

**PRA RANCANGAN PABRIK ANILIN DARI HIDROGENASI NITROBENZENA**

**FASE UAP DENGAN KAPASITAS 86.000 TON/TAHUN**

**PRA RANCANGAN PABRIK**

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



Nama : Cindy Pujosaputra

NIM : 17521129

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

**YOGYAKARTA**

**2022**

# LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

## PRA RANCANGAN PABRIK ANILIN DARI HIDROGENASI NITROBENZENA FASE UAP KAPASITAS 86.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Cindy Pujosaputra

No. Mahasiswa : 17521129

Yogyakarta, 12 Mei 2022

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK ANILIN DARI HIDROGENASI NITROBENZEN FASE  
UAP DENGAN KAPASITAS 86.000 TON/TAHUN

ISLAM

PRA RANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh:


Nama : Cindy Pujosaputra

NIM : 17521129

Yogyakarta, 12 Mei 2022

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Agus Taufiq, M.Sc.  
NIP. 875210101



Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.  
NIP. 155211305

# LEMBAR PENGESAHAN

## PENGUJI

### PRA RANCANGAN PABRIK ANILIN DARI HIDROGENASI NITROBENZENA FASE UAP DENGAN KAPASITAS 86.000 TON/TAHUN

#### PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Cindy Pujosaputra

NIM : 17521129

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 20 Juni 2022

Tim Penguji

Ir. Agus Taufiq, M.Sc  
Ketua Penguji



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



23 Juni 2022

Lucky Wahyu NS, S.T., M.Eng.  
Penguji II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Indonesia  
Universitas Islam Indonesia



Suharno Rusdi, Ph.D.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Alhamdulillahirabbil'alam, Segala puji hanya milik Allah SWT Tuhan semesta alam. Tiada daya dan upaya melainkan atas pertolongan Allah SWT. Semoga shalawat dan salam senantiasa dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW., keluarganya, dan para sahabatnya, serta orang-orang yang memegang teguh kitab Allah dan sunnah Rasul-Nya hingga hari kiamat.

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat, karunia, serta taufik dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan tugas akhir kami yang berjudul “pra rancangan pabrik Anilin dari hidrogenasi nitrobenzen fase uap dengan kapasitas 86.000 ton/tahun”. Laporan ini disusun berdasarkan pengalaman dan ilmu yang kami peroleh selama menempuh pendidikan di Universitas Islam Indonesia.

Pra Rancangan pabrik yang telah kami susun ini dibuat dalam rangka memenuhi tugas kuliah program Studi Teknik Kimia, yang mana sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dengan ini kami menyadari bahwa Pra Rancangan Pabrik ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak terkait. Oleh karena itu, kami mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu kami dalam melaksanakan kegiatan penelitian maupun dalam penyusunan Pra Rancangan Pabrik ini.

Ucapan terimakasih sebesar-besarnya kami sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua tercinta yang tiada henti memberikan doa serta dukungannya.
3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Ir. Agus Taufiq, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 1 Perancangan Pabrik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 Perancangan Pabrik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Seluruh civitas akademik jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
7. Seluruh teman-teman yang telah ikut serta dalam membantu penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa Pra Rancangan Pabrik ini masih jauh dalam kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan demi kesempurnaan Pra Rancangan Pabrik ini.

Akhir kata, kami mohon maaf apabila dalam penyusunan Pra Rancangan Pabrik ini terdapat banyak kesalahan. Semoga Pra Rancangan Pabrik ini dapat bermanfaat khususnya bagi penyusun dan umumnya bagi para pembaca.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuhu.*

Yogyakarta, 12 Mei 2022

PENYUSUN

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
ABSTRAK .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar belakang pendirian pabrik .....	1
1.2. Proses produksi anilin .....	4
1.3. Tinjauan Kinetika .....	5
1.4. Tinjauan Termodinamika .....	5
1.5. Alasan Pemilihan Proses .....	6
1.5. Kegunaan Produk .....	6
BAB II PERANCANGAN PRODUK .....	12
2.1. Spesifikasi Produk .....	12
2.1.1. Anilin .....	12
2.2. Spesifikasi Bahan Baku .....	13
2.2.1. Nitrobenzena .....	13

