134 kg/jam yang keluar dari saringan pasir yang selanjutnya akan dikirim ke tangki demineralisasi dan keperluan umum

Dirancang overdesign 10 % dan waktu tinggal dalam tangki 1 jam

$$\text{Volume tangki} = 64,4558 \text{ m}^3$$





Dimensi tangki : $D = H$

$$D = H = (4 \cdot V / \pi)^{1/3} = 4,3464 \text{ m}$$

9. Tangki demineralisasi

Tugas : menghilangkan kesadahan air sebanyak = 4942,6696 kg/jam

Dengan menyerap ion-ion yang masih terdapat dalam air
dengan zeolit (cation exchanger) dan RNH_2 (anion exchanger)

Kecepatan air dalam zeolit = 3-8 gpm/ft² (Powell, 1954), diambil = 5 gpm/ft²

Tangki berbentuk silinder,

$$\text{Luas penampang, } A = 43,4546 \text{ ft}^2$$

$$\text{Diameter} = (4 \cdot A / \pi)^{0.5} = 7,4402 \text{ ft} = 2,2678 \text{ m}$$

Kebutuhan zeolit :

Tebal zeolit yang diperlukan 30 - 72 in (Powell, 1954),

$$\text{Volume zeolit} = 217,2729 \text{ ft}^3$$

$$\text{Densitas zeolit} = 13,8500 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Kebutuhan zeolit} = 3009,2293 \text{ lb} = 1364,95632 \text{ kg}$$

Kebutuhan $\text{R} - \text{NH}_2$:

$$\text{Diambil } V \text{ R-NH}_2 = V \text{ zeolit} = 217,2729 \text{ ft}^3$$

$$\text{Densitas RNH}_2 = 16,5500 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Kebutuhan RNH}_2 = 3595,8661 \text{ lb} = 1631,0489 \text{ kg}$$

Regenerasi zeolit :

Tiap 1 ft³ zeolit dapat menghilangkan 2000 - 12000 grain "hardness".





Dalam satu gallon air rata-rata terdapat 10 grain hardness (Powell, 1954).

Diambil kapasitas 7000 grain/ft³ zeolit. Sehingga,

Zeolit total diatas dapat menghilangkan hardness sebanyak

$$= 1520910,1141 \text{ grain}$$

Jumlah air yang dilunakkan = 1520910,1141 gallon

Waktu operasi zeolit hingga regenerasi = 700 menit = 11,67 jam

Regenerasi dilakukan dalam larutan NaCl jenuh tiap 0,275–0,35 lb NaCl meregenerasi zeolit yang mengandung 1000 grain "hardness"

(Shreve,' 78)

Diambil 0,35 lb NaCl/1000 grain

Kebutuhan NaCl tiap hari = 1095,0553 lb = 496,7061 kg

Larutan NaCl yang digunakan adalah larutan jenuh pada suhu kamar.

Konsentrasi larutan jenuh NaCl pada suhu kamar 36,36 g NaCl/100 g H₂O

Kebutuhan air untuk membuat NaCl jenuh = 3011,7032 lb H₂O

10. Tangki larutan NaCl

Tugas : menyiapkan dan menyimpan larutan NaCl untuk regenerasi ion exchanger

Larutan NaCl yang digunakan adalah larutan jenuh pada suhu kamar.

Konsentrasi larutan jenuh NaCl pada suhu kamar

$$= 36,36 \text{ g NaCl}/100\text{g H}_2\text{O} = 26,66 \%$$

Kebutuhan larutan NaCl 26 % = 1910,4082 kg/hari





Density larutan NaCl 26,6 % pada 35 °C = 1150 kg/m³

Volume larutan selama satu periode, VL = 1,66 m³

Tangki dirancang untuk satu kali regenerasi (over design 20 %)

V tangki = 1,9935 m³

Tangki berbentuk silinder tegak, dengan H/D = 2

Vtangki = 0,25.π.D².(2D)

D = 1,0829 m

H = 2,1657 m

11. Dearator

Tugas : menghilangkan gas - gas yang terlarut dalam air umpan boiler
untuk mengurangi terjadinya korosi.

Jenis : Silinder tegak yang berisi packing. Udara mengalir dari bagian
bawah tangki

Jumlah air umpan boiler = 5162,6529 kg/jam

Kecepatan volumetrik air = 5,1627 m³/jam

Waktu tinggal diambil = 12 jam, digunakan 2 buah tangki dengan
overdesign 20 %

Volume 1 tangki = 37,1711 m³

Dirancang alat dengan D = H, V = $\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H$

D = H = 3,6178 m





12. Tangki kondensat

Tugas : menampung air kondensat uap air dari alat proses dan
make - up umpan boiler

Waktu tinggal diperkirakan 1/2 jam

Jumlah air yang harus ditampung = 25813,26 kg/jam = 25,8133 m³/jam

Volume air dalam tangki = 12,9066 m³

Volume tangki dirancang (over design 20 %) = 15,4880 m³

Dipilih tangki vertikal dengan H/D = 1

$$V_{\text{tangki}} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot (H)$$

$$D = 2,7021 \text{ m}$$

$$H = 2,7021 \text{ m}$$

13. Bak klorinasi

Tugas : mencampur air dengan klorine untuk membunuh kuman
penyakit / desinfektan (Untuk air perkantoran dan keperluan
umum)

Jenis : silinder tegak dengan D = H

Jumlah air yang diolah = 3377,9167 kg/jam

Dirancang dengan overdesign 10 % dan waktu tinggal 10 menit

Debit air = 3,3779 m³/jam

Volume bak = 0,6193 m³

$$D = H = 0,9240 \text{ m}$$





14. Tangki kaporit

Tugas : menyiapkan dan menyimpan larutan kaporit 5% untuk
persediaan 1 minggu

Konsentrasi kaporit dalam air yang diolah = 5 ppm

Kebutuhan kaporit = 0,0169 kg/jam

Kebutuhan larutan kaporit 5 % = 0,3378 kg/jam

Density larutan dianggap = 1000 kg/m^3

Keperluan 2 minggu operasi

Volume cairan = $0,1135 \text{ m}^3$

Over design 20 % = $0,1362 \text{ m}^3$

Dipilih tangki silinder tegak, dengan $H/D = 2$

Vtangki =

$D = 0,2945 \text{ m}$

$H = 0,5891$

15. Cooling Tower

Tugas : mendinginkan kembali air pendingin yang digunakan pada alat -
alat proses menjadi 35°C sebelum disirkulasikan lagi

Sistem : kontak langsung dengan udara didalam cooling tower (fan)

Jenis : induced draft cooling tower

Jumlah air yang didinginkan = 248338,3307 kg/jam

Densitas air = 1000 kg/m^3

Suhu air masuk, $T_1 = 50^\circ\text{C} = 122^\circ\text{F}$





Suhu air keluar, $T_2 = 35 \text{ } ^\circ\text{C} = 95^\circ\text{F}$

Suhu dry bulb udara $T_{db} = 35 \text{ } ^\circ\text{C} = 95^\circ\text{F}$

Suhu wet bulb udara $T_{wb} = 26,11 \text{ } ^\circ\text{C} = 79^\circ\text{F}$, (RH = 50 %)

Temperature approach $= T_2 - T_{wb} = 8,89 \text{ } ^\circ\text{C}$

Cooling range $= 15 \text{ } ^\circ\text{C}$

from fig. 12.14 Perry, 1984

water concentration $= 3,5 \text{ gal}/(\text{men. ft}^2)$

Area tower yang digunakan $= 312,4342 \text{ ft}^2$

Fan HP (fig. 12.15 Perry, 1984) $= 0,037\text{hp}/(\text{ft}^2 \text{ tower})$, 100 % standard

