



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pembangunan industri sebagai bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang yaitu struktur ekonomi yang menitikberatkan pada industri maju yang didukung oleh pertanian yang tangguh. Hal ini tentunya memacu kita untuk lebih kreatif dalam melakukan terobosan-terobosan baru sehingga produk yang dihasilkan mempunyai pasar yang tinggi, berdaya saing, efektif dan harus ramah lingkungan.

Industri petrokimia di Indonesia semakin berkembang. Pemerintah Indonesia memiliki banyak pertimbangan untuk mengembangkan industri-industri tersebut. Perkembangan industri petrokimia yang tinggi selain akan memberi nilai tambah pada migas sebagai bahan bakunya, juga akan mendorong beragamnya produk turunan industri petrokimia. Salah satu industri yang mempunyai kegunaan penting dan memiliki prospek yang cerah adalah *aromatic compound* seperti nitrobenzen.

Nitrobenzen ($C_6H_5NO_2$) dengan nama lain nitrobenzide, nitrobenzol, mononitrobenzol (MNB), *essence of mirbanc*, *oil of mirbanc*, atau yang sering dikenal dengan minyak nitrobenzol mirban ialah senyawa hasil nitrasi senyawa aromatik yaitu benzena dengan asam penitrasi baik asam campuran (asam nitrat dan asam sulfat) maupun asam nitrat saja. Senyawa ini mempunyai bentuk fisik berupa cairan berwarna kuning muda (kuning pucat) dan mempunyai aroma seperti buah almond, serta mempunyai sifat sangat beracun bila terhisap dan



terkena kulit. Sebagian besar nitrobenzen ($\pm 97\%$) merupakan bahan baku dalam pembuatan anilin dan industri farmasi, sebagai bahan peledak, pestisida, obat dan sebagai pelarut dalam industri cat, sepatu, lantai, dan sebagainya.

Kebutuhan nitrobenzen di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat dengan berkembangnya industri-industri yang berbahan baku nitrobenzen. Selain itu nitrobenzen belum diproduksi di dalam negeri sehingga untuk mencukupi kebutuhan di dalam negeri masih didatangkan dari luar negeri yaitu Taiwan, Cina, Jerman, Amerika Serikat, Jepang, Inggris, Malaysia dan Rusia.

Keuntungan pendirian pabrik nitrobenzen antara lain dapat memenuhi kebutuhan nitrobenzen dalam negeri sehingga mengurangi impor dalam negeri yang diharapkan dapat memberi keuntungan finansial dan menambah devisa negara, dapat membantu pemerintah dalam mengatasi masalah tenaga kerja dan sekaligus dapat mendukung berkembangnya industri-industri di Indonesia dan memacu tumbuhnya industri baru terutama diversifikasi industri hilir.

1.2. Kapasitas Rancangan Pabrik

Kapasitas produksi pabrik nitrobenzen ditentukan berdasarkan beberapa pertimbangan antara lain :

1.2.1. Kebutuhan Nitrobenzen

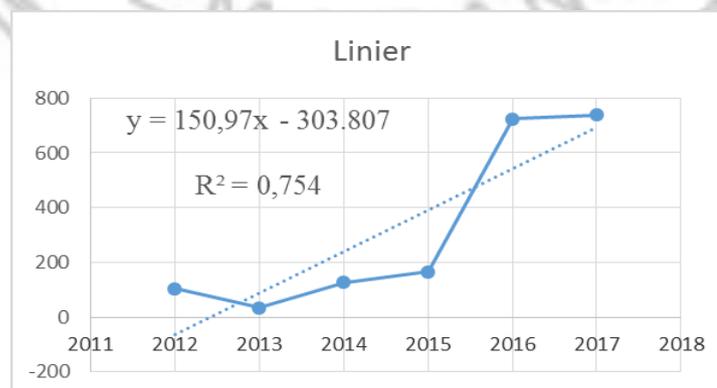
Permintaan nitrobenzen di Indonesia cenderung mengalami peningkatan. Data impor nitrobenzen tahun 2012-2017 berdasarkan data impor dari Biro Pusat Statistik di Indonesia.

Tabel 1.1 Data Impor Nitrobenzen di Indonesia

Tahun	Kapasitas (Ton/th)
2012	103,704
2013	35,251
2014	126
2015	165
2016	724,637
2017	739,041

(Badan Pusat Statistik, 2018)

Berdasarkan data dari BPS (Biro Pusat Statistik) seperti ditunjukkan pada Tabel 1.1 menunjukkan bahwa impor nitrobenzen setiap tahun mengalami peningkatan secara signifikan dan dari data tersebut dapat dicari perkiraan kebutuhan nitrobenzen pada tahun 2018. Untuk memudahkan analisa, maka dibuat grafik sebagai berikut :



Catatan : Data diambil mulai tahun 2012

Gambar 1.1 Grafik Data Impor Nitrobenzen



Dari grafik tersebut didapatkan $y = 150,97 (X) - 303.807$, sehingga didapatkan jumlah kebutuhan nitrobenzen pada tahun 2023 sebesar 1.605,31 ton/tahun.

1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan nitrobenzen adalah benzen, asam campuran (asam nitrat dan asam sulfat) dan natrium hidroksida. Benzen diperoleh dari Pertamina RU IV Cilacap kapasitas produksi 270.000 ton/tahun, asam sulfat diperoleh dari PT. Indonesia *Acid Industry* Jakarta kapasitas produksi 82.500 ton/tahun. Asam nitrat diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia Cikampek kapasitas produksi 150.000 ton/tahun. Natrium Hidroksida diperoleh dari PT. Asahimas Chemical Cilegon dengan kapasitas produksi 700.000 ton/tahun.

1.2.3. Kapasitas Pabrik Nitrobenzen

Berdasarkan perhitungan dari grafik diatas menunjukkan bahwa peluang kapasitas pabrik nitrobenzene yang akan didirikan pada tahun 2023 yaitu 1.605,31 ton/tahun. Kapasitas produksi pabrik nitrobenzen yang akan didirikan yaitu sebesar 15.000 ton/tahun. Kapasitas yang ditentukan tersebut masuk dalam kapasitas pabrik yang sudah berproduksi di seluruh dunia. Pabrik nitrobenzen yang telah beroperasi di seluruh dunia dapat dilihat pada Tabel 1.4 sebagai berikut:



Tabel 1.2 Daftar Nitrobenzen di Dunia

Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Eropa		
CZ Zachem	Bydgoszcz, Poland	20.000
MCHZ	Ostrava, Czech Republic	140.000
State-owned	Fagaras, Romania	34.000
Amerika		
First Chemical	Baytown, Texas	154.000
Bann Quimica	Sao Paulo, Brazil	15.000
Bayer	Rio de Janeiro, Brazil	32.000
CBP	Camacari, Brazil	14.000
Asia		
BASF	Yosu, South Korea	80.000
BASF/Huntsman	Shanghai, China	130.000

Pada prarancangan pabrik nitrobenzen ini, direncanakan kapasitas produksi 15.000 ton/tahun pada tahun 2023, dengan alasan sebagai berikut:

1. Memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga ketergantungan impor dapat dikurangi.
2. Memenuhi kebutuhan luar negeri sehingga dapat meningkatkan ekspor.



3. Dengan kapasitas produksi ini sudah memenuhi kapasitas minimum dunia sebesar 14.000 ton/tahun yaitu perusahaan CBP Camacari, Brazil.

1.3. Penentuan Lokasi Pabrik

Letak geografis suatu pabrik mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap kelangsungan atau keberhasilan pabrik tersebut. Karena itu penentuan lokasi pabrik yang akan didirikan sangat penting dalam perencanaannya. Lokasi pabrik yang tepat, ekonomis, dan menguntungkan akan menentukan harga produk yang semurah mungkin dengan keuntungan yang besar. Idealnya, lokasi yang dipilih harus dapat memberikan keuntungan jangka panjang dan dapat memberikan kemungkinan untuk memperluas pabrik tersebut. Pabrik nitrobenzen ini direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Cilacap, yang terletak di daerah Lomanis, Cilacap Tengah, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Pertimbangan-pertimbangan pemilihan lokasi pabrik meliputi dua faktor yaitu, faktor utama dan faktor pendukung.

1. Faktor Utama

Faktor utama dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

a. Penyediaan bahan baku

Pemilihan lokasi pabrik memiliki dua dasar pertimbangan, yaitu weight gain dan weight loss. Untuk pabrik nitrobenzen ini memilih proses weight loss karena untuk menekan biaya dan resiko dalam penyediaan bahan baku. Dalam hal ini, maka pabrik didirikan di dekat lokasi pabrik penyedia bahan baku. Bahan baku pembuatan nitrobenzen yaitu benzen,



asam campuran (asam nitrat dan asam sulfat) dan natrium hidroksida. Dimana benzen didatangkan dari Pertamina UP IV Cilacap. Sedangkan untuk asam nitrat di peroleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia Gresik dan untuk untuk asam sulfat diperoleh dari PT. Indonesia *Acid Industry* Jakarta. Natrium Hidroksida diperoleh dari PT. Asahimas Chemical Cilegon dengan kapasitas produksi 700.000 ton/tahun.

b. Sarana Transportasi

Tersedianya sarana transportasi yang memadai untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk yaitu tersedianya jalan raya dengan kondisi yang baik.

c. Letak Pasar

Berdasarkan data Balai Statistik (BPS) kebutuhan nitrobenzen di dalam negeri masih rendah yaitu sekitar 7,5% dari produksi yang direncanakan, maka sisa produksi akan dipasarkan sebagai komoditi ekspor.

d. Tenaga Kerja

Cilacap adalah satu dari tiga kawasan industri utama di Jawa Tengah (selain Semarang dan Surakarta) yang merupakan daerah industri dengan tingkat kepadatan penduduk tinggi, sehingga penyediaan tenaga kerja dapat diperoleh dari daerah disekitarnya, baik tenaga kasar maupun tenaga terdidik.

e. Utilitas



Fasilitas utilitas yang meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan listrik dapat memanfaatkan listrik PLN yang sudah ada di kawasan industri ini. Sementara untuk sarana lain seperti air juga tersedia di daerah Cilacap.

2. Faktor pendukung

Faktor pendukung juga perlu mendapatkan perhatian di dalam pemilihan lokasi pabrik karena faktor-faktor yang ada didalamnya selalu menjadi pertimbangan agar pemilihan pabrik dan proses produksi dapat berjalan lancar. Faktor pendukung ini meliputi :

1. Harga tanah dan gedung dikaitkan dengan rencana di masa yang akan datang
2. Kemungkinan perluasan pabrik
3. Tersedianya fasilitas servis
4. Tersedianya air yang cukup
5. Peraturan pemerintah daerah setempat
6. Keadaan masyarakat daerah sekitar (sikap keamanan dan sebagainya)
7. Keadaan tanah untuk rencana pembangunan dan pondasi
8. Perumahan penduduk atau bangunan lain

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1 Macam-macam proses pembuatan nitrobenzen

Berbagai macam metode yang dapat digunakan untuk memproduksi nitrobenzen akan dijelaskan sebagai berikut:

- a. Nitrasi Benzen menggunakan Asam Nitrat



Proses nitration dilakukan dengan menggunakan asam nitrat saja dan hidrokarbon yang akan dinitratkan. Untuk mereaksikan hidrokarbon dan asam nitrat dalam bentuk cair, asam nitrat berada di zona reaksi dalam jumlah yang jauh melebihi yang dibutuhkan untuk reaksi dengan hidrokarbon, dan campuran cairan dari air, asam nitrat dan hidrokarbon nitrat dialirkan dari reaktor ke alat distilasi fraksional untuk memisahkan azeotrop hidrokarbon air nitrat dari asam nitrat. Mekanisme reaksinya sebagai berikut:



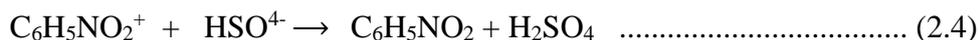
Benzen dinitration secara kontinyu, asam nitrat dan benzen dimasukkan secara bersamaan dengan perbandingan berat 1 : 1,7 ke dalam reaktor, dan air dialirkan terus-menerus dengan kemurnian nitrobenzen yang tinggi selama periode 74 jam. Suhu nitrator dipertahankan pada suhu 110 – 120 °C dan tekanan 1 atm, dengan penghilangan panas dari kondensor refluks. Diperoleh yield sebesar 83 % (Ross, 1956). Kerugian utama dari proses ini adalah pembentukan air setelah reaksi nitration secara besar memperlambat laju reaksi.

b. Nitration Benzen menggunakan Asam Campuran

Pada proses ini, nitrobenzen diproduksi dengan mereaksikan benzen dengan campuran asam nitrat dan asam sulfat pada suhu 50 °C. Reaksi campuran berlangsung selama 30 menit dan tekanan 1 atm. Perbandingan rasio molar benzen dan asam nitrat yang digunakan adalah 1,05 : 1. Diperoleh yield sebesar 95,32 % (US.Patent.2,773,911). Asam sulfat berperan sebagai katalis. Pada proses pembuatan nitrobenzen, sebagai media reaksi nitration adalah ion nitronium

(NO₂⁺) yang terbentuk dari campuran asam nitrat dan asam sulfat pekat.

Mekanisme reaksi yang terjadi (McKetta, 1983):

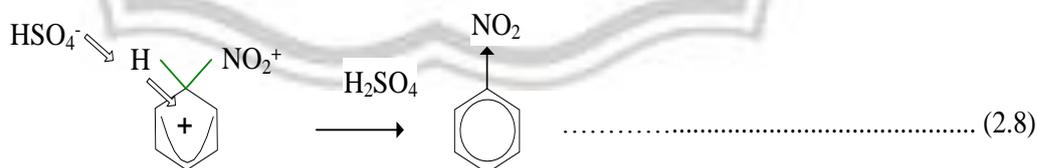


Elektrofil ion nitronium atau kation nitril, dibentuk melalui reaksi antara asam nitrat dan asam sulfat. Mekanisme substitusi elektrofilik sebagai berikut:

Tahap 1:



Tahap 2:





Proses kontinyu dengan konsentrasi dari benzen 89,99 % dan asam campuran (89% H₂SO₄, 65 % HNO₃) diumpankan ke reaktor alir tangki berpengaduk, dengan jaket pendingin internal dan penukar panas diluar.

c. Nitration Benzen dari HNO₃ dengan katalis ZSM-5 Zeolit

ZSM-5 zeolit diperoleh melalui prosedur standar. Aktivitas katalis ditentukan dalam aliran reaktor pada fraksi 1-2 mm dengan suhu 170 °C.