2.2.2. Hidrogen .....	13
2.2.3. Tembaga Oksida .....	14
2.3. Pengendalian Kualitas.....	14
2.3.3. Pengendalian Kualitas Produk .....	16
<b>BAB III PERANCANGAN PROSES.....</b>	<b>18</b>
3.1. Uraian Proses .....	18
3.1.1. Unit Persiapan Bahan Baku .....	18
3.1.2. Unit Sintesis Anilin.....	18
3.1.3 Unit Permurnian Produk .....	19
3.2. Spesifikasi Alat Proses .....	20
3.2.1. Tangki .....	20
3.2.2. Separator .....	23
3.2.3 Decanter (D-01) .....	24
3.2.4 Reaktor (R-01) .....	25
3.2.5 Condensator (CD-01).....	26
3.2.6 Vaporizer (V-01).....	28
3.2.7 Heater (HE-01) .....	29
3.2.8 Adsorber (AD-01).....	30
3.2.9 Pompa (P) .....	31
3.2.10 Compressor .....	34
3.2.11 Expansion Valve (EV-01).....	38
3.2.12 Cooler.....	39
3.3 Perencanaan Produksi .....	41



3.3.1 Analisa Kebutuhan Pabrik.....	41
3.3.2 Analisa Kebutuhan Peralatan Proses .....	41
3.3.3 Neraca massa .....	41
3.3.4 Neraca panas .....	45
BAB IV PERANCANGAN PABRIK .....	49
4.1 Lokasi Pabrik .....	49
4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik .....	49
4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik.....	51
4.2. Tata Letak Pabrik ( <i>Plant Layout</i> ) .....	52
4.3. Tata Letak Alat Proses ( <i>Process plant &amp; equipment</i> ) .....	56
4.4. Perawatan ( <i>Maintenance</i> ) .....	56
4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas) .....	58
4.6. Unit Penyedia dan Pengolahan Air ( <i>Water Treatment System</i> ).....	58
4.6.1. Unit Penyediaan Air.....	58
4.6.2. Unit Pengolahan Air .....	60
4.6.3. Perhitungan Kebutuhan Air .....	64
4.7. Unit Pembangkit Uap ( <i>Steam Generation System</i> ) .....	65
4.8. Unit Pembangkit Listrik ( <i>Power Plant System</i> ).....	66
4.9. Unit Penyedia Bahan Bakar.....	68
4.10. Laboratorium .....	68
4.11. Organisasi Perusahaan .....	71
4.11.1. Bentuk Perusahaan.....	71
4.11.2. Struktur Perusahaan .....	72

4.11.3. Tugas dan Wewenang.....	74
4.12. Evaluasi Ekonomi.....	83
4.12.1. Penaksiran harga alat .....	84
4.13. Hasil perhitungan.....	86
4.13.1. Analisa Keuntungan.....	90
4.13.2. Analisis kelayakan .....	90
BAB V PENUTUP.....	94
5.1 Kesimpulan .....	94
DAFTAR PUSTAKA .....	96
LAMPIRAN A.....	98
LAMPIRAN B .....	113
LAMPIRAN C .....	117