Power untuk fan $= 11,56 \text{ Hp}$

dipilih motor induksi standard NEMA 20 Hp

Jika T approach 8 ~ 11 celcius dipilih tinggi menara $= 4.6 \sim 6.1 \text{ m}$

(Perry, 1984)

dipilih tinggi menara $= 6 \text{ m} = 19,69 \text{ ft}$

16. Tangki air pendingin

Tugas : menampung air dari cooling tower dan make - up sebagai air pendingin untuk kemudian disirkulasikan ke alat - alat proses

Jenis : tangki silinder tegak

Jumlah air $= 292162,7420 \text{ kg/jam} = 292,1627 \text{ m}^3/\text{jam}$

Tangki dirancang dengan overdesign 10 % dan waktu tinggal 1 jam

V tangki $= 321,3790 \text{ m}^3$





Dimensi tangki

$$D = H = (4.V / \pi)^{1/3} = 7,4253 \text{ m}$$

4.4.4. Unit Penyediaan Steam

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

Kapasitas : 25813,2644 kg/jam

Tekanan : 14,7 Psia

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan drum separator dengan 25% condensat direcycle.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silica, O₂, Ca, Mg yang mungkin masih terikut, dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam boiler *feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 100 -102 °C, kemudian diumpankan ke boiler.





Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke economizer sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.4.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar dan Steam

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar Industrial Diesel Oil (IDO) yang diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah Medium Furnace Oil yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap.

Kebutuhan air untuk steam adalah 25813,2644 kg/jam. Unit ini menyimpan kebutuhan bahan bakar di Boiler sebesar 792,9476 lt/jam

Alat untuk penyediaan bahan bakar berupa tangki bahan bakar yang berbentuk tangki silinder dengan *Conical Roof* dan *Flat Bottomed*.

4.4.6. Unit Penyediaan Listrik

Unit ini untuk memenuhi kebutuhan listrik diseluruh area pabrik. Pemenuhan kebutuhan listrik dipenuhi oleh PLN dan sebagai cadangan



digunakan *generator set* untuk menghindari gangguan yang mungkin terjadi pada PLN. Kebutuhan listrik pada pabrik Nitrobenzene dapat dibagi :

- a) Listrik untuk keperluan proses = 33,93 Kw
- b) Listrik untuk utilitas = 711,21 Kw
- c) Listrik untuk penerangan dan AC = 904,75 Kw
- d) Listrik untuk laboratorium dan bengkel = 30 Kw
- e) Listrik untuk instrumentasi = 74,51 Kw

Jumlah kebutuhan listrik dengan angka aman sebesar 20% yaitu 2105,29 Kw. Jika faktor daya listrik 80% maka total kebutuhan listrik yang digunakan 2631,6102 Kw.

4.4.7. Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Kebutuhan udara tekan sebesar 92,4 m³/jam. Untuk memenuhi kebutuhan udara tekan digunakan kompresor dengan daya 7,5 Hp untuk menekan udara lingkungan.

4.4.8. Unit Pengolahan Limbah

Pabrik *Nitrobenzene* menghasilkan limbah berupa cairan, benzene, toluene, nitrobenzene dan H₂O. Pengolahan air limbah adalah pengolahan limbah pabrik yang belum memenuhi persyaratan (BOD, COD, dan lain-

lain) secara mikrobiologis sehingga air yang keluar dari pabrik memenuhi persyaratan Undang-Undang Lingkungan Hidup.

4.5. LABORATORIUM

4.5.1. Kegunaan Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan fungsinya yang lain adalah untuk pengendalian terhadap pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air.

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

Tugas laboratorium antara lain:

- a. Memeriksa bahan baku dan bahan pembantu yang akan digunakan
- b. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
- c. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi
- d. Memeriksa kadar zat-zat pada buangan pabrik yang dapat menyebabkan pencemaran agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.



4.5.2. Program Kerja Laboratorium

a. Analisa Bahan Baku dan Produk

Dalam upaya pengendalian mutu produk pabrik ini, maka akan dioptimalkan aktifitas laboratorium untuk pengujian mutu. Adapun analisa pada proses pembuatan Nitrobenzene meliputi : kemurnian, warna, densitas, viskositas, titik didih, *specific gravity*, dan *impurities*.

b. Analisa Untuk Keperluan Utilitas

Adapun analisa untuk keperluan utilitas meliputi :

- a) Analisa feed water, yang dianalisa meliputi *Dissolved oxygen*, PH, *hardness*, *total solid*, *suspended solid* serta *oil* dan *organic matter*.

Syarat kualitas feed water :

- DO : lebih baik $0 \leq 0,007$ ppm ($\leq 0,005$ cc/l)

- PH : ≥ 7

- *Hardness* : 0

- Temporary hardness maksimum : ppm CaCO_3

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

- *Suspended solid* : 0

- Oil dan organic matter : 0

* Penukar ion, yang dianalisa adalah kesadahan CaCO_3 dan silica sebagai SiO_2





- * Air bebas mineral, analisisnya sama dengan penukar ion
- * Analisa cooling water, yang dianalisa PH jenuh CaCO_3 dan indeks *Langelier*

Syarat kualitas air pada *cooling water*:

- $\text{PH jenuh CaCO}_3 : 11,207 - 0,916 \log \text{Ca} + \log \text{Mg} - 0,991 \log$
total alkalinitas + $0,032 \log \text{SC}_4$
 - Indeks Langlier : $\text{PH jenuh CaCO}_3 (0,6 - 10)$
- b) Analisa air umpan boiler, yang dianalisa meliputi alkalinitas total, *sodium phosphate, chloride, PH, oil* dan *organic matter, total solid* serta konsentrasi silika.
- c) Air minum yang dihasilkan dianalisa meliputi PH, kadar *khlor* dan kekeruhan
- d) Air bebas mineral, yang dianalisa meliputi PH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut, dan kadar Fe

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

1. Laboratorium Pengamatan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua arus yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan “*Certificate of Quality*” untuk





menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium Analisa/Analitik

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

3. Laboratorium Penelitian, Pengembangan dan Perlindungan Lingkungan

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





4.5.3. Alat-Alat Utama Laboratorium

Alat-alat utama yang digunakan di laboratorium antara lain:

a. *Water Content Tester*

Alat ini digunakan untuk menganalisa kadar air dalam produk.