Katalis dicampurkan terlebih dahulu dengan asam nitrat pada suhu reaksi 20 °C. Konsentrasi asam yang digunakan sebesar 56 wt%. Reaksi berlangsung pada suhu 170 °C selama 3 jam dan tekanan 1 atm. Yield yang diperoleh sebesar 45 % (Kuznetsova et al., 1998). Persamaan reaksi:



1.4.2 Kegunaan Produk

Nitrobenzen memiliki beberapa kegunaan (Kirk and Othmer, 1999), yaitu:

1. Sebagai bahan baku pembuatan anilin
Anilin digunakan untuk bahan tambahan pada industri karet sintesis, *stabilizer* pestisida, untuk pembuatan *sweetening agent* dalam industri *pharmaceutical* dan resin.
2. Bahan pembuatan dinitrobenzena dan trinitrobenzena pada industri bahan peledak.
3. Pelarut *aluminium chloride* dalam reaksi *Friedel-Crafts*.
4. Bahan pembuatan *Para-aminophenol (PAP)* yang digunakan untuk produksi asetaminofen yang merupakan analgesik, *dyestuffs*, dan resin.\



1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia

A. Bahan Baku

1. Benzen

a. Sifat Fisis :

Rumus Kimia	: C ₆ H ₆
Berat Molekul (g/mol)	: 78,114
Bentuk (30°C, 1 atm)	: cair
Titik didih 1 atm, °C	: 80,09
Titik leleh, °C	: 5,530
Densitas (20°C), g/cm ³	: 0,8789
(25°C), g/cm ³	: 0,8736
Viskositas (25°C), cp	: 0,6010
Vapor pressure (25°C), atm	: 0,12
Suhu kritis (T _c), °C	: 289,01
Tekanan Kritis (P _c), atm	: 48,35
Volume kritis, cm ³ /mol	: 259,0
Tegangan permukaan cairan, N/m (20°C)	: 0,0289
Panas pembentukan (H _f), kJ/mol	: 82,93
Panas pembakaran (H _c), kJ/mol	: 3,2676 x 10 ³
Panas peleburan (H _p), kJ/mol	: 9,866
Panas penguapan (25°C), g/100 g H ₂ O	: 1,18

(Kirk Othmer, 1996)

Kelarutan (dalam 100 bagian)

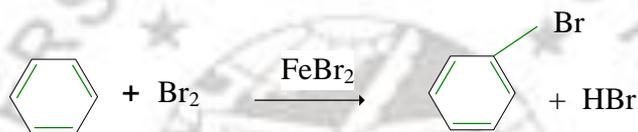
Air (22°C)	: 0,07
Alkohol	: larut
Eter	: ~ (tak terhingga)

(perry, 1999)

b. Sifat Kimia

1. Halogenasi

Benzen bereaksi dengan bromin dengan adanya ferri bromid membentuk bromobenzen dan asam bromid.



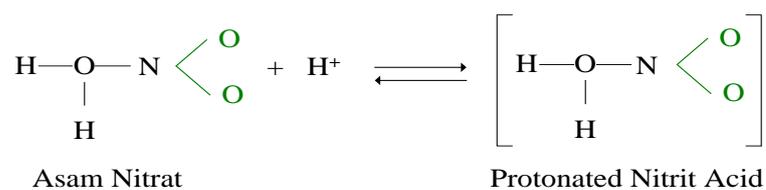
2. Nitration

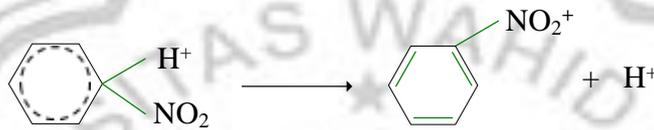
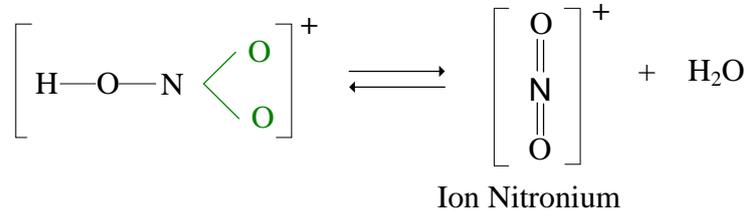
Benzen bereaksi dengan asam nitrat dengan adanya atau tanpa asam sulfat.

a. Dengan asam nitrat

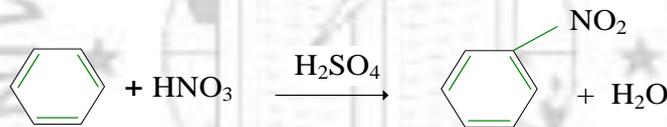


Mekanisme Reaksi :

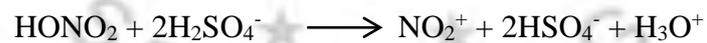




b. Dengan asam campuran ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$)

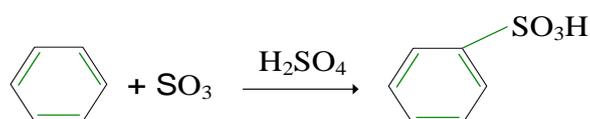


Mekanisme :



3. Sulfonasi

Benzen bereaksi dengan sulfur trioksida dengan adanya H_2SO_4 membentuk *benzen sulfuric acid*.





2. Asam Nitrat

a. Sifat fisis :

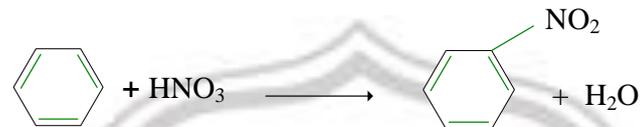
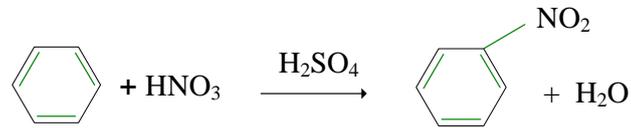
Rumus Kimia	: HNO_3
Berat molekul (g/mol)	: 63,012
Bentuk (30°C, 1 atm)	: cair
Titik didih 1 atm , °C	: 83,4
Titik lebur, °C	: -41,59
Densitas (20°C), g/ml	: 1,502
Kelarutan (dalam 100 bagian)	
- Air dingin	: tak terhingga
- Air panas	: tak terhingga
Meledak dalam <i>solvent</i> etanol	
Viskositas (25°C), kJ/mol	: 0,761
Panas peleburan (H_p), kJ/mol	: 10,48
Panas pembentukan (H_f), (25°C), kJ/mol	: -174,10
Panas penguapan (25°C), kJ/mol	: 39,04
Energi bebas pembentukan (25°C), kJ/mol	: -80,71
Entropy (25°C), J/(mol.K)	: 155,60

(Kirk Othmer, 1996)

b. Sifat Kimia

Asam nitrat adalah suatu asam monobasa yang kuat, yang mudah bereaksi dengan alkali, oksida dan senyawa basa dalam bentuk garam. Asam nitrat merupakan senyawa yang berperan dalam proses nitrasi, yaitu

sebagai *nitrating agent*. Komponen yang dinitrasi adalah benzen, baik dengan adanya asam sulfat ataupun tidak, reaksi :



3. Asam Sulfat

a. Sifat Fisis :

Rumus Kimia : H_2SO_4

Berat molekul (g/mol) : 98,078

Bentuk (30°C, 1 atm) : cair

Titik didih 1 atm, °C : 340

Titik leleh, °C : 10,49

Kelarutan (dalam 100 bagian)

- Air dingin : tak terhingga

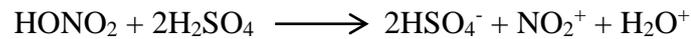
- Air panas : tak terhingga

Densitas (20°C), g/ml : 1,84

(Perry, 1999)

b. Sifat Kimia

I. H_2SO_4 bereaksi dengan HNO_3 membentuk ion nitrit/nitronium (NO_2^+) yang sangat penting dalam suatu reaksi nitrasi.



II. H_2SO_4 mempunyai gaya tarik yang besar terhadap air dan membentuk senyawa-senyawa hidrat seperti $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

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

4. Natrium Hidroksida

a. Sifat Fisis :

Rumus Kimia	: NaOH
Berat molekul (g/mol)	: 39,997
Bentuk (30°C, 1 atm)	: cair
Titik didih 1 atm, °C	: 1388
Titik leleh, °C	: 318
Densitas (20°C), g/ml	: 2,13
Panas laten pencampuran, kJ/mol	: 167,4
Energi bebas pembentukan, kJ/mol	: -397,5

(Kirk Othmer, 1996)

Panas pembentukan (H_f), kJ/mol	: -102
Panas pelarutan, kkal/gmol	: -10,2
Kelarutan (dalam 100 bagian)	
- Air dingin 0°C	: 71

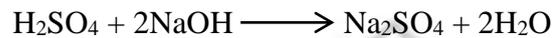
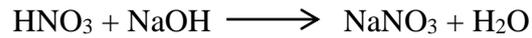


- Air panas 100°C : 163,2

b. Sifat Kimia

Dalam proses ini NaOH sebagai asam campuran.

Reaksi :



(Fessenden, 1997)

B. Produk

1. Nitrobenzen

a. Sifat fisis :

Rumus Kimia : C₆H₅NO₂

Berat molekul (kg/kmol) : 123

Bentuk (30°C, 1 atm) : cair

Specific gravity (25°C / 4°C air), g/ml : 1,199

Viskositas (15°C), mPa's (cP) : 2,17

Titik didih 1 atm, °C : 210,9

Titik leleh, °C : 5,85

Panas spesifik (30°C), J/g : 1,509

Panas laten penguapan, J/g : 331

Panas peleburan, J/g : 94,2

Indek bias : 1,553

Tegangan Permukaan cairan, N/m (20°C) : 46,34

Konstanta dielektik (25°C) : 34,82



Titik nyala, °C	: 88
Autoignition temperature, °C	: 482
Explosive limit (93°C), % vol di udara	: 1,8
Vapor density (udara = 1)	: 4,1

(Kirk Othmer, 1996)

Suhu kritis (Tc), °C	: 438,85
Tekanan kritis (Pc), kPa	: 3500
Volume kritis (Vc), m ³ /kgmol	: 0,38080
	(Hysis 3.2)
Panas pembakaran (Hc), kkal/mol	: 739
Panas penguapan (210°C), kal/g	: 79,1
Panas pencampuran, kkl/mol	: 2,78
Kelarutan nitrobenzen dalam air	
Suhu, °C	: 8,8 ; 14,7 ; 30,8
Persen nitrobenzen	: 0,19 ; 0,22 ; 0,27
Kelarutan air dalam nitrobenzen	
Suhu, °C	: 8,8 ; 38,0 ; 58,8 ; 65,2 ; 65,3
Persen air	: 0,174 ; 0,194 ; 0,4;0,71 ; 1,5

(Mc. Ketta, 1983)

b. Sifat kimia

I. Reduksi nitrobenzen dengan pereduksi Cu dan SiO₂

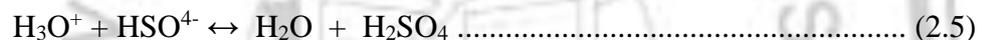
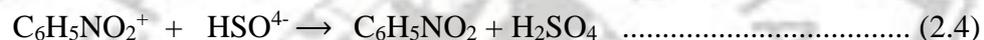
II. Reduksi nitrobenzen dengan Zn dan katalis NH₄Cl

1.4.4. Deskripsi proses



Nitrobenzen dapat dibuat dengan mereaksikan benzen dengan campuran asam nitrat dan asam sulfat pada suhu 50°C. Reaksi campuran berlangsung selama 30 menit dan tekanan 1 atm. Perbandingan rasio molar benzen dan asam nitrat yang digunakan adalah 1,05 : 1. Diperoleh yield sebesar 95,3% (Agustriyanto et al., 2017). Asam sulfat berperan sebagai katalis.

Pada proses pembuatan nitrobenzen, sebagai media reaksi nitration adalah ion nitronium (NO_2^+) yang terbentuk dari campuran asam nitrat dan asam sulfat pekat. Mekanisme reaksi yang terjadi (McKetta, 1983):



Elektrofil ion nitronium atau kation nitril, dibentuk melalui reaksi antara asam nitrat dan asam sulfat. Proses kontinyu dengan konsentrasi dari benzen 99,93 % dan asam campuran (50% H_2SO_4 , 50 % HNO_3) diumpankan ke reaktor alir tangki berpengaduk, dengan jaket pendingin internal dan penukar panas diluar.



BAB II

DESKRIPSI PROSES

2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku

a. Benzen (C_6H_6)

Fase : Cair

Bau : Khas Benzene

Warna : Tidak Berwarna

Kemurnian : 99,9% berat

Komposisi

a. Benzene : 99,9% berat

b. Toluena : 0,1% berat

(PT. Pertamina, 2011)

b. Asam Nitrat (HNO_3)

Fase : Cair

Bau : Berbau sedikit rangsang

Warna : Bening tidak berwarna

Kemurnian : 40%

Komposisi :

a. HNO_3

b. H_2O



c. Asam Sulfat (H_2SO_4)

Fase : Cair
Bau : Tak Berbau
Warna : Tak berwarna
Kemurnian : 60%
Komposisi :

a. H_2SO_4

b. H_2O

d. Natrium Hidroksida ($NaOH$)

Fase : Padat
Bau : Tidak Berbau
Warna : Berwarna Putih
Kemurnian : 40%
Berat Molekul : 40 kg/kmol

2.1.2. Spesifikasi Produk

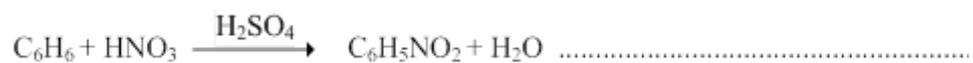
a. Nitrobenzen

Rumus Molekul : $C_6H_5NO_2$
Fase : Cair
Bau : Menyengat
Berat Molekul : 123 kg/kmol
Kelarutan : 0,19 g/100 mL pada 20 °C
Kemurnian : 99,9%

2.2. Konsep Proses

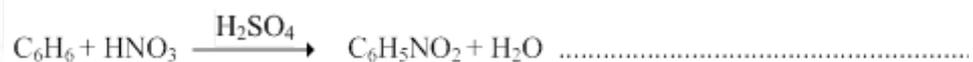
2.2.1. Dasar dan Fasa Reaksi

Proses pembuatan nitrobenzen didasarkan pada netralisasi benzen dan asam campuran berupa asam nitrat dan asam sulfat. Berdasarkan fasa reaksinya, fasa reaksi adalah cair–cair. Reaksi yang terjadi yaitu :



2.2.2 Kondisi Operasi

Reaksi pembentukan nitrobenzen berdasarkan pada tangki Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi pada suhu 50°C, tekanan 1 atm, dan waktu reaksi selama 30 menit (Agustriyanto, 2017). Suhu reaksi harus tetap dijaga pada 50°C agar reaksi tetap berlangsung secara eksotermis, sehingga diperlukan jaket pendingin agar proses berjalan secara isothermal. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Reaksi yang terjadi menghasilkan konversi 95,32% benzen tersulfonasi. Produk yang diperoleh dari reaktor adalah nitrobenzen, produk samping yang berupa air, dan sisa reaktan yang berupa benzen dan asam campuran. Produk reaktor selanjutnya diumpankan ke unit pemurnian.

2.2.3 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika bertujuan untuk mengetahui sifat reaksi (eksotermis/endotermis) dan arah reaksi (*reversible/irreversible*). Oleh karena perlu perhitungan dengan panas pembentukan standar (ΔH_f) pada tekanan 1 atm



dan suhu 298 K dari produk dan reaktan. Harga $\Delta H^{\circ}_f 298$ dan $\Delta G^{\circ}_f 298$ dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.1 Nilai $\Delta H^{\circ}_f 298$ dan $\Delta G^{\circ}_f 298$ Setiap Komponen

(Dean, 1999, Smith et al., 2005, dan Wagman et al., 1982)

Komponen	$\Delta H^{\circ}_f 298$ (kJ/mol)	$\Delta G^{\circ}_f 298$ (kJ/mol)
Benzen (C ₆ H ₆)	49,080	124,400
Asam Nitrat (HNO ₃)	-174,100	-80,710
Nitrobenzene (C ₆ H ₅ NO ₂)	12,500	146,200
Air (H ₂ O)	-285,830	-237,129

Reaksi Utama:



a. Panas Reaksi Standar

$$\begin{aligned} \Delta H^{\circ}_f 298 &= \Sigma \Delta H^{\circ}_f 298 \text{ produk} - \Sigma \Delta H^{\circ}_f 298 \text{ reaktan} \dots\dots\dots (2.11) \\ &= \{ \Delta H^{\circ}_f 298 (\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) + \Delta H^{\circ}_f 298 (\text{H}_2\text{O}) \} - \{ \Delta H^{\circ}_f 298 (\text{C}_6\text{H}_6) + \\ &\quad \Delta H^{\circ}_f 298 (\text{HNO}_3) \} \\ &= \{ 12,500 + (-285,830) \} - \{ 49,080 + (-174,100) \} \\ &= \{ -273,330 - (-125,020) \} \\ &= -148,310 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$



Karena ΔH_f bernilai negatif, maka reaksi pembentukan nitrobenzen merupakan reaksi eksotermis.

b. Konstanta keseimbangan K pada keadaan standar

$$\begin{aligned} \Delta G^{\circ}_f 298 &= \Sigma \Delta G^{\circ}_f 298 \text{ produk} - \Sigma \Delta G^{\circ}_f 298 \text{ reaktan} \dots\dots\dots (2.12) \\ &= \{ \Delta G^{\circ}_f 298 (\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) + \Delta G^{\circ}_f 298 (\text{H}_2\text{O}) \} - \{ \Delta G^{\circ}_f 298 (\text{C}_6\text{H}_6) + \\ &\quad \Delta G^{\circ}_f 298 (\text{HNO}_3) \} \\ &= \{ 146,200 + (-237,129) \} - \{ 124,400 + (- 80,710) \} \\ &= \{ -90,929 - 43,690 \} \\ &= -134,619 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Karena ΔG bernilai negatif, maka reaksi pembentukan nitrobenzen merupakan reaksi yang berjalan spontan.