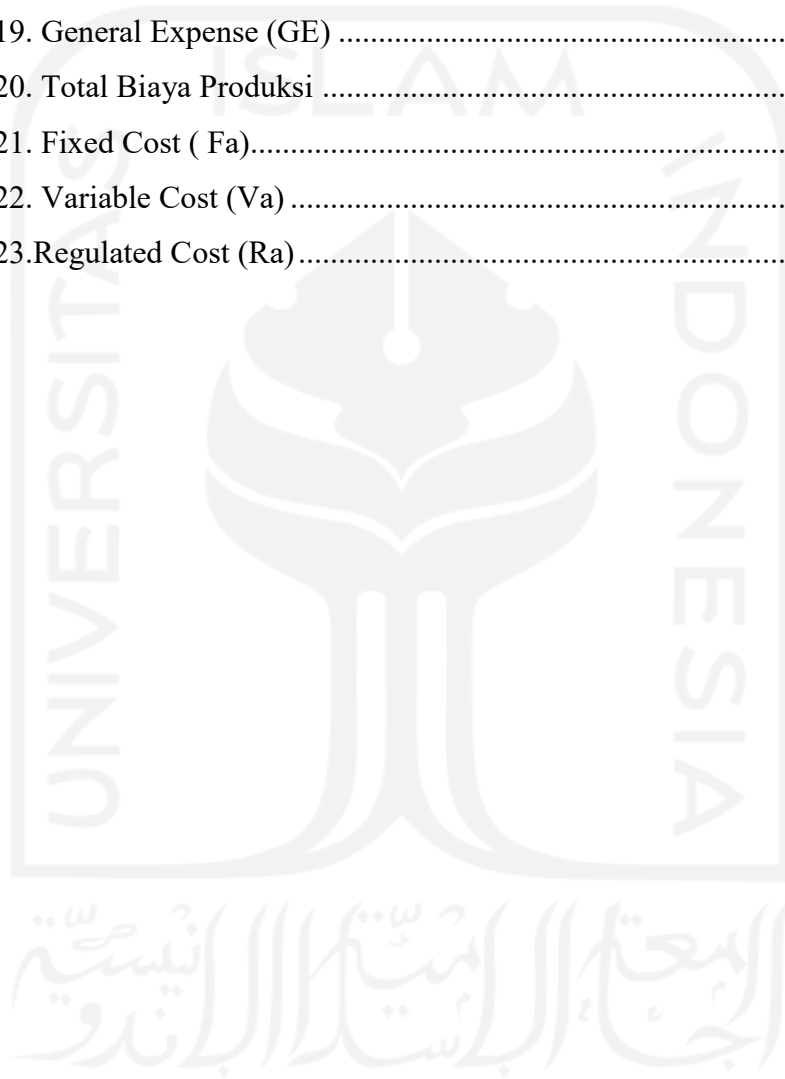


## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Impor Anilin .....	2
Tabel 1.2 Pabrik Anilin yang sudah berdiri .....	4
Tabel 3. 1. Spesifikasi Alat Tangki (T-01) .....	20
Tabel 3. 2. Spesifikasi Alat Tangki (T-02) .....	21
Tabel 3. 3. Spesifikasi Alat Tangki (T-03) .....	22
Tabel 3. 4. Spesifikasi Alat Separator (S-01).....	23
Tabel 3. 5. Spesifikasi Alat Separator (S-02).....	24
Tabel 3. 6. Spesifikasi Alat Decanter (D-01).....	24
Tabel 3. 7. Spesifikasi Alat Reaktor (R-01).....	25
Tabel 3. 8. Spesifikasi Alat Condensor (CD-01) .....	26
Tabel 3. 9. Spesifikasi Alat Vaporizer (V-01) .....	28
Tabel 3. 10. Spesifikasi Alat Heater (HE-01) .....	29
Tabel 3. 11. Spesifikasi Alat Absorber (AB-01).....	30
Tabel 3. 12. Spesifikasi Alat Pompa (P-01).....	31
Tabel 3. 13. Spesifikasi Alat Pompa (P-02).....	31
Tabel 3. 14. Spesifikasi Alat Pompa (P-03).....	32
Tabel 3. 15. Spesifikasi Alat Pompa (P-04).....	32
Tabel 3. 16. Spesifikasi Alat Pompa (P-05).....	34
Tabel 3. 17. Spesifikasi Alat Compressor (C-01).....	34
Tabel 3. 18. Spesifikasi Alat Compressor (C-02).....	34
Tabel 3. 19. Spesifikasi Alat Compressor (C-03).....	34
Tabel 3. 20. Spesifikasi Alat Compressor (C-04).....	34
Tabel 3. 21. Spesifikasi Alat Compressor (C-05) .....	34
Tabel 3. 22. Spesifikasi Alat Compressor (C-06) .....	35
Tabel 3. 23. Spesifikasi Alat Compressor (C-07) .....	35