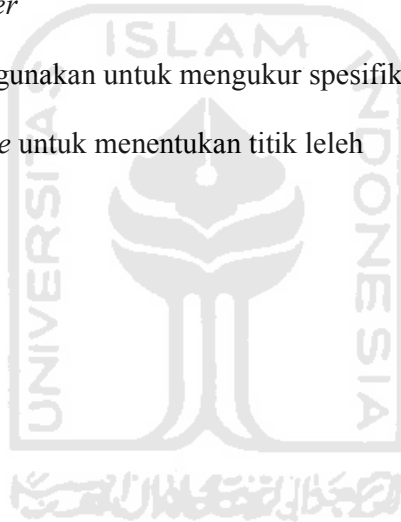
b. *Viscosimeter Bath*

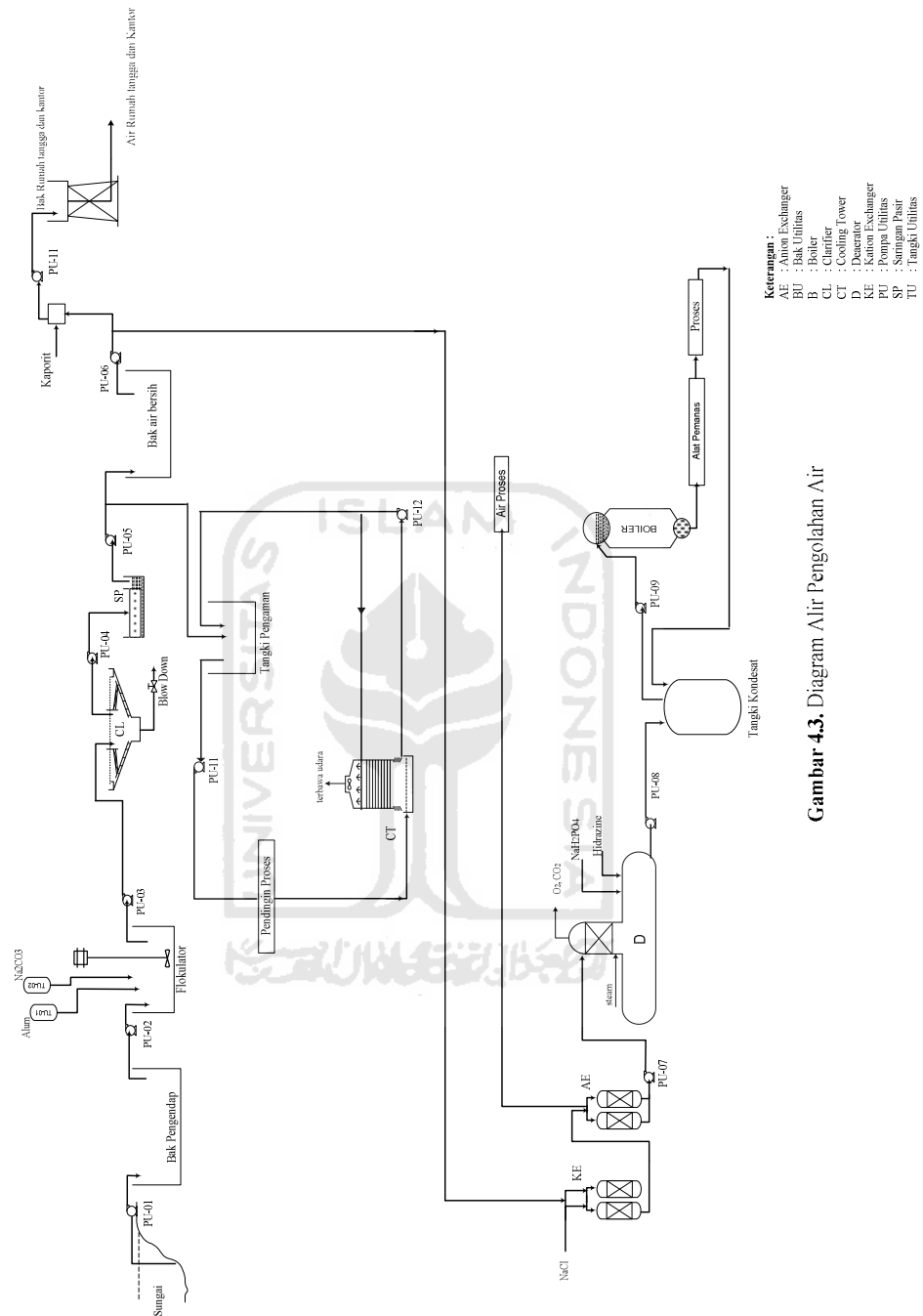
Alat ini digunakan untuk mengukur viskositas produk keluar dari reaktor.

c. *Hydrometer*

Alat ini digunakan untuk mengukur spesifik gravity

d. *Thermoline* untuk menentukan titik leleh





Gambar 4.3. Diagram Alir Pengolahan Air



4.6. Organisasi Perusahaan

4.6.1. Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada Prarancangan Pabrik nitrobenzene adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam Perseroan Terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham. Pabrik Nitrobenzene ini akan didirikan pada tahun 2010 direncanakan mempunyai:

- Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)
- Lapangan Usaha : Industri
- Lokasi Perusahaan : Gresik, Jawa Timur.
- Kapasitas : 100. 000 ton/tahun

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

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh perusahaan. Pemilik dan pengurus



perusahaan terpisah satu sama lain (pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris) sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.

3. Efisiensi dari Manajemen

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

4. Lapangan usaha lebih luas

Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

5. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

6. Mudah mendapatkan kredit dari Bank dengan jaminan perusahaan yang ada.

7. Mudah bergerak di pasar modal.

Ciri- ciri Perseroan Terbatas (PT) yaitu

1. Didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum dagang
2. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham



3. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham.
4. Pabrik dipimpin oleh seorang Direktur yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direktur dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

4.6.2. Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Hal ini disebabkan oleh kelancaran perusahaan berhubungan dengan komunitas yang terjadi di dalamnya.

Untuk mendapatkan suatu sistem yang baik maka perlu diperhatikan beberapa pedoman, antara lain :

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

Dengan berdasar pada pedoman tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik, yang salah satunya yaitu *sistem line and staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam





pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

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

1. Sebagai *staf*, yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.
2. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

Dewan komisaris mewakili para pemegang saham dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya. Tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Manajer Produksi dan Manajer Umum. Manajer Produksi membawahi bagian teknik dan operasi. Manajer Umum membawahi kelancaran pelayanan dan pemasaran. Manajer membawahi kepala bagian dan kepala bagian membawahi kepala seksi. Kepala seksi ini akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan



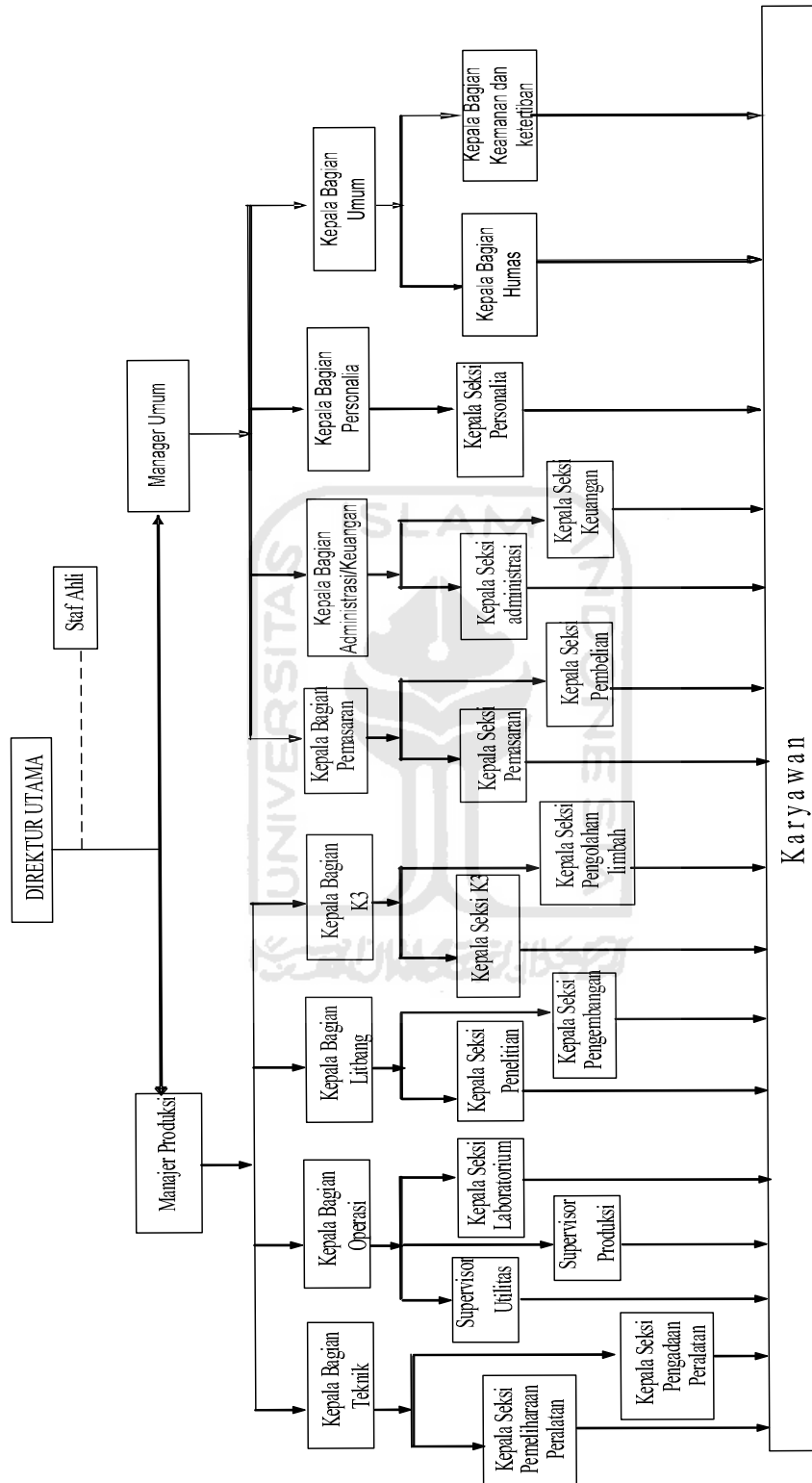


memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, dan wewenang.
- 2) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- 3) Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- 4) Penyusunan program pengembangan manajemen.
- 5) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.
- 6) Untuk struktur organisasi Pabrik Nitrobenzene dapat dilihat pada Gambar 4.4.





Gambar 4.4. Struktur Organisasi Pabrik Nitrobenzene



4.6.3. Tugas dan Wewenang

4.6.3.1. Pemegang Saham

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

1. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

4.6.3.2. 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:

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarah pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direktur.
3. Membantu direktur dalam tugas-tugas penting.





4.6.3.3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur membawahi Manajer Produksi serta Manajer Umum.

Tugas Direktur antara lain :

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya kepada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
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 Umum Pemegang Saham.
4. Mengkoordinir kerjasama dengan Manajer Produksi serta Manajer Umum.

4.6.3.4. Manajer

Membantu Direktur di dalam pelaksanaan operasional perusahaan dan bertanggung jawab kepada Direktur. Disini terdapat beberapa manajer, antara lain:





1. Manajer Produksi, tugasnya :

- 1) Bertanggung jawab kepada Direktur dalam bidang operasi dan teknik.
- 2) Mengkoordinasi, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

2. Manajer Umum, tugasnya :

- 1) Bertanggung jawab kepada Direktur dalam bidang keuangan, pelayanan umum, dan pemasaran.
- 2) Mengkoordinasi, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.6.3.5. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan.

Kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Operasi

Kepala Bagian Operasi bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksinya.





Kepala Bagian Operasi membawahi :

1) Supervisor Utilitas

Tugas Supervisor Utilitas :

- Memimpin dan mengkoordinir pelaksanaan operasional dalam pengadaan utilitas, tenaga, dan instrumentasi. Bertanggung jawab kepada manajer atas hal-hal yang dilakukan bawahannya dalam menjalankan tugasnya masing-masing.

2) Supervisor Produksi

Tugas Supervisor Produksi :

- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
- Mengawasi jalannya proses dan produksi.
- Bertanggung jawab atas ketersediaan sarana utilitas untuk menunjang kelancaran proses produksi.

3) Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium :

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





2. Kepala Bagian Teknik

Kepala Bagian Teknik bertanggung jawab kepada Manajer Produksi. Tugas

Kepala Bagian Teknik antara lain :

- Bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang peralatan, proses, dan utilitas.
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi :

1) Seksi Pemeliharaan Peralatan

Tugas Seksi Pemeliharaan Peralatan antara lain :

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
- Memperbaiki peralatan pabrik.

2) Seksi Pengadaan Peralatan

Tugas Seksi Pengadaan Peralatan antara lain :

- Merencanakan penggantian alat.
- Menentukan spesifikasi peralatan pengganti atau peralatan baru yang akan digunakan.

3. Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan

Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang K3 dan pengolahan limbah.





Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan membawahi :

1) Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Tugas Seksi Keselamatan dan Kesehatan Kerja antara lain :

- Melaksanakan dan mengatur segala hal untuk menciptakan keselamatan dan kesehatan kerja yang memadai dalam perusahaan.
- Menyelenggarakan pelayanan kesehatan terhadap karyawan terutama di poliklinik.
- Melakukan tindakan awal pencegahan bahaya lebih lanjut terhadap kejadian kecelakaan kerja.
- Menciptakan suasana aman di lingkungan pabrik serta penyediaan alat-alat keselamatan kerja.

2) Seksi Pengolahan Limbah

Tugas Seksi Pengolahan Limbah antara lain :

- Memantau pengolahan limbah yang dihasilkan di seluruh pabrik.
- Memantau kadar limbah buangan agar sesuai dengan baku mutu lingkungan.

4. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang) bertanggung jawab kepada Manajer Produksi dalam bidang penelitian dan pengembangan perusahaan.





Kepala Bagian Litbang membawahi :

1) Seksi Penelitian

Tugas Seksi Penelitian antara lain :

- Melakukan penelitian untuk peningkatan efisiensi, dan efektivitas proses produksi serta peningkatan kualitas produk.

2) Seksi Pengembangan

Tugas Seksi Pengembangan antara lain :

- Merencanakan kemungkinan pengembangan yang dapat dilakukan perusahaan baik dari segi kapasitas, keperluan plant, pengembangan pabrik maupun dalam struktur organisasi perusahaan.

5. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala Bagian Pemasaran bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

1) Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian antara lain :

- Merencanakan besarnya kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu yang akan dibeli.
- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.





2) Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran antara lain :

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

6. Kepala Bagian Administrasi/ Keuangan

Kepala Bagian Keuangan bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagian Keuangan membawahi :

1) Seksi Administrasi

Tugas Seksi Administrasi antara lain :

- Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor, dan pembukuan, serta masalah pajak.

2) Seksi Keuangan

Tugas Seksi Keuangan antara lain :

1. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan.
2. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat prediksi keuangan masa depan.

7. Kepala Bagian Personalia dan Umum

Kepala Bagian Personalia bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang personalia.





Kepala Bagian Personalia dan Umum membawahi :

❖ Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia antara lain :

- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.
- Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

8. Kepala Bagian Umum

Kepala Bagian Personalia dan Umum bertanggung jawab kepada Manajer Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan.

Kepala Bagian Umum membawahi :

1) Seksi Humas

Tugas Seksi Humas antara lain :

- Mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

2) Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan antara lain :

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.



- Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan.
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

4.6.3.6. Kepala Seksi

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

4.6.4. Status Karyawan Dan Sistem Penggajian

Pada pabrik Nitrobenzene ini, sistem penggajian karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Untuk penggolongan jabatan dan prasyaratnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut:

1) Karyawan Tetap

Adalah karyawan yang telah memenuhi syarat-syarat yang ditentukan, diterima, dipekerjakan, dan mendapat balas jasa serta terikat dalam hubungan kerja dengan perusahaan untuk jangka waktu yang tidak terbatas.