2.2.4. Tinjauan Kinetika

Ditinjau dari kinetika reaksi, maka didapatkan persamaan berikut (Agustriyanto, 2017):

$$Ea = (-283,88 S + 263,37) \times 1000 \dots\dots\dots (2.13)$$

$$k_o = \exp [166,64 S^2 - 254,36 S + 113,79] \dots\dots\dots (2.14)$$

Dengan menggunakan persamaan Arrhenius, maka didapatkan rumus sebagai berikut (Coker, 2001):

$$k = k_o \exp \frac{-Ea}{RT}$$

Dimana:



S = Fraksi berat asam sulfat

E_a = Energi aktivasi (J/mol)

k_0 = pre-exponential factor (m³/mol.s)

k = reaction rate constant

R = konstanta gas = 8,314 J/mol.K

T = Temperatur (K)

2.3. Diagram Alir Proses

2.3.1. Diagram Alir

Diagram alir prarancangan pabrik nitrobenzen dengan proses reaksi nitrobenzen dan asam campuran berupa asam nitrat dan asam campuran terlampir.

2.3.2. Langkah Proses

Proses pembentukan nitrobenzen dengan bahan baku benzen dan asam campuran berupa asam nitrat dan asam sulfat secara garis besar dapat dibagi menjadi beberapa tahap yaitu :

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

Bahan baku berupa benzen, asam nitrat, asam sulfat sebagai katalis dialirkan menggunakan pipa kedalam tangki penyimpanan bahan baku yang berbentuk silinder vertikal asam nitrat (99%) dari tangki penyimpanan asam nitrat (F-110) dan asam sulfat (98%) dari tangki penyimpanan asam sulfat (F-120) akan dicampur terlebih dahulu kedalam mixer (M-150). Kemudian hasil keluaran mixer, berupa asam campuran dinaikkan suhunya dari 30°C menjadi 50°C



menggunakan heater (E-151) dan diumpankan ke reaktor alir tangki berpengaduk (R-210). Benzen (99%) dari tangki penyimpanan benzen (F-130) dipanaskan dari 30°C menjadi 50°C dengan heater (E-131), kemudian diumpankan ke dalam reaktor (R-210).

Proses pembentukan nitrobenzen terjadi dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) (R-210) dengan kondisi operasi pada suhu 50°C, tekanan 1 atm, dan waktu reaksi selama 30 menit (Agustriyanto, 2017). Produk yang diperoleh dari reaktor (R-210) adalah nitrobenzen, produk samping yang berupa air, dan sisa reaktan yang berupa benzen dan asam campuran. Produk reaktor selanjutnya diumpankan ke unit pemurnian.

Produk keluaran reaktor (R-210) yang berupa benzen, asam nitrat, air, toluen, nitrobenzen, dan asam sulfat diturunkan suhunya menjadi 30°C dengan cooler (E-211), kemudian dimasukkan kedalam neutralizer (N-220) untuk menetralkan asam nitrat dan asam sulfat dengan menggunakan natrium hidroksida (40%) yang dipompa dari tangki penyimpanan natrium hidroksida (F-140). Produk keluaran neutralizer (N-220) yang berupa benzen, toluen, air, nitrobenzen, natrium nitrat, dan natrium sulfat kemudian dimasukkan ke dalam dekanter (H-310) untuk memisahkan lapisan atas dan lapisan bawah dari dekanter Lapisan bawah dari dekanter (H-310) kemudian diumpankan ke filter press (H-320) untuk memisahkan produk nitrobenzen dari garam natrium sulfat. Sedangkan lapisan atas dari dekanter (H-310) dikirim ke unit pengolahan limbah (UPL). Hasil dari filter press berupa produk nitrobenzen selanjutnya disimpan dalam

tangki penyimpanan nitrobenzen (F-410). Sedangkan hasil cake dari filter press berupa natrium sulfat dikirim ke unit pengolahan limbah (UPL).

2.4. Neraca Massa dan Panas

2.4.1. Neraca Massa

Berikut ini adalah resume dari neraca massa pabrik nitrobenzen dengan kapasitas 15.000 ton/tahu. Untuk perhitungan lengkapnya dilampirkan pada lampiran.

Tabel 2.2 Neraca Massa Mixer (M-01)

Komponen	Input				Output	
	Arus 1		Arus 2		Arus 3	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
HNO ₃	1020,6	16,2	-	-	1020,6	16,2
H ₂ SO ₄	-	-	510,3	5,088	510,3	5,184
H ₂ O	1020,6	56,7	510,3	27,825	1530,9	85,05
	2041,2	72,9	1020,6	32,913	3061,8	106,434
TOTAL		3061,8			3061,8	

Tabel 2.3 Neraca Massa Reaktor (R-02)

Komponen	Input				Output	
	Arus 3		Arus 4		Arus 5	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
HNO ₃	1020,6	16,2	-	-	47,764	0,758
H ₂ SO ₄	510,3	5,184	-	-	510,3	5,184
C ₆ H ₆	-	-	1326,78	17,01	122,316	1,568
C ₇ H ₈	-	-	0,266	0,003	0,266	0,003
C ₆ H ₅ NO ₂	-	-	-	-	1899,346	15,442
H ₂ O	1530,9	85,05	0,652	0,037	1809,517	100,529
	3061,8	106,434	1327,709	17,050	4389,509	123,484
Total		4389,509			4389,509	

Tabel 2.4 Neraca Massa Neutralizer (N-03)

Komponen	Input				Output	
	Arus 5		Arus 6		Arus 7	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
HNO ₃	47,764	0,758	-	-	-	-
H ₂ SO ₄	510,3	5,184	-	-	-	-
C ₆ H ₆	122,316	1,568	-	-	122,316	1,568
C ₇ H ₈	0,266	0,003	-	-	0,266	0,003
H ₂ O	1809,517	100,529	670,347	37,242	2680,968	15,442
C ₆ H ₅ NO ₂	1899,346	15,442	-	-	279,346	148,943
Na ₂ SO ₄	-	-	-	-	739,414	5,207
NaNO ₃	-	-	-	-	64,444	0,758
NaOH	-	-	446,898	11,172	-	-
Total	4389,509	123,484	1117,244	48,414	5506,754	171,921
		5506,754			5506,754	

Tabel 2.5 Neraca Massa Decanter (Dc-01)

Komponen	Input				Output	
	Arus 7		Arus 8		Arus 9	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
C6H6	122,316	1,568	122,316	1,568	-	-
C7H8	0,266	0,003	0,266	0,003	-	-
H2O	2680,968	15,442	2677,294	148,739	3,674	0,204
C6H5NO2	279,346	148,943	5,523	0,045	1893,824	15,397
Na2SO4	739,414	5,207	739,414	5,207	-	-
NaNO3	64,444	0,758	64,444	0,758	-	-
			3609,257	156,319	4486,471	15,601
	5506,754	171,921				
Total					5506,754	

2.1.1 Neraca Panas

Berikut ini adalah resume dari neraca panas pabrik nitrobenzen dengan kapasitas 15.000 ton/tahun. Untuk perhitungan lengkapnya dilampirkan pada lampiran.

Tabel 2.7 Neraca Panas Mixer

Komponen	Input				Output	
	Q1	Q2	Qp	Qpendingin	Q3	Qpendingin
HNO ₃	9151,036				9151,036	
H ₂ SO ₄		3725,102	347028,2	82245,482	3725,102	246736,444
H ₂ O	21823,243	10911,621			32734,864	
	30974,278	14636,723				
Total			474884,683			474884,683



Tabel 2.9 Neraca Panas Heater -01

Komponen	input	Output
	Q6	Q7
C ₆ H ₆	11992,449	60701,825
C ₇ H ₈	2,323	11,732
H ₂ O	14,195	70,809
Qs	70222,988	21447,589
TOTAL	82231,955	82231,955

Tabel 2.10 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Komponen	ΔH				Q _{w-in}	Q _{w-out}
	ΔH_{R1}	ΔH_{R2}	ΔH_{298}	ΔH_p		
C ₆ H ₆		60701,825		5596,130		
C ₇ H ₈		11,732		11,732		
HNO ₃	46039,706		-	2154,604	871156,204	2613468,612
H ₂ SO ₄	18816,801		2326386,276	18817,588		
H ₂ O	163291,737	70,809		193008,539		
C ₆ H ₅ NO ₂				75552,661		
TOTAL	228148,244	60784,366	2326386,276	295141,255		
		2613468,612				2613468,612

Tabel 2.11 Neraca Panas Cooler

Komponen	Q input (KJ)		Q output (KJ)	
	Q11	Q Pendingin	Q12	Q Pendingin
C ₆ H ₆	5596,130		1105,590	
C ₇ H ₈	11,732		2,323	
HNO ₃	2154,604	118111,4163	428,258	354334,2489
H ₂ SO ₄	18817,588		3725,258	
H ₂ O	193008,539		38692,149	
C ₆ H ₅ NO ₂	75552,661		14964,845	
TOTAL	295141,255		118111,4163	
		413252,671		413252,671

Tabel 2.12 Neraca Panas Neutralizer (N-01)

Komponen	ΔH				Q
	ΔH_{R1}	ΔH_{R2}	$\Delta H_{298 \text{ total}}$	ΔH_p	
C ₆ H ₆	1105,590			1105,590	
C ₇ H ₈	2,323			2,323	
HNO ₃	428,258				
H ₂ SO ₄	3725,258				
H ₂ O	38692,149	14333,7458	- 4338686,56	57326,019	114604,014
C ₆ H ₅ NO ₂	14964,845			14964,845	
NaNO ₃				329,269	
Na ₂ SO ₄				6048,046	
NaOH		4962,31495			
TOTAL	58918,4219	19296,0608	- 4338686,56	79776,091	114604,014

Tabel 2.13 Neraca Panas Decanter (D-01)

Komponen	Input	Output
Q16	79776,091	
Q17		61261,631
Q18		18514,46
TOTAL	79776,091	79776,091

2.5 Tata Letak Pabrik dan Peralatan

2.5.1 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi daerah proses dan utilitas, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, perkantoran, area perluasan pabrik dan bangunan-bangunan pendukung lainnya. Tata letak pabrik dalam hal ini harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik menjadi efisien dan kelancaran proses terjamin. Jadi, dalam penentuan tata letak pabrik harus diperhatikan penempatan alat-alat produksi sehingga keamanan, keselamatan dan kenyamanan terpenuhi. Selain peralatan yang tercantum di dalam diagram alir proses, beberapa bangunan fisik



yang lain seperti kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, fire safety, pos penjagaan dan sebagainya sebaiknya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu.

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

1. Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan

Perluasan pabrik ini harus sudah masuk dalam perhitungan sejak awal sehingga masalah yang berhubungan dengan tempat tidak timbul dimasa yang akan datang. Sejumlah area khusus sudah disiapkan untuk digunakan sebagai perluasan pabrik, penambahan peralatan pabrik untuk menambah kapasitas pabrik maupun mengolah produknya menjadi produk lain.

2. Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan bahaya kebakaran, ledakan, asap, api atau gas yang beracun harus benar-benar diperhatikan didalam penentuan tata letak pabrik. Untuk itu, diperlukan peralatan-peralatan pemadam kebakaran di sekitar lokasi yang berbahaya tadi. Tangki penyimpanan bahan baku atau unit-unit lain yang mudah meledak harus diletakkan di area khusus dan perlu adanya jarak antara bangunan yang satu dengan bangunan yang lainnya.

3. Luas lahan yang tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyediaan lahan. Pemakaian tempat disesuaikan dengan lahan yang tersedia. Jika harga tanah terlalu tinggi, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruang



sehingga peralatan tertentu diletakkan di atas peralatan yang lain ataupun jumlah lantai ruangan diatur sedemikian rupa dengan tujuan menghemat tempat.

4. Instalasi dan utilitas

Perancangan dan distribusi gas, udara, steam, dan listrik yang baik akan memudahkan pekerjaan. Penempatan peralatan proses hendaknya diatur sedemikian rupa supaya petugas dapat dengan mudah mencapainya sehingga kelancaran proses dan perawatan lebih mudah.

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama sebagai berikut:

1. Daerah administrasi, perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol
 - a. Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi.
 - b. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendali proses, kualitas, dan kuantitas bahan baku yang akan diproses serta produk yang akan dijual.

2. Daerah proses

Daerah proses merupakan tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat berlangsungnya proses.

3. Daerah pergudangan, bengkel, dan garasi

Gudang peralatan, bengkel, garasi, gudang penampungan produk dan tempat berdirinya tangki-tangki bahan baku.

4. Daerah Utilitas

Lokasi pemusatan sarana pendukung proses seperti: penyediaan air, penyediaan steam, pembangkit tenaga listrik dan unit pengolahan limbah.

5. Daerah fasilitas umum

Merupakan daerah menunjang segala aktivitas pabrik dalam pemenuhan kepentingan pekerja seperti tempat parkir, masjid, dan kantin.

Perincian luas tanah bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel 2.15.