Tabel 3. 24. Spesifikasi Alat Expansion Valve (EV-01) .....	36
Tabel 3. 25. Spesifikasi Alat Cooler (CL-01) .....	38
Tabel 3. 26. Neraca Massa Heater (HE-01).....	41
Tabel 3. 27. Neraca Massa Vaporizer (V-01) .....	39
Tabel 3. 28. Neraca Massa Reaktor (R-01).....	42
Tabel 3. 29. Neraca Massa Separator (S-01).....	43
Tabel 3. 30. Neraca Massa Condensor (CD-01).....	43
Tabel 3. 31. Neraca Massa Separator (S-02).....	44
Tabel 3. 32. Neraca Massa Adsorber (AB-01).....	44
Tabel 3. 33. Neraca Massa Decanter (D-01).....	45
Tabel 3. 34. Neraca Panas Heater (HE-01).....	45
Tabel 3. 35. Neraca Panas Vaporizer (V-01) .....	45
Tabel 3. 36. Neraca Panas Reaktor (R-01).....	46
Tabel 3. 37. Neraca Panas Cooler (CL-01).....	46
Tabel 3. 38. Neraca Panas Condensor (CD-01).....	46
Tabel 4. 1. Perincian luas tanah.....	55
Tabel 4. 2. Kebutuhan air domestik.....	65
Tabel 4. 3. Kebutuhan air service .....	64
Tabel 4. 4. Kebutuhan air pembangkit uap .....	64
Tabel 4. 5. Kebutuhan air pendingin downterm.....	65
Tabel 4. 6. Kebutuhan listrik proses.....	68
Tabel 4. 7. Kebutuhan listrik utilitas .....	67
Tabel 4. 8. Jadwal shift kerja karyawan.....	80
Tabel 4. 9. Penggolongan Gaji Karyawan .....	79
Tabel 4. 10. Index Harga CEPCI.....	85
Tabel 4. 11. Physical Plant Cost (PPC).....	87
Tabel 4. 12. Direct Plant Cost (DPC).....	87
Tabel 4. 13. Fixed Capital Investment (FCI) .....	84
Tabel 4. 14. Direct Manufacturing (DMC).....	86

Tabel 4. 15. Indirect Manufacturing (IMC).....	88
Tabel 4. 16. Fixed Manufacturig (FMC).....	86
Tabel 4. 17. Manufacturing Cost (MC).....	87
Tabel 4. 18. Working Capital (WC).....	87
Tabel 4. 19. General Expense (GE) .....	87
Tabel 4. 20. Total Biaya Produksi .....	87
Tabel 4. 21. Fixed Cost ( Fa).....	88
Tabel 4. 22. Variable Cost (Va) .....	88
Tabel 4. 23.Regulated Cost (Ra).....	88



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik Kebutuhan Anilin Indonesia .....	3
Gambar 3. 1. diagram alir kualitatif.....	47
Gambar 3. 2. diagram alir kuantitatif.....	48
Gambar 4. 1. penentuan lokasi pabrik.....	52
Gambar 4. 2. Tata Letak Pabrik .....	54
Gambar 4. 3. Perencanaan tata letak alat proses.....	57
Gambar 4. 4. Struktur Organisasi Perusahaan .....	73
Gambar 4. 5. Hubungan tahun terhadap index CEPCI .....	85
Gambar 4. 6. Grafik Analisa kelayakan pabrik.....	92