2) Karyawan Harian

Adalah karyawan yang terikat pada hubungan kerja dengan perusahaan dalam jangka waktu yang terbatas, hubungan kerja diatur dalam suatu perjanjian, dengan berpedoman pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. PER 02/MEN/1993. Hak-hak karyawan kontrak dapat disesuaikan dengan kondisi dan dituangkan dalam kontrak tersebut.

3) Karyawan Borongan

Adalah karyawan yang terikat pada hubungan kerja dengan perusahaan atas dasar pekerjaan harian yang bersifat insidentil atau sewaktu-waktu dan tidak terus-menerus, maksimal selama tiga bulan disesuaikan dengan kondisi dan dituangkan di dalam kontrak yang dimaksud.

4.6.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik Nitrobenzene beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang lain dapat digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan shutdown. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu :

1. Karyawan Non-Shift

Karyawan non-shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan non-shift yaitu manajer, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi, bagian pemasaran, bagian administrasi,





personalia dan umum. Karyawan non-shift dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut :

Jam Kerja :

Hari Senin – Kamis : jam 07.00 – 16.00 dengan waktu istirahat 12.00 – 13.00

Hari Jumat : jam 07.00 – 17.00 dengan waktu istirahat 11.30 – 13.30

Hari Sabtu dan minggu: libur.

2. Karyawan Shift/Ploog

Karyawan Shift adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift antara lain operator produksi, sebagian seksi proses, sebagian seksi laboratorium, sebagian seksi pemeliharaan, sebagian seksi utilitas, sebagian karyawan K3, dan lingkungan, serta seksi keamanan. Para karyawan shift akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut :

Karyawan produksi dan teknik :

Shift Pagi : jam 07.00 – 15.00

Shift Siang : jam 15.00 – 23.00

Shift Malam : jam 23.00 – 07.00





Karyawan keamanan :

Shift Pagi : jam 06.00 – 14.00

Shift Siang : jam 14.00 – 22.00

Shift Malam : jam 22.00 -06.00

Tabel 4.2. Jadwal Kerja Masing-masing Regu Shift

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

Keterangan :

P : Pagi

S : Siang

M : Malam

L : Libur

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 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya, jadwal kerja masing-masing regu shift dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan





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

4.6.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan Dan Gaji

4.6.6.1. Jabatan dan Prasyarat

Tabel 4.3. Jabatan dan Prasyarat

No.	Jabatan	Prasyarat	Pengalaman(TH)
1	Direktur	Sarjana Teknik Kimia	15
2	Manajer Produksi	Sarjana Teknik Kimia	7
3	Manajer Umum	Sarjana Ekonomi	7
4	Sekretaris	Akademi Sekretaris	2
5	Kepala Bagian Operasi	Sarjana Teknik Kimia	5
6	Kepala Bagian Personalia dan Umum	Sarjana Psikologi	5
7	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi	5
8	Kepala Bagian Administrasi/Keuangan	Sarjana Ekonomi	5
9	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin	5
10	Kepala Bagian K3	Sarjana Teknik Lingkungan	5
11	Kepala Bagian Litbang	Sarjana Teknik Kimia	5
12	Kepala Seksi Personalia	Sarjana Psikologi	3
13	Kepala Seksi Humas	Sarjana Komunikasi	3
14	Kepala Seksi Keamanan	Sarjana Muda / DIII	3
15	Kepala Seksi Pemasaran	Sarjana Ekonomi	3
16	Kepala Seksi Administrasi	Sarjana Administrasi Negara	3
17	Kepala Seksi Keuangan	Sarjana Ekonomi	3
18	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia	3
19	Kepala Seksi Pemeliharaan Peralatan	Sarjana Teknik Mesin	3
20	Kepala Seksi Pengadaan Peralatan	Sarjana Teknik Kimia	3
21	Kepala Seksi K3	Sarjana Teknik Lingkungan	3
22	Kepala Seksi Pengolahan Limbah	Sarjana Teknik Lingkungan	3





23	Kepala Seksi Penelitian	Sarjana Kimia	3
24	Kepala Seksi Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia	3
25	Kepala Seksi Pembelian	Sarjana Teknik Kimia	3
26	Supervisor Utilitas	Sarjana Teknik Kimia	3
27	Supervisor Produksi	Sarjana Teknik Kimia	3
28	Karyawan Personalia	Sarjana Muda / DIII	-
29	Karyawan Humas	Sarjana Muda / DIII	-
30	Karyawan Keuangan	Sarjana Muda / DIII	-
31	Karyawan Administrasi	Sarjana Muda / DIII	-
32	Karyawan Pemasaran	Sarjana Muda / DIII	-
33	Karyawan Pembelian	Sarjana Muda / DIII	-
34	Karyawan Pengembangan	Sarjana Muda / DIII	-
35	Karyawan Penelitian	Sarjana Muda / DIII	-
36	Karyawan Pengolahan Limbah	Sarjana Muda / DIII	-
37	Karyawan K3	Sarjana Muda / DIII	-
38	Karyawan Pengadaan Alat	Sarjana Muda / DIII	-
39	Karyawan Pemeliharaan Alat	Sarjana Muda / DIII	-
40	Karyawan Laboratorium	Sarjana Muda / DIII	-
41	Medis	Dokter	3
42	Paramedis	Akademi Keperawatan	3
43	Satpam	SMU Sederajat	-
44	Sopir	SMP / SMU	-
45	Tukang Kebun	SMP / SMU	-
46	Cleaning Service	SMP / SMU	-

4.6.6.2. Perincian Jumlah Karyawan

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





unit proses yang ada. Penentuan jumlah karyawan proses dapat dilihat pada Tabel 4.4. sebagai berikut :

Tabel 4.4. Jumlah Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah
1	Direktur	1
2	Manajer Produksi	1
3	Manajer Umum	1
4	Sekretaris	3
5	Kepala Bagian Operasi	1
6	Kepala Bagian Personalia dan Umum	1
7	Kepala Bagian Pemasaran	1
8	Kepala Bagian Teknik	1
9	Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	1
10	Kepala Bagian K3	1
11	Kepala Bagian Litbang	1
12	Kepala Seksi Personalia	1
13	Kepala Seksi Humas	1
14	Kepala Seksi Keamanan	1
15	Kepala Seksi Pemasaran	1
16	Kepala Seksi Administrasi	1
17	Kepala Seksi Kas	1
18	Kepala Seksi Laboratorium	1
19	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
20	Kepala Seksi Pengadaan	1
21	Kepala Seksi K3	1
22	Kepala Seksi Pengolahan Limbah	1
23	Kepala Seksi Penelitian	1
24	Kepala Seksi Pengembangan	1
25	Kepala Seksi Pembelian	1
26	Supervisor Utilitas	4
27	Supervisor Produksi	4
28	Karyawan Personalia	4





29	Karyawan Humas	4
30	Karyawan Keuangan	2
31	Karyawan Administrasi	2
32	Karyawan Pemasaran	4
33	Karyawan Pembelian	2
34	Karyawan Pengembangan	4
35	Karyawan Penelitian	3
36	Karyawan Pengolahan Limbah	4
37	Karyawan K3	6
38	Karyawan Pengadaan Alat	4
39	Karyawan Pemeliharaan Alat	8
40	Karyawan Laboratorium	12
41	Medis	2
42	Paramedis	5
43	Tukang Kebun	5
44	Sopir	5
45	Satpam	20
46	Cleaning Service	10
	Total	158