Tabel 2.15 Luas Tanah Pabrik

Bangunan	Luas (m ²)
Pos keamanan	50
Kantor	1.200
Masjid	200
Poliklinik	200
Kantin dan koperasi	250
Perpustakaan	600
Aula	650
Ruang control	1.000
Laboratorium	2.000
Bengkel	1.200
Gudang	3.500
Area proses	5.000
Area parkir	900
Area utilitas	1.500
Area pengolahan limbah	1.000
Fire station	150
Power station	300
Taman dan jalan	2.300
Perluasan	3.200
Jumlah	25.000

Tujuan pengaturan tata letak pabrik antara lain:

1. Mempermudah arus masuk dan keluar area pabrik
2. Proses pengolahan bahan baku menjadi produk lebih efisien.



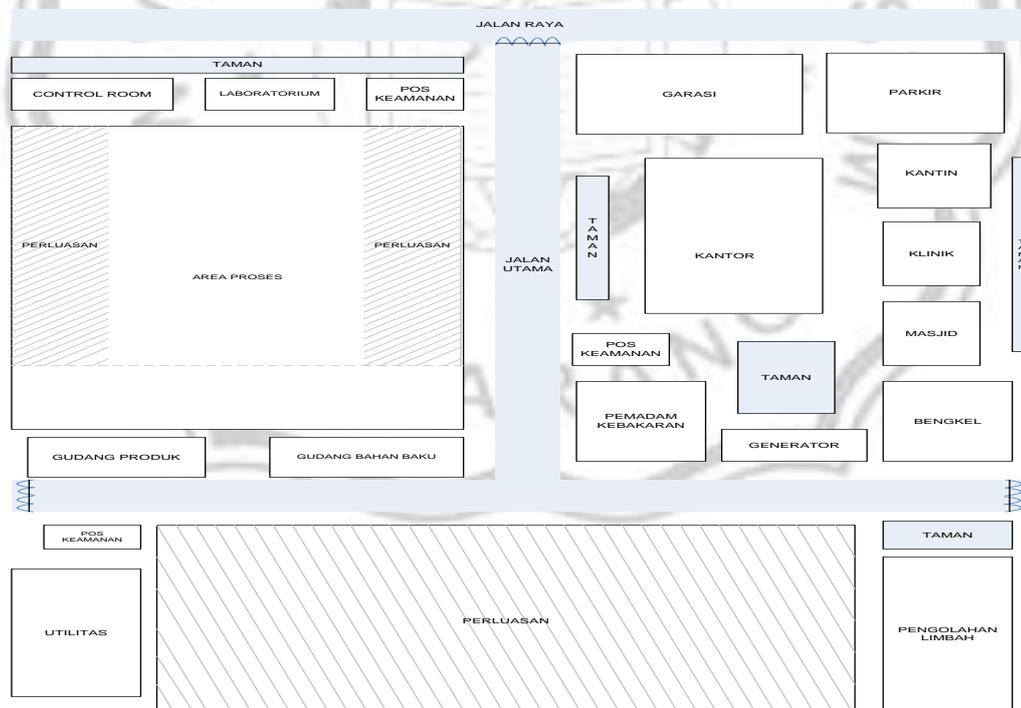
3. Mempermudah penanggulangan bahaya yang mungkin terjadi seperti kebakaran, ledakan dan lain-lain.
4. Mencegah terjadinya polusi.
5. Mempermudah pemasangan, pemeliharaan dan perbaikan.

Untuk mencapai hasil yang optimal, maka dalam menentukan tata letak pabrik perlu dipertimbangkan hal – hal sebagai berikut :

- Jarak antara unit proses yang satu dengan yang lain diatur sehingga tidak saling mengganggu.
- Fasilitas untuk karyawan seperti masjid, kantin, parkir dan sebagainya diletakkan strategis sehingga tidak mengganggu jalannya proses.
- Perlu disediakan area perluasan produksi yang tidak jauh dari proses lama.
- Faktor keamanan, terutama bahaya kebakaran, ledakan, asap atau gas beracun harus diperhatikan dalam penempatan alat alat pengaman seperti hidran dan penampung air yang cukup. Dalam merencanakan *lay out* selalu diusahakan untuk memisahkan sumber api dan panas dari sumber bahan yang mudah meledak. Unit-unit yang ada dikelompokkan agar memudahkan pengalokasian bahaya kebakaran yang mungkin terjadi.
- Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *out door* untuk menekan biaya bangunan gedung, sedangkan jalannya proses dalam pabrik tidak dipengaruhi oleh perubahan musim.

- Jarak antara pompa dan peralatan proses harus diperhitungkan agar tidak mengalami kesulitan dalam melakukan pemeliharaan dan perbaikan.
- Disediakan tempat untuk membersihkan alat agar tidak mengganggu peralatan lain.
- Sistem pemipaan diletakkan pada posisi yang tidak mengganggu operator dan memberikan warna atau simbol yang jelas untuk masing-masing proses sehingga memudahkan bila terjadi kerusakan dan kebocoran.

Adapun tata letak pabrik nitrobenzen yang direncanakan, dapat dilihat pada gambar 2.1 (Vilbrandt, Hal.177)



Gambar 2.1. Tata Letak Pabrik



2.5.2 Tata Letak Peralatan

Tata letak peralatan proses adalah tempat kedudukan alat-alat yang dipergunakan dalam proses produksi. Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa dengan tujuan:

1. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
2. Penggunaan luas lahan menjadi efektif
3. Biaya material handling menjadi rendah

Hal ini akan menyebabkan terhindarnya pengeluaran untuk capital yang tidak penting. Jika tata letak peralatan proses dilakukan sedemikian rupa sehingga urutan produksi menjadi lancar, maka perusahaan tidak perlu membeli alat angkut yang akan menambah biaya operasional.

Penentuan tata letak peralatan proses pada pabrik nitrobenzen, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

- a. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan elevasi pipa, untuk pipa di atas tanah sebaiknya dipasang pada ketinggian 3 meter atau lebih, sedangkan pemipaan dan permukaan tanah perlu diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

- b. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat



menyebabkan akumulasi zat/bahan kimia yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. Arah hembusan angin juga perlu diperhatikan.

c. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai, terutama untuk tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi perlu diberi penerangan tambahan.

d. Lalu lintas manusia dan barang

Dalam perancangan, tata letak peralatan proses perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan mudah dan cepat. Jika terjadi gangguan pada alat proses dapat diperbaiki dengan cepat. Keamanan pekerja selama bekerja pun perlu mendapat perhatian.

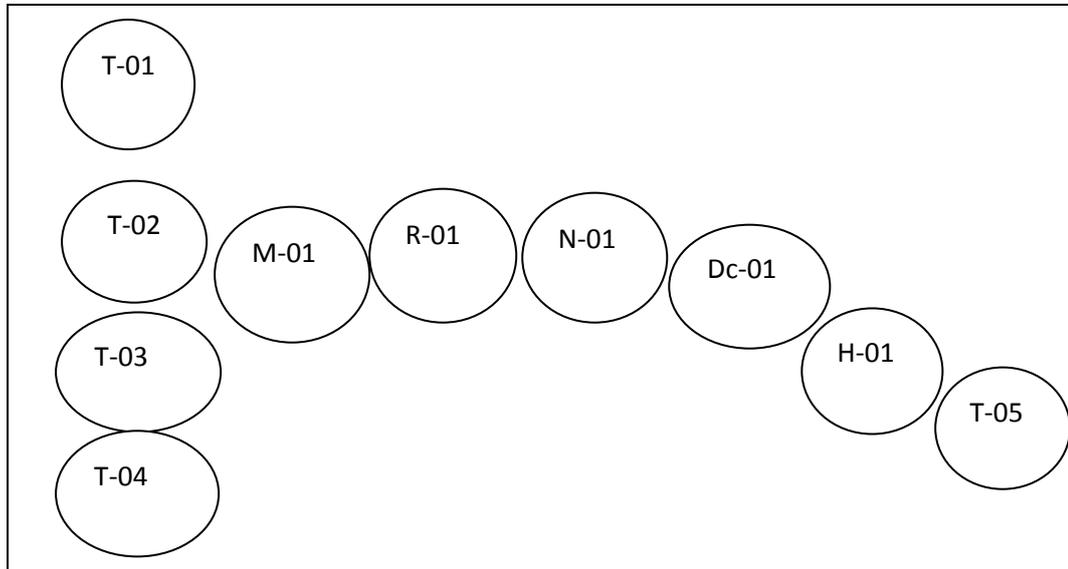
e. Pertimbangan ekonomi

Dalam perancangan alat-alat proses perlu diusahakan supaya dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik yang akhirnya akan memberi keuntungan dari segi ekonomi.

f. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang beroperasi pada suhu dan tekanan tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses yang lain. Apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak membahayakan alat-alat proses yang lainnya.

Pada pra rancangan pabrik nitrobenzen ini tata letak peralatan proses dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut:



Gambar 2.2 Tata Letak Alat



BAB III

SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

3.1. Tangki Penyimpanan Asam Nitrat

Kode	: T-01
Tipe Tangki	: Cylinder-Flat Bottom-Conical Roof
Bahan Konstruksi	: Carbon steel SA-283 Grade C Rubber
Jumlah Tangki	: Lined
Kapasitas Tangki	: 1 buah
Tinggi Tangki	: 10254,755 ft ³
Diameter Tangki	: 35 ft
Tebal Shell Course Tangki	:
- Course ke-1	: ¼ in
- Course ke-2	: ¼ in
- Course ke-3	: ¼ in
Tinggi Head Tangki	: 7,07 ft
Tebal Head Tangki	: 0,154 in



3.2. POMPA

Kode	: P-01
Fungsi	: Memompa bahan baku Asam Nitrat dari tangki penyimpanan (T-01) menuju (M-01)
Tipe	: Centrifugal Pump
Kapasitas	: 1.040,608 Kg/jam
Ukuran pipa	1. Diameter nominal = 3 in 2. OD = 3,50 in 3. ID = 3,068 in
Daya pompa	: 1 HP
Tenaga Motor	: 1,5 HP

3.3. MIXER

Kode	: M-01
Nama alat	: Tangki pencampuran (Mixer)
Fungsi	: Tempat pencampuran Asam Nitrat dan Asam Sulfat
Tipe Pengaduk	: <i>Mixer</i> berupa silinder vertikal dengan alas dan tutup berbentuk <i>torispherical</i> serta pengaduk jenis <i>propeller with three blades</i> .



Diameter tangki : 5,454 ft
Tinggi tangki : 1,296 ft
Diameter pengaduk : 1,818 ft
Jumlah baffle : 4
Lebar baffle : 0,182 ft
Power pengaduk : 1 HP

3.4. REAKTOR

Kode : R-01
Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara benzen dan asam campuran
Tipe : Reaktor alir tangki berpengaduk yang dilengkapi dengan pendingin coil.
Kondisi Operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 50 °C

Jumlah : 1 buah

Bahan Konstruksi : High Alloy SA-240 Grade S

Dimensi reaktor :

- Diameter : 2,918 ft



- Tinggi : 4,65 ft
- Tebal Shell : ½ in
- Tebal head : ½ in

Dimensi pengaduk :

- Jenis : Marine propeller
- Jumlah blade : 3
- Kecepatan : 207,325 rpm
- Power : 2 HP

Media pendingin

- Jenis : Jaket
- Diameter : 4,975 ft
- Tebal jaket : 0,988 ft
- Tinggi jaket : 7,8 ft

3.5. DEKANTER

Kode : D-01

Fungsi : memisahkan fase organik dan fase anorganik keluaran dari reaktor

Jenis : Dekanter Gravity Continue

Bentuk : Silinder horizontal



Jumlah : 1 buah

Bahan : Carbon Steel SA-7

Diameter : 3,673 ft

Tebal shell : 3/16 in

Panjang : 11 ft





BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1 Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses atau sering disebut dengan unit utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang kelangsungan suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses antara lain: unit penyedia air (air pendingin, air sanitasi dan air umpan *boiler*, dan air untuk perkantoran serta perumahan), unit penyedia *steam*, unit penyedia listrik dan unit pengadaan bahan bakar.

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi untuk air perkantoran dan air perumahan. Proses pendinginan digunakan di Reaktor dan *Cooler*.

2. Unit Penyediaan *Steam*

Digunakan untuk proses pemanasan pada *heater*.

3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Berfungsi menyediakan bahan bakar untuk *Boiler* dan *Generator*.

4. Unit Penyediaan Listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses dan penerangan. Listrik diperoleh dari PLN dan dari *generator* sebagai cadangan.



5. Unit Penyediaan Udara Tekan

Unit ini berfungsi untuk menyediakan udara tekan yang digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi diseluruh area proses dan utilitas.

6. Unit Pengolahan Limbah

Unit ini berfungsi mengolah limbah buangan industri yang dihasilkan dari seluruh area pabrik.

4.1.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

1) Unit Penyediaan Air

Unit penyediaan air merupakan salah satu unit utilitas yang bertugas menyediakan air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Unit ini sangat berpengaruh dalam kelancaran produksi dari awal hingga akhir proses. Dalam memenuhi kebutuhan air dalam pabrik, dapat diambil dari air permukaan. Pada umumnya air permukaan dapat diambil dari air sumur, air sungai, dan air laut. Dalam perancangan pabrik nitrobenzen ini, sumber air baku yang digunakan berasal dari sungai Serayu. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah:

- a. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya yang lebih besar.
- b. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi jika dibandingkan dengan air sumur, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- c. Letak sungai berada tidak terlalu jauh dengan pabrik.



Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk:

1. Air untuk proses

Hal – hal yang diperhatikan dalam air proses:

- a. Kesadahan (*Hardness*) yang dapat menyebabkan kerak.
- b. Besi yang dapat menimbulkan korosi.
- c. Minyak yang dapat menyebabkan terbentuknya lapisan film yang mengakibatkan terganggunya koefisien transfer panas serta menimbulkan endapan.

2. Air Pendingin

Pada umumnya, ada beberapa faktor yang menyebabkan air digunakan sebagai media pendingin, yaitu:

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah yang besar.
- b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- c. Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi dan tidak terdekomposisi.
- d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya temperatur pendinginan.

3. Air Umpan Boiler

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

- a. Zat – zat yang dapat menyebabkan korosi

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

- b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale reforming*)

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

c. Zat yang menyebabkan *foaming* dan *priming*

Foaming adalah terbentuknya gelembung atau busa dipermukaan air dan keluar bersama *steam*. Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat – zat organik dan anorganik dalam jumlah cukup besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.

Priming adalah adanya tetes air dalam *steam* (buih dan kabut) yang menurunkan efisiensi energi *steam* dan pada akhirnya menghasilkan deposit kristal garam.

Priming dapat disebabkan oleh konstruksi boiler yang kurang baik, kecepatan alir yang berlebihan atau fluktuasi tiba – tiba dalam aliran.

Syarat air umpan boiler mengacu pada rekomendasi dari ABMA (American Boiler Manufacturers Association) ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Syarat Air Umpan Boiler

No	Parameter	Satuan	Tekanan Proses (bar)		
			40-60	60-75	75-100
1	Oksigen Terlarut	Mg/l		0,02	



2	Total kesadahan	Derajat perancis		0,05	
3	Zat minyak	Mg/l		0,05	
4	pH	>8,5			
5	Total besi	Mg/l	0,05	0,05	0,03
6	Total tembaga	Mg/l	0,03	0,03	0,01

(Sumber: *American Boiler Manufactures*)

4. Air Sanitasi

Air Sanitasi digunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga perusahaan, yaitu air minum, laboratorium, dan lain – lain.

Air Sanitasi yang digunakan harus memenuhi syarat – syarat tertentu:

a. Syarat Fisik

1. Suhu normal di bawah suhu udara luar
2. Warna jernih
3. Tidak berasa
4. Tidak berbau

b. Syarat Kimia

1. Tidak mengandung zat organik maupun anorganik
2. Tidak beracun

c. Syarat Bakteriologis

Tidak mengandung bakteri – bakteri, terutama bakteri patogen seperti *salmondla*, *Pscudomonas*, *Escherichia coli*.

2) Unit Pengolahan Air

Pencemaran dalam air sungai antara lain:

1. Zat organik seperti minyak dan zat warna

2. Zat anorganik seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} , K^{2+} , Fe^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , CO_2^- , NO^- , SiO_3^{2-} , O_2 , dan CO_2 .
3. Materi tersuspensi seperti lumpur
4. Materi Terapung seperti sampah

Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan dapat meliputi secara fisik dan kimia. Penambahan desinfektan maupun dengan penggunaan *ion exchanger*. Kebutuhan air untuk pabrik nitrobenzen diperoleh dari Sungai Serayu. Kualitas air Sungai Serayu termasuk dalam kelas 3, sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan hingga memenuhi kualitas air bersih.

Tabel 4.2. Standar Kualitas Air Bersih Parameter Fisika dan Kimia (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2015.)