## ABSTRAK

Anilin dapat dibuat dengan mereduksi nitrobenzena gas dengan menambahkan gas hidrogen (hidrogenasi), mereaksikan fenol dengan amoniak dan mereaksikan chlorobenzene dengan amoniak. Nitrobenzena direduksi dengan bantuan dari katalis tembaga oksida (CuO) dengan menggunakan reaktor *fixed bed multitube*, dimana reaksi terjadi pada tekanan 1,4 atm dan pada suhu 270°C. Sebelum direaksikan nitrobenzena diuapkan pada vaporizer sehingga menjadi gas. Pada proses reaksi dialirkan pendingin berupa *downterm A*, karena reaksi menghasilkan panas, kemudian setelah terjadi reaksi di cairkan kembali pada kondensator yang kemudian untuk dipisahkan dari impuritis yang ada sehingga didapatkan anilin dengan kemurnian 99,96%. Kapasitas pabrik 86000 ton/tahun, bahan baku yang diperlukan meliputi 14866,55 kg/jam nitrobenzena, 2175,59 kg/jam hidrogen dengan hidrogen dibuat berlebih sebanyak 1:9, utilitas yang dibutuhkan 55716 kg/jam air, 724,57 kW listrik dan 157,32 kg/jam bahan bakar. Pabrik akan didirikan di daerah Cilegon, Banten diatas tanah ± 2ha, termasuk perumahan dan perluasan tanah. Hasil Evaluasi ekonomi menunjukkan: Modal Tetap (*Fixed Capital*) Rp 379.561.308.953, Modal Kerja (*Working Capital*) Rp. 281.825.453.126, sebagai analisa modal. Untuk kecepatan pengembalian modal usaha adalah dilihat dari, *Percent return of Investment (ROI) before tax* 36,61 %, (*ROI) after tax* 18,30%. *Pay Out Time (POT) before Tax* 2,1 years, *after Tax* 3,5 years adalah lamanya waktu pengembalian modal tetap yang didasarkan dari keuntungan tiap tahunnya. *Break Event Point (BEP)* adalah persentase kapasitas penjualan produk dimana hanya mampu membayar segala pengeluaran total, sehingga pabrik tidak memperoleh keuntungan total 51,06%. *Shut Down Point (SDP) didapatkan* 33,68 % persentase kapasitas penjualan produk dimana hanya mampu membayar modal (*FCI*). Besarnya keuntungan yang diperoleh setiap tahun yang didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali disebut *Discounted Cash Flow (DCF)* dengan hasil 19,79 %. Ditinjau dari segi ekonomi, pabrik anilin dari nitrobenzen dengan proses hidrogenasi dengan kapasitas 86.000 ton/tahun ini cukup menarik bila didirikan di Indonesia.

**Kata Kunci:** *Anilin, nitrobenzena, hidrogenasi, prarancangan pabrik, fixed bed multitube*

## Abstract

Aniline can be made by reducing nitrobenzene gas by adding hydrogen gas (hydrogenation), reacting phenol with ammonia and reacting chlorobenzene with ammonia. Nitrobenzene is reduced with the adding of a copper oxide (CuO) catalyst using a multitube fixed bed reactor, where the reaction occurs at a pressure of 1.4 atm and at a temperature of 270 ° C. Before reacting, nitrobenzene is evaporated in a *vaporozer* so that it becomes a gas. In the reaction process the coolant is flowed in the form of *downterm A*, because the reaction produces heat, then after the reaction is thawed back to the condenser then to be separated from the existing impurities to obtain aniline with 99% purity. Plant capacity of 86000 tons / year, raw materials needed include 14866,55 kg / hour nitrobenzene, 2175,59 kg / hour hydrogen, utility needed 55716 kg / hour water, 724,57 kW electricity and 157,32 kg / hour fuel. The factory will be established in the Cilegon area, Banten on + 2ha land, including housing and land expansion. The results of the economic evaluation show: Fixed Capital IDR 379,561,308,953, Working Capital IDR. 281,825,453,126, as a capital analysis. For the speed of return on business capital is seen from, Percent return on investment (ROI) before tax 36.61%, (ROI) after tax 18.30%. Pay Out Time (POT) before Tax 2.1 years, after Tax 3.5 years is the length of time the payback of fixed capital is based on annual profits. Break Event Point (BEP) is the percentage of product sales capacity which is only able to pay all total expenses, so the factory does not get a total profit of 51.06%. Shut Down Point (SDP) obtained 33.68% percentage of product sales capacity where only able to pay capital (FCI). The amount of profit earned each year based on the amount of investment that does not return is called Discounted Cash Flow (DCF) with a yield of 19.79%. From an economic point of view, the anilin plant from nitrobenzena with a hydrogenation process with a capacity of 86.000 tons / year is quite interesting if it is established in Indonesia.

**Keywords:** *Aniline, nitrobenzene, hydrogenation, plant design, fixed bed multitube*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang pendirian pabrik

Dalam era Industrialisasi, perkembangan industri khususnya di Indonesia mengalami kemajuan yang sangat pesat, dari segi kuantitas maupun kualitas. Hal ini dibarengi dengan kebutuhan bahan baku maupun tenaga kerja yang makin meningkat. Seiring peningkatan kebutuhan yang makin meningkat, salah satu bahan baku kimia yang dibutuhkan adalah Anilin.