4.6.6.3. Penggolongan dan Gaji

Penentuan jumlah gaji dapat dilakukan dengan melihat jabatan masing-masing karyawan. Penentuan jumlah gaji menurut jabatan dapat dilihat pada Tabel 4.5. sebagai berikut



Tabel 4.5. Penggolongan Gaji Menurut Jabatan

Karyawan	Jumlah	Gaji
	orang	(Per bulan)
1. Direktur	1	Rp 20.000.000,00
2. Manajer	2	Rp15.000.000,00
3. Staf Ahli	5	Rp10.000.000,00
4. Kepala bagian	7	Rp 7.500.000,00
5. Kepala Seksi	21	Rp 5.000.000,00
6. Kepala shift	12	Rp 3.000.000,00
7. Karyawan Bag. Teknik	12	Rp 1.000.000,00
8. Karyawan Bag. Operasi	20	Rp 1.500.000,00
9. Karyawan Bag. K3	10	Rp 1.000.000,00
10 Karyawan Bag. Litbang	7	Rp 1.000.000,00
11.Karyawan Bag. Pemasaran	6	Rp 1.000.000,00
12.Karyawan Bag. Keuangan	4	Rp 1.000.000,00
13.Karyawan Bag. Personalia	4	Rp 1.000.000,00
14. Medis	2	Rp 1.500.000,00
15. Para medis	5	Rp 1.200.000,00
16. Sekretaris Direktur	1	Rp 1.200.000,00
17. Sekretaris Manajer	2	Rp 1.000.000,00
18. satpam	20	Rp1.000.000,00
19. cleaning service	10	Rp 500.000,00
20. Sopir	5	Rp. 800.000,00
21. Tukang Kebun	5	Rp 500.000,00

4.6.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa :

1. Tunjangan

- Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.



- b. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.
- c. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

2. Cuti

- a. Cuti tahunan yang diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun
- b. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3. Pakaian Kerja

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

4. Pengobatan

- a. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kerja tanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.
- b. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.



5. Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)

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

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

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

4.6.8. Manajemen Produksi

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

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah

mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian, dimana perencanaan merupakan tolok ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.

4.6.8.1. Perencanaan Produksi

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

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi dua kemungkinan :

- 1) kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal
- 2) kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik, oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :



- a) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- b) Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.
- c) Mencari daerah pemasaran lain

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- a. Material (bahan baku)

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

- b. Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilan meningkat.

- c. Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.





4.6.8.2. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar, dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana, serta waktu yang tepat sesuai dengan jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut:

1. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi, dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

2. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan faktor lain yang dapat menghambat proses produksi. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

3. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.



4. Pengendalian Bahan Proses

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

4.7. ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik Nitrobenzene ini dibuat evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dengan metode:

- 1) *Return Of Investment*
- 2) *Pay Out Time*
- 3) *Discounted Cash Flow rate Of Return*
- 4) *Break Even Point*
- 5) *Shut Down Point*

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

- a) Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri atas:
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital*)



- b) Penentuan Biaya Produksi Total (Production Investment) yang terdiri atas:
- a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
- c) Total Pendapatan.

4.7.1. Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat sekarang adalah:

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad [\text{Aries \& Newton P.16, 1955}]$$

Dalam hubungan ini:

Ex = harga alat pada tahun X

Ey = harga alat pada tahun Y

Nx = nilai indeks tahun X

Ny = nilai indeks tahun Y

Jenis indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* dari “*Peters & Timmerhause, fifth edition*”.

Index harga alat dari tahun 1987 sampai 2002 dapat dilihat pada Tabel 4.6

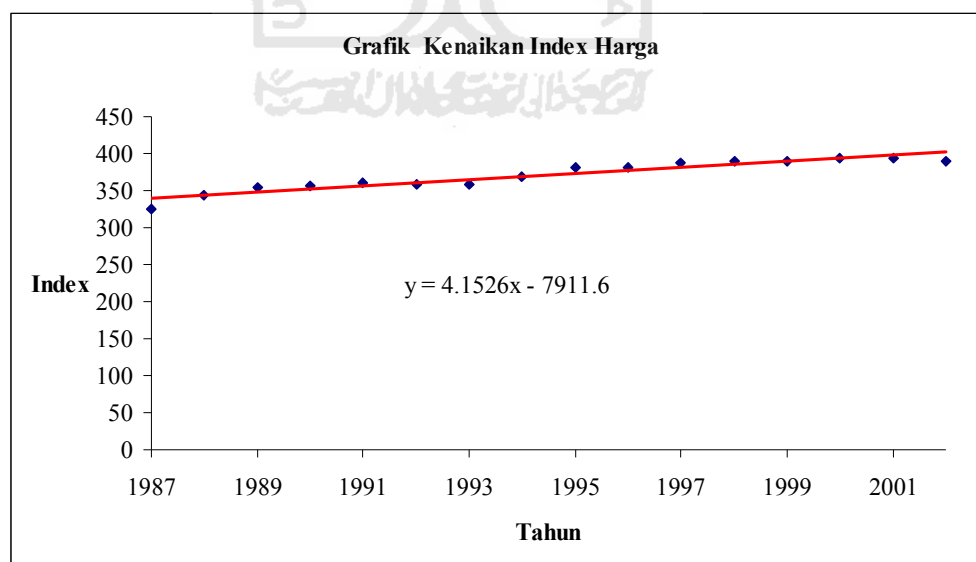


Table 4.6. Indeks harga alat pada berbagai tahun

Tahun	X (Tahun)	Y (Index)
(1)	(2)	(3)
1987	1	324
1988	2	343
1989	3	355
1990	4	356
1991	5	361,3
1992	6	358,2
1993	7	359,2
1994	8	368,1
1995	9	381,1
1996	10	381,7
1997	11	386,5
1998	12	389,5
1999	13	390,6
2000	14	394,1
2001	15	394,3
2002	16	390,4

Sumber: Peters & Timmerhause, fifth edition

Peningkatan nilai index harga alat dari tahun ke tahun sejak tahun 1986 sampai tahun 2002 digambarkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Grafik index harga alat tiap tahun



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

$$E_b = E_a \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^x$$

Dimana:

E_a = Harga alat dengan kapasitas diketahui.

E_b = Harga alat dengan kapasitas dicari.

C_a = Kapasitas alat A.

C_b = Kapasitas alat B.

x = Eksponen.

Besarnya harga eksponen bermacam-macam, tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk bermacam-macam jenis alat dapat dilihat pada Peters & Timmerhause 5th edition, halaman 170

4.7.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi = 100.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan = 2010

Kurs mata uang = US \$ 1 = Rp 9500

[KOMPAS, 1 Desember 2007]





4.7.3. Perhitungan Biaya

4.7.3.1. Capital Investment

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya. *Capital investment* meliputi:

- Fixed Capital Investment* adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya. Daftar *Fixed Capital* yang diperlukan dalam pendirian Pabrik Nitrobenzene dapat dilihat pada Tabel 4.7.
- Working Capital* adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha/modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu. Daftar *Working Capital* yang diperlukan dalam pendirian Pabrik Nitrobenzene dapat dilihat pada Tabel 4.8.

4.7.3.2. Manufacturing Cost

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk. Daftar *manufacturing cost* yang diperlukan dalam pendirian Pabrik Nitrobenzene dapat dilihat pada Tabel 4.9.

- Direct Cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.
- Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.



- c. *Fixed Cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.
- d. *General Expenses* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

4.7.3.3. *General Expense*

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*. Daftar *General expense* yang diperlukan dalam pendirian Pabrik Nitrobenzene dapat dilihat pada Tabel 4.10.

4.7.4. Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan.