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu Badan Air Kelas I	Teknik Pengujian
Parameter Fisika				
1	Temperatur	C	-	Temperatur
2	Zat Padat Terlarut	mg/l	1000	Gravimetri
3	Zat Padat Tersuspensi	mg/l	50	Gravimetri
Parameter Kimia				
4	pH	mg/l	6-9	pH meter
5	COD	mg/l	10	Reflux kalium dikromat
6	DO	mg/l	6	DO meter
7	Total Fosfat	mg/l	0,2	Spektrofotometri
8	NO3-N	mg/l	10	Spektrofotometri

9	NH ₃	mg/l	0,5	(Brusin) Spektrofotometri (Nesler)
10	Arsen (As)	mg/l	0,05	-
11	Kobalt (Co)	mg/l	0,2	AAS
12	Barium (Ba)	mg/l	1	-
13	Boron (B)	mg/l	1	-
14	Selenium (Se)	mg/l	0,01	AAS
15	Kadmium (Cd)	mg/l	0,01	AAS
16	Khrom	mg/l	0,05	AAS
17	Tembaga (Cu)	mg/l	0,02	AAS
18	Besi (Fe)	mg/l	0,3	AAS
19	Timbal (Pb)	mg/l	0,03	AAS
20	Mangan (Mn)	mg/l	0,1	AAS
21	Air Raksa (Hg)	mg/l	0,001	AAS
22	Seng (Zn)	mg/l	0,05	AAS
23	Khlorida (Cl)	mg/l	600	Titrimetri
24	Sianida (CN)	mg/l	0,02	Destilasi
25	Flourida (F)	mg/l	0,5	Spektrofotometri
26	Nitrit (NO ₂)	mg/l	0,06	Spektrofotometri (NED)
27	Sulfat (SO ₄)	mg/l	400	Spektrofotometri
28	Khlorin Bebas (Cl ₂)	mg/l	0,03	Titrimetri
29	Belerang sebagai H ₂ S	mg/l	0,002	Spektrofotometri

Tabel 4.3. Standar Kualitas Air Bersih Parameter Kimia Organik dan Mikrobiologi (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2015.)

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu Badan Air Kelas I	Teknik Pengujian
Kimia Organik				
1	Minyak dan Lemak	mg/l	1000	Ekstraksi/gravitasi
2	Detergen sebagai MBAS	mg/l	200	Spektrofotometri
3	Fenol	mg/l	1	Titrimetri
Parameter Mikrobiologi				
4	Fecal Coltform	/100 mL	100	MPN
5	Total Coltform	/100 mL	1000	MPN

Raw water (air sungai) setelah melewati penyaring, dipompa ke dalam tangki penampung. Kemudian dialirkan ke tangki *floculator* yang berpengaduk sambil diinjeksikan bahan – bahan kimia, yaitu Alum yang berfungsi sebagai flokulan, asam basa yang berfungsi untuk mengatur pH, kira – kira pH 7 (pH netral), serta kalsium hipoklorit atau Cl_2 cair yang berfungsi sebagai desinfektan.

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

Selanjutnya air diumpankan ke *sand filter*. Di *sand filter* air dari tempat penampungan yang masih mengandung partikel – partikel halus disaring, kemudian ditampung dalam dua buah tangki yaitu:

- a. *Filtered Water Storage Tank*, berfungsi sebagai penampungan air yang digunakan untuk keperluan make up air pendingin dan air umpan unit demineralisasi.
- b. *Portable Water Storage Tank*, berfungsi menampung air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari di kantor, laboratorium dan pemukiman.

Air dari *filtered water storage tank* diumpankan ke carbon filter yang berfungsi untuk menghilangkan gas klorin, warna, bau, dan zat-zat organik lainnya. Air yang keluar dari carbon filter diharapkan mempunyai pH 7-7,5.

A. Unit Demineralisasi Air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral – mineral yang terkandung di dalam air, seperti: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , Fe^{2+} , HCO_3^{-} , SO_4^{2-} , Cl^{-} ,

NO_3^- , dan lain – lain dengan menggunakan resin. Air yang digunakan adalah air bebas mineral yang diproses lebih lanjut di *daerator* menjadi air umpan boiler (*Boiler Feed Water*).

Cation Exchanger

Air yang berasal dari carbon filter diumpankan ke dalam cation exchanger untuk menghilangkan kation-kation mineralnya seperti: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Fe^{2+} dengan menggunakan resin. Reaksi yang terjadi antara lain:

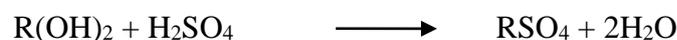


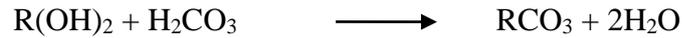
Resin yang telah jenuh diregerasi menggunakan larutan asam (H_2SO_4), untuk mengikat H^+ . Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



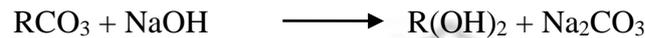
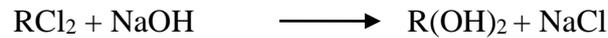
Anion Exchanger

Air yang keluar dari kation exchanger diumpankan ke dalam anion exchanger untuk menghilangkan anion-anion mineralnya seperti: HCO_3^- , SiO_3^{2-} , Cl^- , NO^- , CO_3^{2-} dengan menggunakan resin. Reaksi yang terjadi antara lain:





Resin yang telah jenuh diregenerasi menggunakan larutan basa (NaOH) untuk mengikation OH^- . Reaksi yang terjadi:



Air yang keluar dari unit ini diharapkan mempunyai pH 7 - 8, selanjutnya diumpankan ke unit demineralized water storage sebagai tempat penyimpanan sementara sebelum diproses lebih lanjut menjadi BFW (Boiled Feed Water).

B. Unit Deaerator

Air yang sudah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama oksigen dan karbon dioksida, yang dapat menyebabkan korosi. Gas – gas tersebut dihilangkan dengan menggunakan deaerator, dimana pada alat ini diinjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu Hidrazin yang berfungsi sebagai pengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut:



Air yang keluar dari deaerator diberi larutan fosfat ($\text{Na}_3\text{PO}_4\text{H}_2\text{O}$) untuk mencegah terbentuknya kerak silika dan kalsium pada steam drum dan boiler tube.

C. Unit Air Pendingin

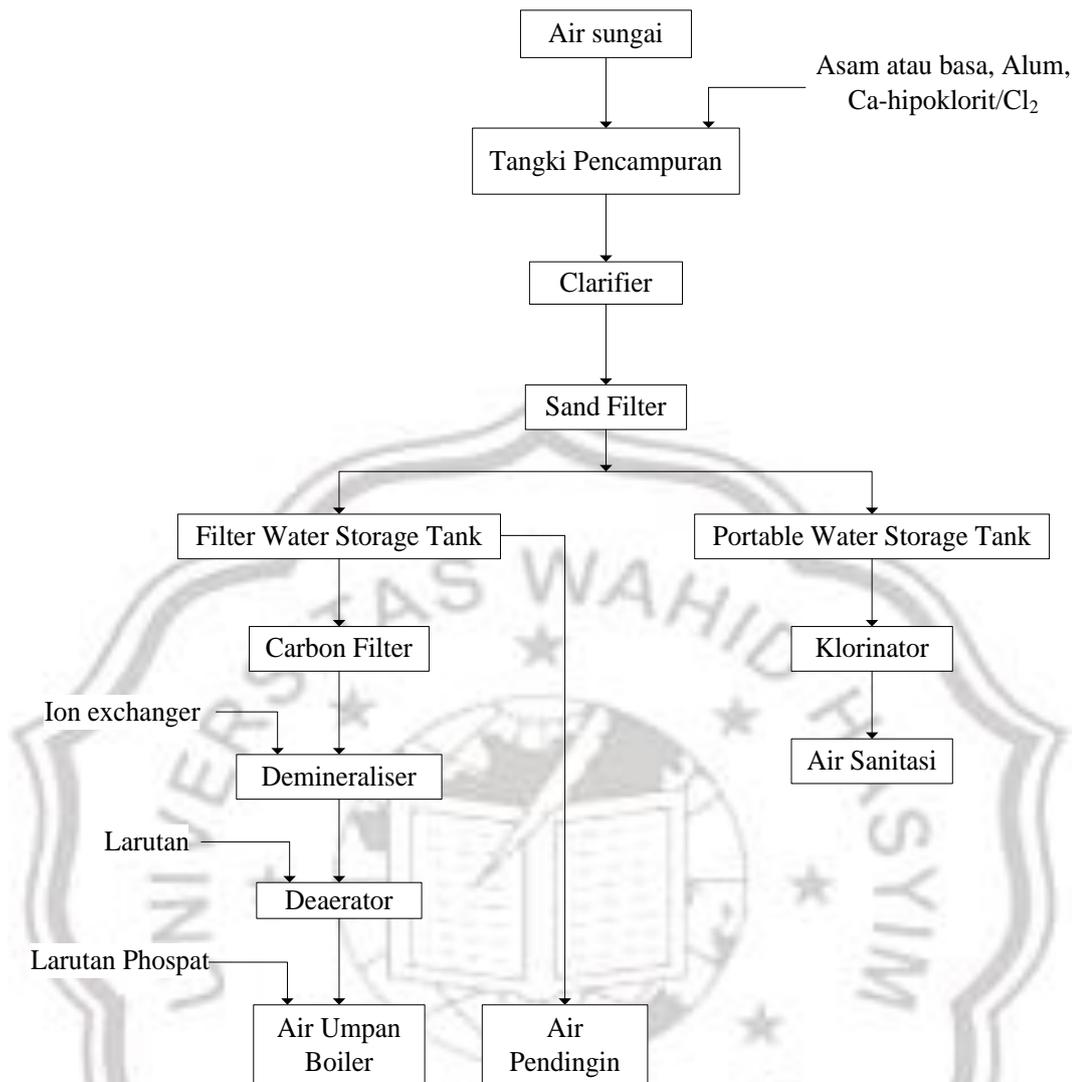
Unit ini berfungsi untuk menyediakan air pendingin yang diperlukan di pabrik. Pendingin dilakukan di dalam *Cooling Tower*. Pada proses ini terjadi kehilangan air karena penguapan, drift (bintik air) yang terbawa keluar menara



dan *blow down*. Untuk mengganti kehilangan air perlu ditambahkan *make up water* yang disediakan oleh *Filtered Water Storage*.

Air pendingin harus mempunyai sifat – sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang dapat menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal tersebut maka ke dalam air pendingin diinjeksikan bahan – bahan kimia sebagai berikut:

- a. Senyawa fosfat untuk mencegah timbulnya kerak
- b. Klorin untuk membunuh mikroorganisme
- c. Zat dispersant untuk mencegah terjadinya pengendapan fosfat



Gambar 4.1 Bagan Pengolahan Air

Kebutuhan air di pabrik nitrobenzen meliputi beberapa macam kebutuhan air, yaitu:

- a. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4.4. Kebutuhan Air Pendingin



No.	Kode Alat	Nama Alat	Jumlah	Total (kg/jam)
1	R-01	Reaktor	1	55.427,082
2	C-01	Cooler	1	5.643,838
TOTAL				61.070,920

$$\begin{aligned} \text{Jadi total kebutuhan air pendingin} &= 61.070,920 \text{ kg/jam} \\ &= 61,071 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 1.465,702 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Diperkirakan air hilang sebesar 10 % sehingga make up air untuk air proses

$$\begin{aligned} &= 10 \% \times 1.465,702 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 146,570 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Jadi kebutuhan total air pendingin yang disupply dari tangki penyimpanan sebesar

$$\begin{aligned} &= 1.465,702 + 146,570 \\ &= 1.612,272 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan air umpan boiler

Tabel 4.5. Kebutuhan steam

No.	Kode Alat	Nama Alat	Jumlah	Total (kg/jam)
1	HE-01	Heater 1	1	94,164
TOTAL				94,164

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan air untuk steam} &= 94,164 \text{ kg/jam} \\ &= 0,094 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 2,256 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Diperkirakan air hilang 10% sehingga air make up air untuk steam

$$= 10\% \times 2,256 \text{ m}^3/\text{hari}$$



$$= 0,2256 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jadi kebutuhan total air pendingin yang disupply dari tangki penyimpanan sebesar

$$= 2,256 + 0,2256$$

$$= 2,482 \text{ m}^3/\text{hari}$$

c. Kebutuhan Air Sanitasi

- Air untuk karyawan kantor

Kebutuhan air untuk karyawan = 40 L/orang/hari (*Linsley, hal 93*)

Sehingga untuk 100 orang diperlukan air sebanyak = 40×100

$$= 4.000 \text{ kg/hari}$$

$$= 166,667 \text{ kg/jam}$$

$$= 0,166 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Air untuk perumahan

Perumahan karyawan pabrik sebanyak 30 rumah. Bila masing – masing rumah dihuni sebanyak 4 orang. Kebutuhan air untuk perumahan sebanyak 200 lt/orang/hari.

- Air untuk perumahan sebanyak = $30 \times 4 \times 200$

$$= 24.000 \text{ lt/hari}$$

$$= 24 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- Air untuk kebutuhan laboratorium

Kebutuhan air diperkirakan sebanyak = $5 \text{ m}^3/\text{hari}$

$$= 0,21 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 208,333 \text{ kg/jam.}$$

- Air untuk pembersihan, pertamanan dan lain – lain diperlukan sebanyak



$$= 30 \text{ m}^3/\text{hari.}$$

$$= 1,25 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 1.630 \text{ kg/jam.}$$

Jadi kebutuhan air untuk sanitasi sebanyak $= 59,166 \text{ 30 m}^3/\text{hari.}$

4.1.2 Unit Penyediaan Steam

Steam pada pabrik Nitrobenzen digunakan sebagai pemanas heater.

Kebutuhan steam pada tabel 4.2 sebesar 119,325 kg/jam. Untuk menjaga kemungkinan kebocoran pada saat distribusi maka jumlah steam dlebihkan 10 %.

Jadi jumlah steam yang dibutuhkan adalah

$$= 110\% \times 119,325 \text{ kg/jam}$$

$$= 1,1 \times 119,325 \text{ kg/jam}$$

$$= 131,258 \text{ kg/jam}$$

$$= 289,374 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Blow down 10 \% dari steam yang dibutuhkan} = 10 \% \times 289,374 \text{ lb/jam}$$

$$= 28,937 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Umpan air masuk boiler} = \text{steam yang dibutuhkan} + \text{blow down}$$

$$= 289,374 + 28,937$$

$$= 318,311 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Kondesat yang kembali} = 90 \% \text{ dari steam yang dibutuhkan}$$

$$= 90 \% \times 289,374 \text{ lb/jam}$$

$$= 260,437 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Kondensat yang hilang} = 10 \% \times 289,374 \text{ lb/jam}$$

$$= 28,937 \text{ lb/jam}$$



$$\begin{aligned}\text{Make up air untuk boiler} &= \text{Kondesat yang hilang} + \text{blow down} \\ &= 28,937 \text{ lb/jam} + 28,937 \text{ lb/jam} \\ &= 57,874 \text{ lb/jam} \\ &= \frac{57,874}{318,311} \times 100\% \\ &= 18,18 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ kondesat} &= \frac{\text{kondesat}}{\text{air masuk boiler}} \times 100\% \\ &= \frac{260,437}{318,311} \times 100\% \\ &= 81,82 \%\end{aligned}$$

Perhitungan Kapasitas Boiler

Untuk menghitung kapasitas boiler dipakai persamaan dari

$$Q = m_s (h - h_f)$$

(Severn, 1959)

Dalam hubungan ini:

Q = kapasitas boiler (Btu/jam)

m_s = massa steam yang dihasilkan (lb/jam)

h = enthalpi steam masuk pada P dan T tertentu (Btu/lb)

h_f = enthalpi steam pada 1 atm (Btu/lb)

Kondisi steam masuk pada $T = 100^\circ\text{C}$ dan $P = 1 \text{ atm}$ (14,7 psi)



Karena steam yang masuk terdiri dari 18,18 % make up water dan 81,82 % kondensat, maka:

$$T = 30\text{ }^{\circ}\text{C} = 86\text{ }^{\circ}\text{F} \longrightarrow h_{\text{liq}} = 54,03\text{ Btu/lb}$$

$$T = 100\text{ }^{\circ}\text{C} = 212\text{ }^{\circ}\text{F} \longrightarrow h_{\text{liq}} = 180,17\text{ Btu/lb}$$

(Smith, dkk. 2001)

$$h = \{ 18,18\% \times (h_{\text{liq}} 30\text{ }^{\circ}\text{C}) \} + \{ 81,82\% \times (h_{\text{liq}} 100\text{ }^{\circ}\text{C}) \}$$

$$h = (0,1818 \times 54,03) + (0,8182 \times 180,17)$$

$$h = 9,823 + 147,415$$

$$h = 157,238\text{ Btu/jam}$$

Dengan menggunakan Steam Table diperoleh:

Pada $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$h = 157,238\text{ Btu/jam}$$

$$h_f (\text{sat vap}, T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}) = 1150,5\text{ Btu/lb}$$

(Smith, dkk. 2001)

Menghitung Kapasitas Boiler

$$Q = 289,374\text{ lb/jam} \times (1150,5 - 157,238)\text{ Btu/lb}$$

$$Q = 289,374\text{ lb/jam} \times 993,262\text{ Btu/lb}$$

$$Q = 287424,198\text{ Btu/jam}$$

Untuk tekanan < 200 psi, maka digunakan jenis *Fired Tube Boiler*.