Anilin merupakan salah satu senyawa intermediete yang berbentuk cairan dengan rumus kimia  $C_6H_7N$ . Senyawa ini dihasilkan dari proses hidrogenasi nitrobenzena, dengan bahan baku nitrobenzena. Anilin dapat berfungsi antara lain sebagai bahan penghasil *Isocyanates*, bahan pembuat karet, bahan pembuat pestisida dan lainnya.

Kebutuhan anilin di Indonesia semakin meningkat tiap tahunnya, berjalan dengan adanya program pemerintah dalam pengembangan industri. Indonesia mengimpor anilin dari beberapa negara seperti China dan Amerika Serikat.

Permintaan pasar Indonesia pada tahun 2014 adalah 1.236,63 ton/tahun dan semakin meningkat sampai tahun 2019 sejumlah 1.772,738 ton/tahun (BPS tahun 2019).

Melihat kebutuhan Anilin yang tinggi pada masa sekarang ini, seiring dengan industri-industri pemakainya yang semakin meningkat, maka pendirian pabrik Anilin ini dirasa perlu. Hal ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap impor Anilin serta dapat membuka lapangan kerja bagi masyarakat luas di Indonesia.

Dengan didirikannya pabrik anilin dengan kapasitas 86.000 ton/tahun di

tahun 2026, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan anilin di Indonesia dan sebagian di ekspor ke luar negeri. Di samping itu, dengan adanya pabrik anilin dapat membuka lapangan pekerjaan baru dan memicu berdirinya pabrik lain yang menggunakan bahan baku anilin. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka pabrik anilin ini layak didirikan di Indonesia.

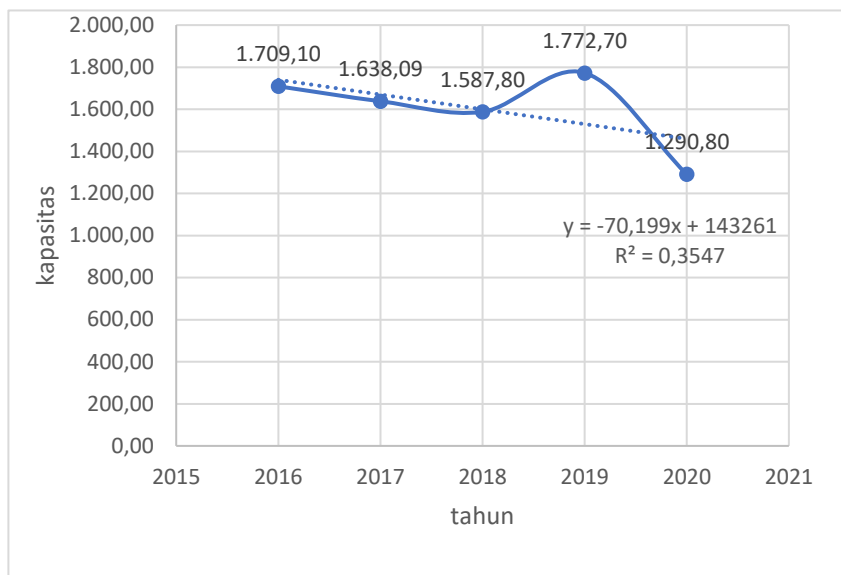
Seiring dengan pertumbuhan industri kimia yang terus meningkat, Permintaan akan anilin untuk kebutuhan di Indonesia mengalami peningkatan secara kuantitatif setiap tahunnya. Hal ini dapat dilihat dari tabel impor anilin ke Indonesia.

Tabel 1.1 Data impor anilin

Tahun Ke	Impor (ton/tahun)
1 (2014)	1.236,63
2 (2015)	1.408,56
3 (2016)	1.709,10
4 (2017)	1.638,09
5 (2018)	1.587,80
6 (2019)	1.772,70
7 (2020)	1.290,80

(Badan Biro Statistik tahun 2019)

Dari tabel dapat diprediksi kebutuhan anilin pada tahun 2026 (tahun ke 14) dengan membuat kurva kapasitas vs tahun.