4.7.4.1. *Percent Return of Investment (ROI)*

Return of Investment adalah biaya *fixed capital* yang kembali pertahun atau tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{\text{FCI}} \times 100\%$$

4.7.4.2. Pay Out Time (POT)

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

4.7.4.3. Discounted Cash Flow of Return (DCFR)

Evaluasi keuntungan dengan cara *discounted cash flow* uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*present value*).

4.7.4.4. Break Even Point (BEP)

Break even point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales value* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan untung jika beroperasi di atasnya.

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

Dengan:

Fa = Annual Fixed Expense

Ra = Annual Regulated Expense

Va = Annual Variabel Expense

Sa = Annual Sales Value Expense



4.7.4.5. Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

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

4.7.5. Hasil Perhitungan

4.7.5.1. Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

a. *Modal Tetap (Fixed Capital Investment)*

Tabel 4.7. *Fixed Capital Investment*

No	Type of Capital Investment	US \$	Rupiah (Rp)
1	2	3	4
1	Delivered Equipment	1,664,926,28	-
2	Equipment Instalation	182,418.01	704.191.429,68
3	Piping	736,186.97	814.221.340,57
4	Instrumentation	175,903.08	66.017.946,53
5	Insulation	47,052.26	110.029.910,89
6	Electrical	217,164.30	-
7	Buildings	-	12.062.500.000,00
8	Land and Yard Improvement	-	5.725.000.000,00
9	Utilities	3,493,743.56	181.110.549,32
	Pysical Plant Cost	6,517,394.47	21.960.699.520,70
10	Engineering and Construction	1,303,478.89	4.392.139.904,14
	Direct Plant Cost	7,820,873.36	26.352.839.424,84
11	Contractor's Fee	391,043.67	2.635.283.942,48
12	Contingency	1,173,131.00	3.952.925.913,73
	Fixed Capital	9,385,048.03	32.941.049.281,05





Kurs mata uang : US \$ 1 = Rp. 9.500,00

Total *Fixed Capital Investment* dalam rupiah

$$= (\text{US \$ } 9,385,048.03 \times \text{Rp. } 9.500 / \text{US \$ } 1) + \text{Rp. } 32.941.049.281,05$$

$$= \text{Rp. } 122.099.005.586,45.$$

b. Modal Kerja (*Working Capital*)

Tabel 4.8. *Working Capital*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	2	3	4
1	Raw Material Inventory	2,912,577.79	27.669.489.045,30
2	In Process Inventory	26,632.87	9.807.703,26
3	Product Inventory	3,551,049.15	1.307.693.768,19
4	Extended Credit	4,473,333.33	-
5	Available Cash	3,551,049.15	1.307.693.768,19
	Total Working Capital	14,514,642.29	30.294.684.284,94

Sehingga *Total Working Capital* :

$$= (\text{US \$ } 14,514,642.29 \times \text{Rp. } 9.500 / \text{US \$ } 1) + \text{Rp. } 30.294.684.284,94$$

$$= \text{Rp. } 167.967.659.726,55.$$





4.7.5.2. Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

a. *Manufacturing Cost*

Tabel 4.9. *Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	2	3	4
1	<i>Raw Materials</i>	34,950,933.53	-
2	<i>Labor Cost</i>	-	4.797.600.000,00
3	<i>Supervision</i>	-	479.760.000,00
4	<i>Maitenance</i>	-	287.856.000,00
5	<i>Plant Supplies</i>	-	43.178.400,00
6	<i>Royalties and Patents</i>	1,073,600.00	-
7	<i>Utilities</i>		2.152.206.411,76
	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	36,024,533.53	7760.600.811,76
1	<i>Payroll and Overhead</i>		767.616.000,00
2	<i>Laboratory</i>	-	575.712.000,00
3	<i>Plant Overhead</i>		2.878.560.000,00
4	<i>Packaging ang Shipping</i>	5,368,000.00	-
	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	5,368,000.00	4.221.888.000,00
1	<i>Depreciation</i>	938,504.80	-
2	<i>Property Taxes</i>	187,700.96	658.820.985,62
3	<i>Insurance</i>	93,850.48	329.410.492,81
	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	1,220,056.24	3.709.836.406,54
	<i>Total Manufacturing Cost</i>	42,612,589.78	15.692.325.218,29

Sehingga *Total Manufacturing Cost* :

$$= (\text{US \$ } 42,612,589.78 \times \text{Rp. } 9.500 / \text{US \$ } 1) + \text{Rp. } 15.692.325.218,29$$

$$= \text{Rp. } 420.511.928.081,56.$$





b. General Expense

Tabel 4.10. General Expense

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	2	3	4
1	Administration	1,704,503.59	627.693.008,73
2	Sales	2,982,881.28	1.098.462.765,28
3	Research	1,704,503.59	627.693.008,73
4	Finance	716,990.71	1.897.072.006,98
General expense		7,108,879.18	4.250.920.789,72

Sehingga Total General Expense :

$$= (\text{US \$ } 7,108,879.18 \times \text{Rp. } 9.500 / \text{US \$ } 1) + \text{Rp. } 4.250.920.789,72$$

$$= \text{Rp. } 71.785.272.961,60.$$

$$\text{Total Biaya Produksi} = \text{TMC} + \text{GE}$$

$$= \text{Rp. } 492.297.201.043,17.$$

4.7.5.3. Keuntungan (Profit)

$$\begin{aligned} \text{Keuntungan} &= \text{Total Penjualan Produk} - \text{Total Biaya} \\ &\quad \text{Produksi} \end{aligned}$$

Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

$$\text{Total Penjualan Produk} = \text{Rp. } 509.960.000.000,00.$$

$$\text{Total Biaya Produksi} = \text{Rp. } 492.297.201.043,17.$$

Pajak keuntungan sebesar 40%.

$$\text{Keuntungan Sebelum Pajak} = \text{Rp. } 17.662.798.956,83.$$





Keuntungan Setelah Pajak = Rp. 10.597.679.374,10.

Keuntungan setelah Zakat (2,5 %) = Rp. 10.332.737.389,75.

4.7.5.4. Analisa Kelayakan

1) *Persent Return of Investment (ROI)*

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{FCI} \times 100\%$$

- ROI sebelum Pajak = 10,4660 %
- ROI setelah Pajak = 8,6796 %

Untuk industri kimia resiko rendah ROI < 11%

2) *Pay Out Time (POT)*

$$POT = \frac{FCI}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100\%$$

- POT sebelum Pajak = 4,1672 tahun
- POT setelah Pajak = 5,4913 tahun

Untuk industri kimia resiko rendah POT > 5 tahun

3) *Break Even Point (BEP)*

Fixed Manufacturing Cost (Fa) = Rp. 17.083.529.852,35.

Variabel Cost (Va) = Rp. 419.539.070.855,09.

Regulated Cost (Ra) = Rp. 81.615.555.361.60.

Penjualan Produk (Sa) = Rp. 509.960.000.000,00





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

$$BEP = 47,87 \%$$

4) *Shut Down Point (SDP)*

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

$$SDP = 28,20 \%$$

5) *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Umur Pabrik = 10 tahun

Fixed Capital (FC) = Rp 122.099.005.586,45.

Working Capital (WC) = Rp. 168.183.786.059,24.