(Severn, 1959)

Menentukan Luas Penampang Perpindahan Panas

$$H_p = \frac{287424,198}{970,3 \times 34,5}$$

(Severn, 1959)

Dalam hubungan ini,

HP = konversi panas menjadi daya (hp)

ms = massa steam yang dihasilkan (lb/jam)

h = enthalpi steam pada p dan T tertentu (Btu/lb)

h_f = enthalpi steam pada 1 atm (btu/lb)

$$H_p = \frac{287424,198}{970,3 \times 34,5}$$

$$H_p = 8,586 \text{ Hp}$$

Berdasarkan Severn, halaman 126, ditentukan luas bidang pemanasan adalah 10

ft²/Hp, sehingga total heating surface :

$$A = 10 \text{ ft}^2/\text{Hp} \times 8,586 \text{ Hp}$$

(Severn, 1959)

$$A = 85,860 \text{ ft}^2$$

Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar



Bahan bakar yang digunakan dalam menghasilkan steam oleh boiler adalah heating value solar = 19440 Btu/lb.

Densitas (ρ) = 54,26 lb/ft³.

(Hougen, vol 1, hal 519)

Panas yang dihasilkan

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

Q = panas yang dihasilkan boiler (btu/jam)

mf = massa bahan bakar (lb/jam)

f = heating value bahan bakar (btu/lb)

η = efisiensi boiler (80%)

vf = laju air volumetric

$$mf = \frac{287424,198 \text{ Btu/jam}}{0,8 \times 19440 \text{ Btu/lb}}$$

mf = 18,482 lb/jam

$$vf = \frac{mf}{\rho}$$

$$vf = \frac{18,482 \text{ lb/jam}}{54,26 \text{ lb/ft}^3}$$

Vf = 0,341 ft³/jam

Kebutuhan per bulan =

Spesifikasi boiler

Tipe : Tabung air (water – tube)

Jumlah : 1 buah



Heat surface	: 85,860 ft ²
Rate steam	: 289,374 lb/jam
Tekanan	: 288 psia
Temperatur	: 413,6 °F
Bahan bakar	: Solar
Rate bahan bakar	: 0,341 ft ³ /jam

Jenis boiler yang digunakan adalah *fire tube boiler*, dimana gas panas mengalir dalam pipa yang dikelilingi air. Mekanisme perpindahan panas utama yang terjadi adalah secara konveksi, sehingga terjadi perpindahan panas dari gas panas ke air, dimana air akan berubah menjadi uap air. Kebutuhan air untuk pembuatan *steam* dipenuhi dari unit pengolahan air demineralisasi (*Demine Water Tank*) dan dari kondensat yang dikembalikan ke *Deaerator*.

4.1.3 Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik di pabrik nitrobenzen ini dipenuhi dari pembangkit listrik PLN dan generator sebagai cadangan. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak balik dengan pertimbangan:

- Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
- Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan menggunakan transformator.

Kebutuhan listrik pabrik ini terdiri dari:

- Listrik untuk keperluan proses dan utilitas.

- Listrik untuk penerangan dan AC.
- Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi.

Besarnya kebutuhan listrik untuk masing-masing keperluan di atas dapat diperkirakan sebagai berikut:

- Listrik untuk keperluan proses dan utilitas

Kebutuhan listrik untuk alat proses dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. Kebutuhan Listrik Untuk Proses

No.	Nama Alat	Power (Hp)
1	P-01	1,5
2	P-02	1,5
3	P-03	3
4	P-04	2
5	P-05	3
6	P-06	2
7	P-07	4
8	P-08	5
9	P-09	3
10	Pengaduk CSTR	2
11	Pengaduk M-01	1
	TOTAL	28

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses = 28 Hp

Diketahui 1 HP = 0,746 kW maka power yang dibutuhkan = 20,888 kW.

Kebutuhan listrik untuk utilitas dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas

No.	Alat	Jumlah	HP	Total HP
1	Pompa khlorinasi	1	2	2
2	Pompa demin water tank	1	4	4
3	Pompa fire water tank	1	3	3
4	Pompa air sanitasi	1	4	4
5	Pompa boiler	1	5	5
6	Pompa kondensat	2	3	6
7	Pompa deaerasi	1	3	3
TOTAL				27

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses = 27 Hp

Diketahui 1 HP = 0,746 kW maka power yang dibutuhkan = 20,142 kW.

Kebutuhan total listrik = 20,888 + 20,142
= 41,03 kW

1. Listrik untuk penerangan dan AC

Untuk menentukan besarnya tenaga listrik yang dibutuhkan dipakai standart yang terdapat dalam buku Perry's, edisi 3, hal. 1758.

Tabel 4.9. Kebutuhan Listrik Penerangan Untuk Area Dalam Bangunan

Bangunan	Luas (m ²)	Ft ²	Cd	Lumen
Pos keamanan	50	269,0912	10	2.691
Parkir*	1.500	3.229,0946	10	32.292
Masjid	225	2.690,9122	15	40.365
Utilitas	7.500	17.221,8378	15	258.327
Laboratorium	500	807,2736	46	37.134
Kantor	1.000	4.305,4595	35	150.691
Bengkel	1.000	1.614,5473	5	8.073
Proses	20.000	45.207,3243	39	1.763.086
Gudang Pabrik	500	807,2736	30	24.218
Kantin	100	538,1824	10	5.382
Jalan/Taman*	2.000	8.610,9189	10	86.109
Aula	250	807,2736	10	8.073
Poliklinik	50	538,1824	10	5.382
Perluasan*	12.500	16.145,4730	5	80.727
TOTAL				2.502.550

*Luar Ruangan



Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu fluorescent 40 watt. Dari Perry's hal. 1758, tiap lampu instant starting daylight 40 watt adalah 1.920 lumen.

Jumlah lumen di dalam ruangan = 2.303.422 lumen

Jumlah lampu dalam ruangan = $2.303.422 / 1.920$
= 1.200 buah

Untuk jalan/taman, tempat parker, dan perluasan digunakan lampu mercury 100 Watt. Lumen output tiap lampu adalah 3.000 lumen.

Jumlah lumen luar ruangan = 199.128 lumen

Maka jumlah lampu yang dibutuhkan = $199.128 / 3000$
= 66 buah

Total daya penerangan = $(40 \times 1.200) + (100 \times 66)$
= 54.600 Watt
= 54,6 kW

Listrik untuk pendingin ruangan (AC) diperkirakan sebesar = 20.000 watt = 20 kW

2. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi

Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi diperkirakan 20 kW.

Total kebutuhan listrik dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Kebutuhan Tenaga Listrik

Kebutuhan	kW
Listrik untuk keperluan proses dan utilitas	41,03
Listrik untuk keperluan penerangan	54,6
Listrik untuk AC	20
Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi	20
Total	135,63



Faktor keamanan dipilih 20% dari total kebutuhan, maka total kebutuhan listrik sebesar:

$$= 120 \% \times 135,63$$

$$= 1,2 \times 135,63$$

$$= 162,756 \text{ kW}$$

Generator

Generator digunakan jika terjadi gangguan listrik dari PLN. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik (AC) sistem 3 fase yang memiliki keuntungan : tegangan listrik stabil, daya kerja lebih besar, kawat penghantar listrik sedikit dan motor yang digunakan sedikit murah serta sederhana.

Cadangan generator yang digunakan mempunyai efisiensi 80 %, maka output generator

$$= 162,756 \text{ kW} / 0,8$$

$$= 203,445 \text{ kW}$$

Dipilih generator dengan daya 250 kW, sehingga untuk keperluan lain masih tersedia:

$$= 250 - 203,445$$

$$= 46,555 \text{ kW}$$

Spesifikasi generator:

Tipe : AC Generator

Kapasitas : 250 kW

Tegangan : 220/360 Volt

Effisiensi : 80 %



Bahan Bakar : Solar

4.1.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada *boiler* dan generator. Bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan generator dan boiler adalah fuel oil grade 4 (solar) yang diperoleh dari Pertamina.

Dari Hougen volume 1 halaman 159, digunakan bahan bakar:

Jenis bahan bakar : solar

Heating value : 19.440 btu/jam

Effisiensi bahan bakar : 80 %

Densitas : 54,26 lb/ft²

Kapasitas input generator = 250 kW = 250 kW x 56,8699 (Btu/menit)/kW
= 14.217,475 Btu/menit = 853.048,532 Btu/jam

kebutuhan solar = $\frac{853048,532}{(0,8 \times 54,26 \times 19440)}$

= 1,011 ft³/jam

Kebutuhan total bahan bakar = mf boiler + mf generator

= 0,341 ft³/jam + 1,011 ft³/jam

= 1,352 ft³/jam

= 38, 284 m³/jam

4.1.5 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara ini berfungsi untuk menghasilkan udara tekan kering (udara pabrik) dan udara instrumentasi. Udara pabrik adalah udara tekan yang diperlukan untuk pembersihan peralatan pabrik. Udara pabrik ini diperoleh dengan



mengkompresikan udara luar yang kemudian udara disaring dengan filter sampai tekanan 7 atm.

Udara instrumentasi adalah udara pabrik yang dikeringkan dengan silica gel mempunyai dew point 4°C serta bebas dari minyak dan debu sehingga aman untuk penggerak kontrol valve. Udara ini harus bebas air untuk mencegah terjadinya korosi. Udara instrumentasi biasanya mempunyai tekanan 7 sampai 9 atm.

4.1.6. Unit Pengolahan Limbah

Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik Nitrobenzen antara lain adalah limbah buangan sanitasi, air yang mengandung minyak dari alat – alat proses, air sisa proses regenerasi, dan air sisa proses.

1. Limbah Buangan Sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari kamar mandi, pencucian, dapur, dan lain sebagainya di kawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan injeksi klorin. Klorin berfungsi sebagai desinfektan, yaitu membunuh mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit. Sedangkan kotoran yang berasal dari WC dibuang ke tempat pembuangan khusus septic tank.

2. Air yang mengandung minyak dari alat proses

Air berminyak yang berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat yang lain dipisahkan dengan prinsip perbedaan berat jenis. Minyak di bagian atas dialirkan ke penampung minyak dan pengolahannya dengan pembakaran didalam



tungku pembakar, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampungan terakhir, kemudian dibuang.

3. Air sisa proses regenerasi

Air sisa regenerasi dari unit penukar ion dan demineralisasi dinetralkan dalam kolam penetralan. Penetralan dilakukan dengan menggunakan larutan H_2SO_4 jika pH air buangnya lebih dari 7,0 dan menggunakan larutan NaOH jika pH kurang dari 7.

Air yang netral dialirkan ke kolam penampungan akhir, lalu dibuang bersama dengan aliran air dari pengolahan yang lain dan blow down dari cooling tower.

4. Air Berlumpur

Air hasil buangan dari clarifier dan sand filter diendapkan terlebih dulu lumpurnya sebelum dibuang ke sungai karena lumpur akan mempercepat pendangkalan sungai. Air berlumpur ini dimasukkan ke kolam pengendapan. Lumpur akan mengendap dikolam dan sedangkan air yang sudah diolah kemudian dibuang ke sungai.

5. Limbah Sisa Proses

Limbah sisa proses yang berasal dari dekanter dan filter press berupa limbah anorganik dan organik.

a. Limbah keluaran dekanter

Limbah keluaran dekanter berupa limbah anorganik dan organik seperti C_6H_6 , C_7H_8 , H_2O , $C_6H_5NO_2$, $NaNO_3$, Na_2SO_4 . Pengolahan limbah anorganik



dapat dilakukan secara kimia sedangkan pengolahan limbah organik dapat dilakukan secara biologis.

1. Pengolahan limbah secara kimia

Pengolahan limbah secara kimia dapat dilakukan dengan cara presipitasi. Presipitasi merupakan pemisahan zat anorganik terlarut yang dapat dilakukan dengan penambahan suatu reagen untuk merubah zat anorganik terlarut menjadi endapan, sehingga dapat dipisahkan dengan cara pengendapan atau sedimentasi. Reagen yang ditambahkan yaitu AgCl dan BaCl₂. AgCl ditambahkan untuk membentuk endapan AgNO₃ sedangkan BaCl₂ ditambahkan untuk membentuk endapan BaSO₄. Reaksi yang terjadi antara lain:



Setelah terbentuk endapan selanjutnya dilakukan proses filtrasi untuk memisahkan antara cairan dan padatan. Cairan yang terbentuk dapat dilakukan pengolahan lanjutan yaitu pengolahan secara biologis karena masih mengandung zat organik. Sedangkan padatan yang terbentuk dapat dijual.

2. Pengolahan limbah secara biologis

Limbah cair pabrik ini mempunyai beberapa parameter yang perlu diperhatikan, diantaranya :

- Kadar keasaman (pH), limbah yang ingin dibuang harus dinetralkan dahulu.
- COD (Chemical Oxygen Demand), semakin tinggi harga COD, makin besar tingkat pencemarannya.



- BOD (Biological Oxygen Demand), semakin kecil BOD, maka semakin baik kualitas air.

a. Pengolahan secara biologis

Pengolahan secara biologis dengan sistem aerob untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme. Tahap ini dilakukan karena limbah mengandung bahan organik, BOD rendah, dan COD tinggi. Pada pengolahan secara biologis terdapat 2 proses yaitu:

- Proses penambahan oksigen

Proses penambahan oksigen adalah salah satu usaha dari pengambilan zat pencemar sehingga konsentrasi zat pencemar akan berkurang. Proses penumbuhan oksigen dilakukan dengan cara memasukkan udara ke dalam air limbah menggunakan nozzle yang diletakkan ditengah-tengah pada dasar bak aerasi. Proses ini akan meningkatkan kecepatan kontak antara gelembung udara dengan air limbah tersebut. Sehingga proses pemberian oksigen akan berjalan lebih cepat. Konsentrasi oksigen terlarut dalam unit aerasi harus dijaga diatas 0,5 – 1,0 mg/l. Udara yang dimasukkan berasal dari udara luar yang dipompakan ke dalam air limbah oleh pompa tekan pada tekanan 6-8 psi dengan waktu aerasi 5-6 jam.

- Proses pertumbuhan mikroorganisme

Mikroorganisme yang digunakan berasal dari lumpur aktif yang mengandung berbagai ragam mikroorganisme termasuk bakteri dan protozoa. Mikroorganisme ini diperlukan untuk menguraikan bahan organik didalam air limbah yang dimasukkan sebelum masuk ke bak aerasi.