Gambar 1.1 Grafik kebutuhan Anilin di Indonesia

Dari gambar 1.1 diketahui persamaan tahun 2026 (tahun ke 14) adalah  $y = -70,199x + 143261$ . Dari rumus diatas didapatkan kapasitas pada tahun 2026 sebesar 85366 ton/tahun.

Di Indonesia sendir belum ada pabrik yang memproduksi anilin dalam skala pabrik, sehingga untuk data pabrik yang telah beroperasi didapatkan dari pabrik yang ada di seluruh dunia.

Data mengenai produsen serta kapasitas penghasil anilin yang telah beroperasi dapat dilihat pada Tabel 1.2 berikut :

Tabel 1.2 Pabrik Anilin yang sudah berdiri

No	Nama Pabrik	Kapasitas (Ton/Thn)
1	Jilin Connell Chemical Industry Co., Ltd	180.000,00
2	NCPL ( Narmada Chematur Petrochemicals Ltd. )	400,00
3	Aristech Chemical Corporation	91.000,00
4	Mobay, New Martinsville, W. Va	18.000,00
5	Du Pont, Beaumont, Tex	113.000,00
	Total	402.400,00

(GMDU.net tahun 2019)

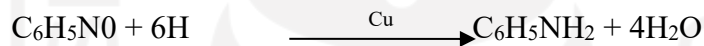
Berdasarkan perhitungan dari grafik Gambar 1.1 dan kapasitas pabrik nitrobenzena yang berdiri dan kapasitas pabrik anilin yang sudah ada dapat diambil kesimpulan

bahwa pabrik anilin yang akan didirikan pada tahun 2026 mempunyai kapasitas 86.000 ton/tahun, Produk anilin tersebut sebagian besar digunakan untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri dan sisanya diekspor.

## 1.2 Proses produksi anilin

### 1. Reduksi Nitrobenzena

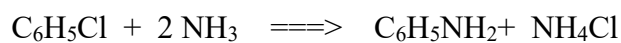
Proses hidrogenasi nitrobenzena fase uap adalah proses reduksi nitrobenzena dimana merupakan proses pembuatan anilin dari nitrobenzena uap yang direaksikan dengan hidrogen pada suhu 270°C dan tekanan 2,3 atm, reaksi yang terjadi :



Reaksi terjadi dalam reaktor *fluidized bed* yang mengandung katalis *silica supported copper* dengan waktu reaksi yang sangat pendek. Katalis yang digunakan mengalami deaktivasi yang cukup cepat sehingga harus selalu di regenerasi (M.Reimann, 1868).

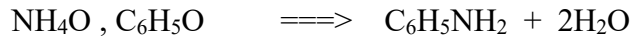
### 2. Aminasi Chlorobenzena

Pada proses aminasi chlorobenzena menggunakan zat pereaksi amoniak cair, dalam fasa cair dengan katalis Tembaga *Oxide* dipanaskan akan menghasilkan 85 - 90 % anilin. Sedangkan katalis yang aktif untuk reaksi ini adalah Tembaga Khlorid yang terbentuk dari hasil reaksi samping ammonium khlorid dengan Tembaga *Oxide*. Mula - mula amoniak cair dimasukkan ke dalam mixer dan pada saat bersamaan chlorobenzena dimasukkan pula, tekanan di dalam *mixer* adalah 200 atm. Dari *mixer* campuran chlorobenzena dengan amoniak dilewatkan ke *preheater* kemudian masuk ke reaktor dengan suhu reaksi 235 °C dan tekanan 200 atm. Pada reaksi ini ammonia cair yang digunakan adalah berlebihan. Dengan menggunakan katalis tertentu, reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Pada proses aminasi chlorobenzena, hasil yang diperoleh berupa nitro anilin dengan *yield* yang dihasilkan adalah 96 % ( Groggins, 1958 ).

### 3. Mereaksikan Amonia dengan Fenol



Pada awalnya dua komponen yaitu amonia dan fenol adalah produk dari komponen *phenate of ammonia* ( $\text{NH}_4\text{O}, \text{C}_6\text{H}_5\text{O}$ ). dimana pada tekanan tinggi komponen tersebut mengalami perubahan sehingga menjadi anilin (M.Reimann, 1868).