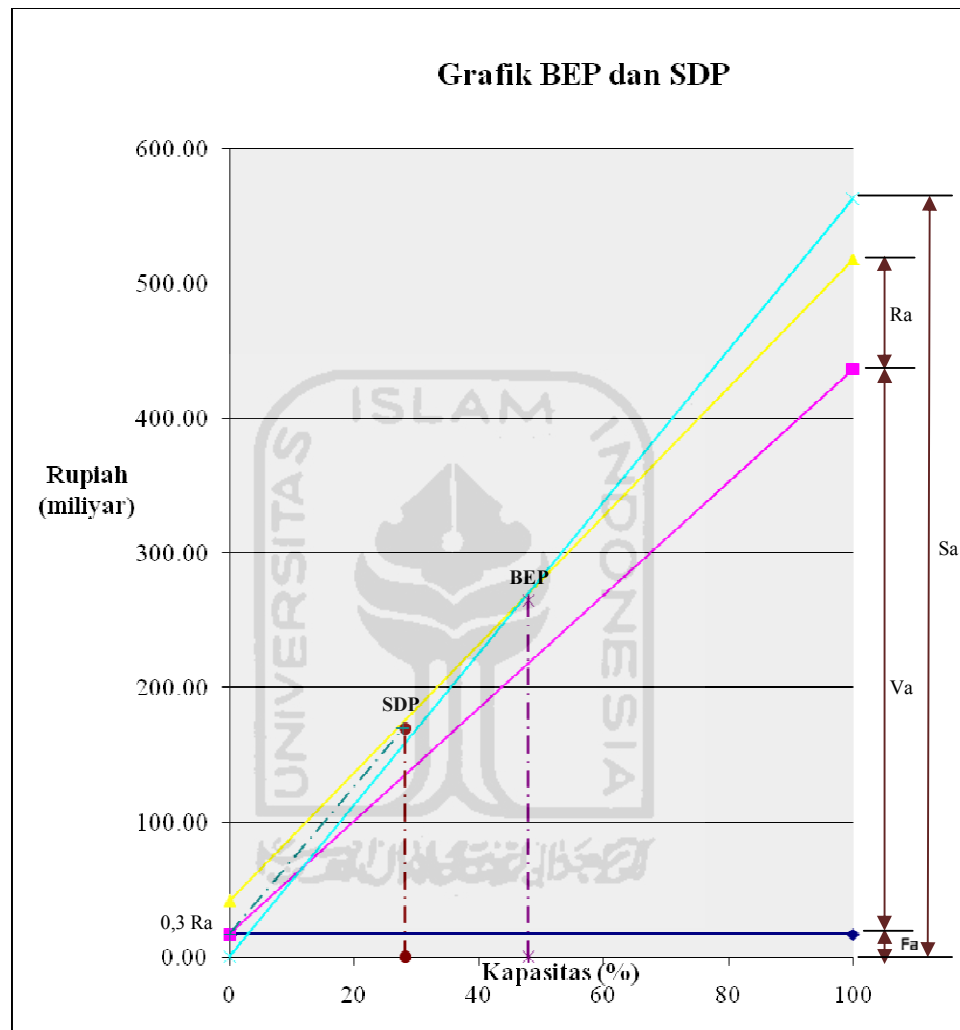
Cash Flow (CF) = Rp. 94.020.352.894,35.

Salvage Value (SV) = Rp. 12.209.900.558,65.

DCFR = 33 %

Bunga Bank rata-rata saat ini = 8 % sampai 10 %





Gambar 4.6. Nilai BEP dan SDP



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pabrik Nitrobenzene dari Benzene dan Asam Campuran dengan kapasitas 100.000 ton/tahun digolongkan pabrik beresiko rendah karena proses berjalan pada kondisi operasi yang rendah, bahan baku dan produk yang dihasilkan tidak mudah terbakar dan meledak. Hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut:

1. Keuntungan yang diperoleh:
 - Sebelum pajak Rp.17.662.798.956,83./tahun
 - Sesudah pajak Rp.10.597.679.374,10./tahun
 - Sesudah Zakat (2,5%) Rp. 10.332.737.389,75./tahun
2. Return Of Investment (ROI):
 - Sebelum pajak 10,4660 %
 - Sesudah pajak 8,6796 %

Untuk industri kimia resiko rendah $ROI < 11\%$, menurut Aries & Newton.

3. Pay Out Time (POT):
 - Sebelum pajak 4,1672 tahun
 - Sesudah pajak 5,4913 tahun





Untuk industri kimia resiko rendah $POT > 5$ tahun menurut Aries & Newton.

4. Break Even Point (BEP) pada 47,87 % dan Shut Down Point (SDP) adalah 28,20 %

Untuk industri kimia resiko rendah $40 < BEP < 60\%$ (Aries & Newton)

5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 33 % , DCFR minimum sebesar 1,5 kali suku bunga simpanan. Suku bunga simpanan (deposito) di bank saat ini 8-10 % (Media Massa: Bisnis Indonesia, edisi 14 Juli 2007)

Dari data hasil perhitungan analisa ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa Pabrik Nitrobenzene dari Benzene dan Campuran asam nitrat dan Asam Sulfat dengan kapasitas 100.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan karena memiliki indikator keekonomian yang cukup menguntungkan.





DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1955.
- Backhurst, J.R., and Harker, J.H., "*Process Plant Design*", Heunemann Educational Books, London, 1973.
- Biro Pusat Statistik, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta, 2000-2004.
- Brown, G.G., "*Unit Operation*", Modern Asia Edition, John Willey and Sons. Inc., New York, 1978.
- Brownell, L.E., and Young, E.H., "*Process Equipment Design*", 2nd Ed., John Willey and Sons. Inc., New York, 1959.
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., "*Chemical Engineering Design*", 6nd Ed., vol 6, Pergamon Press, Oxford, 1983.
- Faith, Keyes & Clark., "*Industrial Chemical*", 4th ed, John Willey and Sons, Inc., New York, 1955.
- Foggler, Scott H., "*Elements of Chemical Reaction Engineering*", 3rd ed, Prentice Hall International Inc., USA, 1999.
- Geankoplis, J.Christie., "*Transport Process and Unit Operation*", Prentice Hall International, 1978.





- Kern, D.Q., *"Process Heat Transfer"*, International Student Edition, Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1983.
- Ketta, Mc. J.John, *"Chemical Processing Handbook"*, Marcel Dekker Inc, New York, 1993.
- Kirk, K.E., and Ortmer, D.F., *"Encyclopedia of Chemical Technology"*, John Willey and Sons. Inc., New York.
- Ludwig, E.E., *"Applied Process Design for Chemical an Petrochemical Plant"*, vol 1,2,3, Gulf Publishing Company, Houston, 1965.
- Perry, J.H., and Chilton, C.H., *"Chemical Engineering Hand Book"*, 6th Ed., Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1984.
- Peters, M.S., and Timmerhause, K.D., *"Plant Design and Economic for Chemical Engineer's"*, 3rd ed., Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1968.
- Powell, S., *"Water Condition for Industry"*, Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York.1954.
- Rase, H.F., *"Chemical Reaktor Design for Process Plant vol. I and II, Principles and Techniques"*, Willey and Sons, Inc, New York, 1977.
- Rase, H.F., and Barrow M.H., *"Project Engineering of Process Plants"*, Willey and Sons, Inc, New York, 1957.
- Sanjeev, A.R., and Donal, F.O., *" n- Butyl Oleat from n- Butyl Alcohol and Oleic Acid, Industrial and Engineering Chemistry"*, vol 42, Polytechnic Institute of Broklyn, New York.1950.





Smith, J.M., and Van Ness, H.C., *“Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic”*, 3rd edition, Mc. Graw Hill Book Kogokusha Ltd, Tokyo, 1975.

Treyball, E., *“Mass Transfer Operation”*, International Student Edition, Koagakusha Company, Tokyo.

Ullrich, G.D., *“A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics”*, John Willey and Sons. Inc., New York, 1984