Pada permulaannya mikroorganisme berkembang biak secara konstan dan agak lambat pertumbuhannya karena adanya suasana baru pada air limbah. Setelah beberapa jam mikroorganisme mulai tumbuh berlipat ganda (fase akselerasi). Setelah tahap ini berakhir terdapat mikroorganisme yang tetap dan ada yang terus meningkat jumlahnya (log fase). Selama log fase diperlukan makanan dengan menambahkan pupuk urea dan amonium sulfat sebagai nutrien. Sehingga terjadi pertumbuhan mikroorganisme yang meningkat dan penurunan jumlah makanan, akhirnya jumlah mikroorganisme dan makanan tidak seimbang. Pada akhirnya makanan akan habis dan kematian mikroorganisme terus meningkat. Setelah jumlah makanan habis dipergunakan, maka jumlah kematian akan lebih besar dari jumlah pertumbuhannya, pada saat ini mikroorganisme menggunakan energi simpanan untuk pernafasannya sampai energi simpanannya habis yang kemudian akan mati. Proses ini dapat menghasilkan penurunan BOD yang tinggi (90%).

b. Proses sedimentasi

Limbah dari bak aerasi kemudian dialirkan ke bak pengendapan. Pada proses ini terjadi pengendapan padatan dari mikroorganisme yang lain. Prosesnya dilakukan pada bak pengendap pertama yang dilanjutkan pada bak pengendap kedua. Hasil pengendapan berupa lumpur yang sebagian diaktifkan kembali untuk dialirkan ke bak aerasi sedangkan sisanya sekitar 2% lumpur yang terbuang setiap hari. Lumpur yang dibuang bisa digunakan sebagai pupuk bila tidak berbahaya, jika berbahaya dimasukkan ke dalam insinerator untuk dibakar, sehingga tidak



membahayakan. Airnya yang telah jernih ditampung di bak bio kontrol untuk selanjutnya dialirkan ke sungai.

4.2 Laboratorium

4.2.1 Peranan Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk, sedangkan peran lain adalah dalam pengendalian pencemaran lingkungan baik udara, tanah, dan air.

Tugas Laboratorium antara lain:

1. Memeriksa bahan baku dan bahan penolong yang akan digunakan dalam pabrik
2. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
3. Meneliti tingkat polusi baik udara, tanah, dan air
4. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi

Laboratorium melaksanakan kerja selama 24 jam sehari dibagi dalam kelompok kerja shift dan non shift.

1. Kelompok kerja non shift

Kelompok kerja ini mempunyai tugas melakukan analisa khusus yaitu analisa yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen yang diperlukan oleh laboratorium dalam rangka membantu kelancaran pekerjaan kelompok shift.

Tugas kelompok non shift antara lain:

- Menyiapkan reagen untuk analisa laboratorium
- Menganalisa bahan baku, bahan pembantu, dan hasil produksi secara kontinyu



- Melakukan analisa bahan buangan penyebab polusi lingkungan
- Melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran proses produksi

2. Kelompok kerja shift

kelompok kerja ini melakukan tugas pemantauan dan analisa – analisa rutin terhadap proses produksi, dalam tugasnya kelompok ini menggunakan sistem bergilir yaitu kerja shift selama 24 jam sehari, masing – masing bekerja selama 8 jam yaitu:

- a. Shift 1 : 07.00 – 15.00 WIB
- b. Shift 2 : 15.00 – 23.00 WIB
- c. Shift 3 : 23.00 – 07.00 WIB

Tugas kelompok ini di laboratorium adalah melakukan analisa atau pemantauan kualitas terhadap bahan baku dan bahan penolong yang digunakan serta pemantauan selama proses berlangsung. Beberapa tugas kelompok ini antara lain:

- Melakukan pemantauan terhadap performance proses produksi dengan melakukan analisa terus menerus terhadap pencemaran lingkungan
- Melakukan pemantauan/analisa terhadap mutu air dan lain – lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi

4.2.2 Penanganan Sampel

Dalam menganalisa harus diperhatikan jenis sampel yang akan diambil.

Sampel yang diperiksa untuk dianalisa terbagi dalam dua bentuk:

- a. Gas

Cara penanganan/analisa sampel dalam bentuk gas bisa dilaksanakan langsung dengan pengambilan sampel yang selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisa. Pengambilan sampel dalam bentuk gas harus diperhatikan segi keamanannya terlebih dahulu bila gas yang dianalisa sangat berbahaya. Alat pelindung diri harus disesuaikan dengan sifat sampel yang diambil. Arah angin juga harus diperhatikan dengan jalan membelakangi arah angin.

b. Cairan

Untuk melakukan analisa dalam bentuk cairan, maka terlebih dahulu sampel harus didinginkan bila sampel yang dianalisa panas. Untuk cairan yang berbahaya, pengambilan sampel dilakukan dengan alat yang dapat melindungi diri dari bahaya yang bisa ditimbulkan.

4.2.3 Prosedur Analisa

Laboratorium mempunyai tugas analisa terhadap proses dalam pabrik dan unit pendukung proses.

a. Proses dalam pabrik

1. Benzen masuk tangki penyimpanan, analisa ini meliputi warna, densitas, kemurnian, viskositas
2. Cairan keluar Reaktor
3. Campuran asam keluar Mixer
4. Cairan keluar dekanter
5. Cairan keluar neutralizer
6. Cairan keluar dari filter press
7. Produk Nitrobenzen



b. Unit Pendukung Proses

Analisa untuk utilitas meliputi:

1. Air lunak proses kapur dan air proses penjernihan, yang dianalisa pH, SiO₂, Ca sebagai CaCO₃, sulfur sebagai SO₄⁻, Chlor sebagai Cl₂, dan zat padat terlarut
2. Air bebas mineral. analisa sam dengan penukar ion
3. *Boiler Feed Water*, yang dianalisa pH, jumlah CO₂ terlarut dan kadar Fe
4. Air dalam boiler, yang dianalisa pH, jumlah zat padat terlarut, kadar Fe, kadar CaCO₃, SO₃, PO₄²⁻, SiO₂
5. Air Minum yang dihasilkan, dianalisa pH, chlor, dan kekeruhan

4.2.4 Alat – alat utama laboratorium

1. *Water content tester*, untuk menganalisa kadar air.
2. *Hidrometer*, untuk menganalisa *specific gravity*.
3. *Buret*, untuk titrasi
4. *pH meter*, untuk analisa tingkat keasaman (pH)

4.3 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan hal penting dalam perlindungan tenaga kerja yang berkaitan dengan alat kerja, mesin, bahan, dan proses pengolahan, tempat kerja, dan lingkungannya serta cara pengerjaannya.

Tujuan keselamatan kerja:



- a. Melindungi tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional.
- b. Menjamin keselamatan orang lain yang berada di lingkungan kerja
- c. Memelihara sumber produksi dan dipergunakan secara aman dan efisien

Untuk pelaksanaan program keselamatan kerja, disediakan perlengkapan pakaian seragam kerja untuk tiap – tiap karyawan. Selain itu perusahaan juga menyediakan alat – alat perlindungan diri yang disesuaikan dengan kondisi dan jenis pekerjaan. Peralatan *safety* harus dipakai oleh setiap karyawan yang berada dan bekerja di *plant* atau daerah proses.

Perlengkapan *safety* yang harus dipakai:

- a. Sepatu *safety*
- b. *Safety goggles* (kacamata *safety*)
- c. *Ear muffs/ear plugs* yaitu penutup telinga yang dipakai untuk mengurangi suara bising dari mesin.
- d. *Safety helmet* yaitu alat pelindung kepala
- e. Masker yaitu penutup hidung dan mulut untuk menyaring udara yang dihisap
- f. *Breathing apparatus* yaitu alat bantu pernafasan dimana dipakai jika udara sekeliling kotor sekali atau beracun

Ijin keselamatan kerja dibuat untuk meyakinkan bahwa hal – hal yang dapat menimbulkan bahaya dikerjakan dengan aman dan tidak menimbulkan hal – hal yang tidak diinginkan. Jenis – jenis pekerjaan yang memerlukan ijin keselamatan kerja:



1. Setiap pekerjaan yang dapat menimbulkan panas atau api seperti welding, grinding, cutting, drilling, dll.
2. Setiap pekerjaan di daerah bertekanan tinggi, seperti daerah di sekitar boiler
3. Setiap pekerjaan untuk memasuki vessel atau tangki

Adapun tindakan pencegahan yang dilakukan oleh perusahaan adalah:

1. Penyediaan fasilitas pencegah kebakaran dan kebocoran

Fasilitas pemadam kebakaran seperti Fire Hydrant perlu ditempatkan pada tempat – tempat yang strategis, disamping itu disediakan pula Portable Fire, Fighting Equipment pada setiap ruangan di tempat – tempat yang mudah dijangkau.

2. Pemberian penerangan, latihan, dan pembinaan agar setiap pekerja yang ada ditempat dapat mengetahui cara melakukan pencegahan jika terjadi kecelakaan, kebakaran, peledakan, dan kebocoran pipa yang berisi zat berbahaya
3. Pemberian penerangan mengenai pertolongan pertama pada kecelakaan

BAB V

MANAJEMEN PERUSAHAAN



Sistem manajemen didalam sebuah perusahaan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelancaran kerja dalam suatu perusahaan. Manajemen dapat didefinisikan sebagai suatu proses atau cara yang sistematis untuk melakukan perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan, pengendalian anggota organisasi dan penggunaan semua sumber daya organisasi untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Sedangkan organisasi merupakan alat bagi manajemen untuk mencapai tujuan. Kedua unsur ini merupakan unsur yang tidak terpisahkan dalam menjalani operasional pabrik yang bersangkutan. Sistem manajemen organisasi yang kompak, rapi dan saling mendukung akan menghasilkan kesatuan aktivitas tenaga kerja dan proses produksi sebagai syarat utama keberhasilan suatu perusahaan.

5.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik nitrobenzen ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih berdasarkan persyaratan yang ditetapkan dalam UU No.1 tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas (UUPT), serta peraturan pelaksanaanya. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula memiliki perusahaan. Dalam Perseroan Terbatas



pemegang saham bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap saham.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan Perseroan Terbatas menurut Djoko (2003) didasarkan atas beberapa faktor, antara lain:

1. Kontinuitas perusahaan sebagai badan hukum lebih terjamin, sebab tidak tergantung pada pemegang saham, dimana pemegang saham dapat berganti-ganti.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staf yang diawasi oleh Dewan Komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
5. Efisiensi dari manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai Dewan Komisaris.
6. Lapangan usaha lebih luas, suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

5.2 Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dalam perusahaan tersebut. karena berhubungan dengan

komunikasi yang terjadi dalam perusahaan, demi tercapainya keselamatan kerja antar karyawan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan sebagai pedoman (Djoko, 2003), antara lain:

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

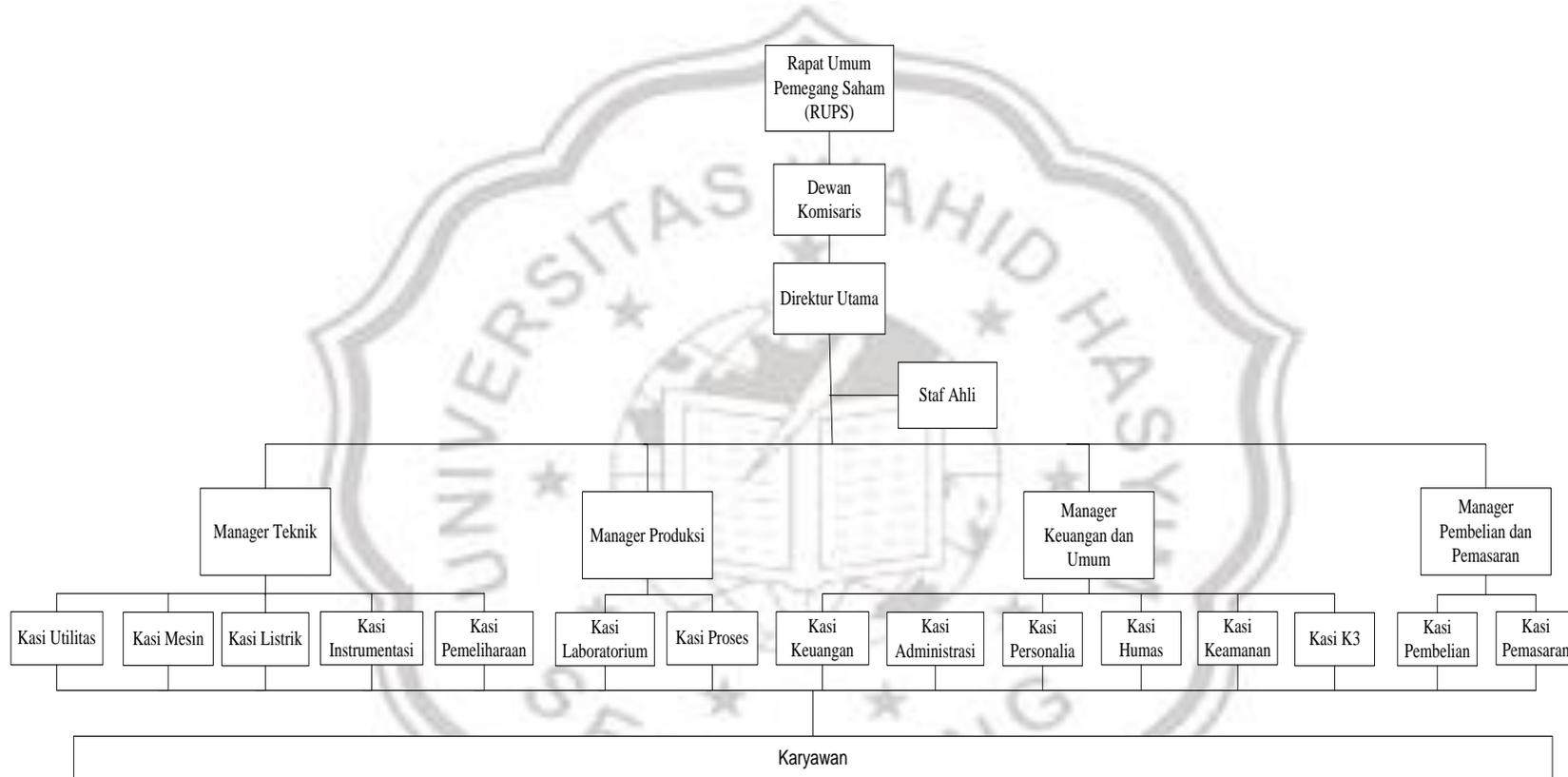
Berpedoman pada azas-azas tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik, yaitu sistem *line and staff*. Dasar-dasar pertimbangan pemilihan bentuk organisasi kerja *line and staff* menurut Djoko (2003) adalah sebagai berikut :

- a. Organisasi masih kecil, jumlah karyawan sedikit, dan spesialisasi kerja belum begitu tinggi.
- b. Kesatuan komando terjamin dengan baik, karena pimpinan berada di atas satu tangan.
- c. Proses pengambilan keputusan berjalan dengan cepat karena jumlah orang yang diajak berdiskusi masih sedikit atau tidak ada sama sekali.
- d. Rasa solidaritas di antara para karyawan umumnya tinggi karena saling mengenal.

Struktur organisasi pada prarancangan pabrik nitrobenzen berkapsitas 15.000 Ton/Tahun dapat dilihat pada gambar 5.1.



Struktur Organisasi Pabrik Nitrobenzene



Gambar 5.1. Struktur Organisasi Pabrik Nitrobenzene



5.3 Tugas dan Wewenang

5.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan jalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk PT (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- b. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
- c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

5.3.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksanaan tugas sehari-hari dan pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris yaitu:

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya pemasaran.



- b. Melaksanakan pembinaan dan pengawasan terhadap seluruh kegiatan dan pelaksanaan tugas direktur.
- c. Mengadakan rapat tahunan para pemegang saham
- d. Meminta laporan pertanggungjawaban direktur secara berkala Dewan

5.3.3 Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pemimpin tertinggi dalam perusahaan yang diangkat oleh komisaris dan bertanggung jawab atas kemajuan perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pemimpin perusahaan.

Tugas Direktur Utama:

1. Memimpin dan membina perusahaan secara efektif dan efisien.
2. Melakukan kebijaksanaan perusahaan dan bertanggung jawab pada Rapat Umum Pemegang Saham.
3. Menjaga kestabilan organisasi dan membuat hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
4. Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian atas persetujuan Rapat Umum Pemegang Saham.

Direktur dalam melaksanakan tugasnya dibantu oleh manager produksi, manager teknik, manager umum dan keuangan, manager pembelian dan pemasaran.



5.3.4 Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahlian masing-masing. Tugas dan wewenang staf ahli menurut Djoko (2003) meliputi:

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

5.3.5 Manager Produksi

Manager produksi bertanggung jawab langsung kepada direktur utama. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan masalah proses dibagian produksi maupun utilitas. Dalam menjalankan tugasnya Manager produksi dibantu oleh tiga kepala seksi, yaitu kepala seksi proses, kepala seksi R&D dan kepala seksi utilitas.

5.3.6 Manager Teknik

Manager teknik bertanggung jawab langsung kepada direktur utama. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan masalah teknik baik di lapangan maupun dikantor. Dalam menjalankan tugasnya Manager



teknik dibantu oleh empat kepala seksi, yaitu kepala seksi mesin, kepala seksi listrik, kepala Instrumentasi dan kepala seksi pemeliharaan pabrik.

5.3.7 Manager Umum dan Keuangan

Manager umum dan keuangan bertanggung jawab langsung kepada direktur utama dalam mengawasi dan mengatur keuangan, administrasi, personalia dan humas. Dalam menjalankan tugasnya Manager umum dan keuangan dibantu oleh enam kepala seksi yaitu kepala seksi keuangan, kepala seksi administrasi, kepala seksi personalia, kepala seksi humas, kepala seksi keamanan dan kepala seksi K3.

5.3.8 Manajer Pembelian dan Pemasaran

Manajer pembelian dan pemasaran bertanggung jawab langsung kepada direktur utama. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan pembelian bahan baku dan pemasaran produk. Manajer pembelian dan pemasaran dibantu oleh dua kepala seksi, yaitu kepala seksi pembelian dan kepala seksi penjualan.

5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik nitrobenzene direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan dan perawatan (*shut down* pabrik).



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, *misalnya bagian administrasi, bagian gudang, dan lain-lain*. Karyawan non shift bekerja selama 5 hari dalam 1 minggu dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

Senin – Kamis

- Jam kerja : 08.00 – 12.00 WIB
- Jam Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB
- Jam kerja : 13.00 – 16.00 WIB

Jum'at

- Jam kerja : 08.00 – 12.00 WIB
- Jam istirahat : 12.00 – 14.00 WIB
- Jam kerja : 14.00 – 16.00 WIB

2. Karyawan shift

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, *misalnya bagian produksi, utilitas, kamar listrik (genset), keamanan, dan lain-lain*. Perincian jam kerja *shift* adalah:



- Shift pagi : Pukul 07.00 – 15.00 WIB
- Shift sore : Pukul 15.00 – 23.00 WIB
- Shift malam : Pukul 23.00 – 07.00 WIB

Kelompok kerja shift dibagi menjadi 4 regu, dimana tiga regu bekerja dan satu regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran tiga hari kerja dan satu hari libur. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, maka regu yang masuk tetap bekerja. Jadwal pembagian kelompok shift disajikan pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Jadwal Pembagian Kelompok Shift

Hari	Shift Pagi	Shift Sore	Shift Malam	Libur
Senin	A	C	B	D
Selasa	A	C	D	B
Rabu	A	B	D	C
Kamis	C	B	D	A
Jumat	C	B	A	D
Sabtu	C	D	A	B
Minggu	B	D	A	C

*Keterangan:

A, B, C, D = Kelompok kerja shift

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



3. Karyawan Borongan

Apabila diperlukan, maka perusahaan dapat menambah jumlah karyawan yang dikerjakan secara borongan selama kurun jangka waktu tertentu yang ditentukan menurut kebijaksanaan perusahaan.

5.5 Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan

Susunan karyawan seperti pada struktur organisasi dibutuhkan dalam melaksanakan kegiatan perusahaan/pabrik. Jumlah karyawan dan tingkat pendidikan yang dibutuhkan ditunjukkan pada tabel 5.2.



Tabel 5.2 Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan



No	Jabatan	Jumlah	Tingkat Pendidikan
1.	Dewan Komisaris	2	Teknik/Ekonomi (S2 Berpengalaman)
2.	Direktur Utama	1	Teknik/Ekonomi (S2 Berpengalaman)
3.	Staf Ahli	3	Teknik, Ekonomi, Hukum (S1/S2 Berpengalaman)
4.	Manager Produksi	1	Teknik Kimia (S1/ Insinyur Berpengalaman)
5.	Manager Teknik	1	Teknik (S1/Insinyur Berpengalaman)
6.	Manager Keuangan dan Umum	1	Ekonomi (S1 Berpengalaman)
7.	Manager Pembelian dan Pemasaran	1	Teknik Industri/Ekonomi (S1 Berpengalaman)
8.	Kasi Utilitas	1	Teknik Kimia (S1)
9.	Kasi Mesin	1	Teknik Mesin (S1)
10.	Kasi Listrik	1	Teknik Elektro (S1)
11.	Kasi Instrumen	1	Teknik Elektro/Teknik Mesin (S1)
12.	Kasi Pemeliharaan	1	Teknik Kimia/Teknik Mesin (S1)
13.	Kasi Laboratorium	1	Kimia Analis (S1)
14.	Kasi Proses	1	Teknik Kimia (S1)
15.	Kasi Keuangan	1	Ekonomi (S1)
16.	Kasi Administrasi	1	Ekonomi (S1)
17.	Kasi Personalia	1	Ekonomi/Psikologi (S1)
18.	Kasi Humas	1	Hukum/Sosiologi (S1)
19.	Kasi Keamanan	1	TNI/POLRI Aktif
20.	Kasi K3	1	Teknik Kimia/K3 (S1)
21.	Kasi Pembelian	1	Ekonomi (S1)
22.	Kasi Pemasaran	1	Ekonomi (S1)
23.	Dokter	1	Kedokteran (S1)
24.	Perawat	2	Keperawatan (D3)
25.	Karyawan Produksi	40	D3/Politeknik
26.	Karyawan Teknik	15	D3/Politeknik
27.	Karyawan Umum dan Keuangan	4	D3/Politeknik
28.	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	4	D3/Politeknik
29.	Petugas Keamanan	9	SLTA/SMK
30.	Sopir, pesuruh,	13	SLTA/SMK



Petugas Kebersihan	
Total	113

5.6 Status Karyawan dan Sistem Penggajian

Sistem gaji karyawan pada pabrik kalsium klorida ini berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut statusnya karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut:

1. Karyawan Tetap

Karyawan tetap yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan Harian

Karyawan harian yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan borongan

Karyawan borongan yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan.

Penentuan jumlah karyawan pabrik didasarkan pada kebutuhan manajemen perusahaan dan unit-unit produksi yang ada di dalam pabrik



berdasarkan besar kecilnya volume pekerjaan. Upah karyawan pabrik kalsium klorida tiap bulan dapat dilihat pada **Table 5.3** berikut ini:

Tabel 5.3 Upah Karyawan Pabrik Nitrobenzen

No	Jabatan	Jumlah	Gaji Per Bulan (Rp)	Total (Rp)
1.	Dewan Komisaris	2	20.000.000	40.000.000
2.	Direktur Utama	1	35.000.000	35.000.000
3.	Staf Ahli	1	10.000.000	10.000.000
4.	Manager Produksi	1	20.000.000	20.000.000
5.	Manager Teknik	1	20.000.000	20.000.000
6.	Manager Keuangan dan Umum	1	20.000.000	20.000.000
7.	Manager Pembelian dan Pemasaran	1	20.000.000	20.000.000
8.	Kasi Utilitas	1	10.000.000	10.000.000
9.	Kasi Mesin	1	10.000.000	10.000.000
10.	Kasi Listrik	1	10.000.000	10.000.000
11.	Kasi Instrumen	1	10.000.000	10.000.000
12.	Kasi Pemeliharaan	1	10.000.000	10.000.000
13.	Kasi Laboratorium	1	10.000.000	10.000.000
14.	Kasi Proses	1	10.000.000	10.000.000
15.	Kasi Keuangan	1	10.000.000	10.000.000
16.	Kasi Administrasi	1	10.000.000	10.000.000
17.	Kasi Personalia	1	10.000.000	10.000.000
18.	Kasi Humas	1	10.000.000	10.000.000
19.	Kasi Keamanan	1	10.000.000	10.000.000
20.	Kasi K3	1	10.000.000	10.000.000
21.	Kasi Pembelian	1	10.000.000	10.000.000
22.	Kasi Pemasaran	1	10.000.000	10.000.000
23.	Dokter	1	10.000.000	10.000.000
24.	Perawat	2	4.000.000	8.000.000
25.	Karyawan Produksi	40	4.000.000	160.000.000
26.	Karyawan Teknik	15	4.000.000	60.000.000



27.	Karyawan Umum dan Keuangan	4	4.000.000	16.000.000
28.	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	15	4.000.000	60.000.000
29.	Petugas Keamanan	9	2.000.000	18.000.000
30.	Sopir, pesuruh, Petugas Kebersihan	13	2.000.000	26.000.000
Total		100		673.000.000

5.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Tujuan utama perusahaan adalah untuk memperoleh keuntungan maksimal. Untuk mencapai tujuan tersebut, aset-aset perusahaan harus mendapat perhatian. Salah satu aset besar perusahaan adalah karyawan yang seharusnya didukung dengan fasilitas kehidupan yang memadai.

5.7.1 Fasilitas Perusahaan

Fasilitas perusahaan untuk karyawan yang akan diberikan adalah sebagai berikut:

- Mendapat fasilitas perumahan bagi staf.
- Diberikan cuti 12 hari dalam 1 tahun dan 3 bulan untuk karyawan yang hamil.
- Diberikan tunjangan hari raya.
- Disediakan fasilitas makan untuk karyawan.
- Disediakan fasilitas transportasi untuk karyawan pada waktu berangkat kerja maupun pulang kerja.



- f. Diberikan fasilitas kesehatan terhadap karyawan yang mengalami kecelakaan atau penyakit mendadak yang terjadi di kawasan pabrik atau plant.
- g. Para karyawan mendapat seragam gratis dari perusahaan.
- h. Tersedia peralatan *safety* bagi para karyawan untuk menjaga keamanan dan keselamatan yang berupa *ear plugs*, *helmet*, masker, tali pengaman dan sepatu *safety*.
- i. Bagi karyawan yang beragama muslim tersedia masjid atau mushola untuk beribadah.
- j. Beasiswa kepada anak – anak karyawan yang berprestasi.

5.7.2 Jaminan Sosial dan Kesejahteraan Karyawan

Jaminan sosial tenaga kerja (JAMSOSTEK) adalah suatu perlindungan bagi tenaga kerja dalam bentuk santunan berupa uang pengganti sebagian dari penghasilan yang hilang atau berkurang sebagai akibat dari peristiwa-peristiwa tertentu sewaktu menjalankan pekerjaan.

a. Ruang Lingkup

1. Sesuai dengan UU No. 3/1992, termasuk peraturan pelaksanaannya, perusahaan mengikutsertakan setiap karyawan dalam program jamsostek meliputi:
 - Jaminan kecelakaan kerja



- Jaminan kematian
- Jaminan hari tua

2. Perusahaan menyediakan jaminan kecelakaan karyawan melalui program bantuan kecelakaan.

b. Fasilitas Jamsostek

1. Iuran kecelakaan kerja dan kematian ditanggung oleh perusahaan.
2. Iuran kecelakaan kerja dan kematian ditanggung oleh perusahaan sebesar 3,7% dan ditanggung karyawan sebesar 2% dari gaji bulanan, yang langsung dibayarkan oleh perusahaan ke kantor ASTEK (pasal 1 ayat 3 PP No. 14/1993).
3. Perhitungan iuran dapat berubah dengan ketetapan pemerintah yang berlaku.

5.8 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Pabrik Nitrobenzen ini mengambil kebijakan dalam aspek perencanaan, pelaksanaan, pengawasan dan pemeliharaan keselamatan instalasi peralatan dan karyawan dibawah Unit Inspeksi Proses dan Keselamatan Lingkungan. Manajemen perusahaan sangatlah mendukung dan ikut berpartisipasi dalam program pencegahan kerugian baik terhadap karyawan, harta benda perusahaan, terjaganya operasi serta keamanan masyarakat sekitar yang diakibatkan oleh kegiatan perusahaan.



Pelaksanaan tugas dalam K3 ini berlandaskan:

a. UU No. 1/1970

Menangani keselamatan kerja karyawan yang dikeluarkan oleh Departemen Tenaga Kerja (Depnaker).

b. UU No. 2/1951

Menangani ganti rugi akibat kecelakaan kerja yang dikeluarkan oleh Depnaker.

c. PP Np. 4/1982

Menangani ketentuan pengelolaan lingkungan hidup yang dikeluarkan oleh Menteri Negara Kelestarian Lingkungan Hidup.

Kegiatan yang dilakukan dalam rangka K3 antara lain: Mengawasi operasi proses, bertanggung jawab terhadap alat-alat keselamatan kerja, bertindak sebagai instruktur safety, membuat rencana kerja pencegahan kecelakaan, membuat prosedur darurat agar penganggulangan kebakaran dan kecelakaan proses berjalan dengan baik, mengawasi kuantitas dan kualitas bahan buangan pabrik agar tidak berbahaya bagi lingkungan.

5.9 Manajemen Perusahaan

Manajemen produksi menurut Djoko (2003) merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan



semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk, sehingga proses produksi dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Perencanaan dan pengendalian produksi bertujuan untuk mengusahakan perolehan kualitas produk sesuai target dalam jangka waktu tertentu. Perencanaan sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur terhadap berjalannya kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikembalikan pada arah yang sesuai.

5.9.1 Perencanaan Produksi

Perencanaan produksi disusun oleh seksi proses dan pengendalian dan akan disetujui oleh manager keuangan dan umum. Hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah kemampuan pabrik sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan.

1. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik menurut Djoko (2003) ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

a. Bahan Baku

Dengan pemakaian bahan baku yang memenuhi kualitas dan kuantitas,



maka jumlah produk yang diinginkan dapat tercapai.

b. Tenaga kerja

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian, sehingga diperlukan pelatihan agar kemampuan kerja sesuai dengan yang diinginkan.

c. Peralatan

Kemampuan mesin dipengaruhi oleh jam kerja yang efektif dan beban yang diterima oleh mesin tersebut.

2. Kemampuan Pasar

Kemampuan pasar dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu:

- a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- b. Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan pabrik.

5.9.2 Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk dengan mutu yang sesuai dengan standard dan jumlah produk sesuai dengan rencana dalam jangka waktu yang sesuai jadwal (Djoko, 2003).

a. Pengendalian Kualitas



Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan alat, dan penyimpangan operasi. Hal-hal tersebut dapat diketahui dari monitor atau hasil analisis laboratorium.

b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas dapat terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku, serta perbaikan alat yang terlalu lama. Apabila terjadi penyimpangan perlu diketahui penyebabnya dan melakukan evaluasi, kemudian dari evaluasi tersebut diambil tindakan seperlunya dan diadakan perencanaan kembali dengan keadaan yang ada.

c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian Bahan Proses

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