## 1.3 Tinjauan Kinetika

Ditinjau dari segi reaksinya, kecepatan reaksi yang terjadi akan semakin besar dengan kenaikan temperatur. Hal ini dapat ditunjukkan dengan persamaan Arrhenius:

$$Ea = -RT \ln \left( \frac{k}{A} \right)$$

Yang mana pada proses pembuatan anilin dari nitrobenzena fase uap ini persamaan nilai k adalah sebagai berikut:

$$k = 8,77 \exp (-2631 / RT)$$

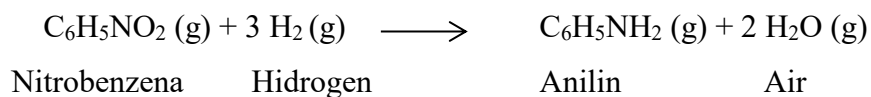
$$k [=] \text{ s}^{-1}$$

sehingga reaksi merupakan reaksi orde satu terhadap nitrobenzena ( Doraiswamy, 1984 ).

## 1.4 Tinjauan Termodinamika

Reaksi pembuatan anilin dari nitrobenzena ini berlangsung secara *endotermis*, hal ini dapat ditinjau dari  $\Delta H$  reaksi pada suhu 298 K.

Reaksi:



$$\Delta H_R (298 \text{ K}) = \Delta H \text{ produk} - \Delta H \text{ reaktan}$$

$$\begin{aligned}
&= \Delta H (\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}) - \Delta H (\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + 3\text{H}_2) \\
&= (1,86\text{E}+06) - (2,39\text{E}+06) \\
&= 5,37\text{E}+05 \text{ J/mol}
\end{aligned}$$

Nilai  $\Delta H_R$  (298 K) bernilai positif, maka reaksi ini merupakan reaksi *endotermis*. Penurunan suhu dapat meningkatkan harga K (konstanta kesetimbangan) (Smith Vannes, 1984).

### 1.5 Alasan Pemilihan Proses

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa alasan pemilihan dengan proses hidrogenasi nitrobenzena merupakan proses yang menguntungkan dengan alasan sebagai berikut :

1. Tidak memerlukan bahan baku yang banyak.
2. Ketersediaan bahan baku yang mudah.
3. Menghasilkan produk bernilai tinggi.
4. Produk samping dapat digunakan kembali.
5. Dari segi bahan baku lebih ekonomis (Alibaba.com).

### 1.5 Kegunaan Produk

Anilin sebagai senyawa intermediete pada umumnya di Indonesia dapat digunakan sebagai bahan pembuatan:

1. Bahan penghasil *Isocyanates*
2. Bahan kimia pembuat karet sintesis
3. Bahan pembuat pestisida
4. *Rigid polyurethanes* dan *reaction injection moded (RIM)*
5. *Resin* dari anilin
6. Bahan pembuat parfum
7. Bahan pewarna dan pigmen

(Jagannath B. Lamture, Ph. D.,2018).

## BAB II

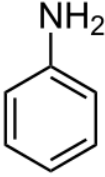
### PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan Aspirin dirancang berdasarkan variable utama yaitu :

- spesifikasi produk
- spesifikasi bahan baku
- pengendalian kualitas

#### 2.1. Spesifikasi Produk

##### 2.1.1. Anilin

Rumus Kimia	: $C_6H_5NH_2$
Rumus Struktur	: 
Fasa	: Cair (30 °C, 1,4 atm)
Berat Molekul	: 93,13 g/mol
Kemurnian	: 99,81 % Anilin, <i>Impurities</i> 0,19 % Air
Penampilan	: Cairan tak berwarna atau kuning
Rapat Massa	: 1,0217 g/cm <sup>3</sup>
Titik didih	: 184,13 °C
Titik leleh	: -6,3 °C
Kelarutan	: sangat kecil dalam air (3,6gr/100mL;20°C)

## 2.2. Spesifikasi Bahan Baku

### 2.2.1. Nitrobenzena

Rumus Kimia :  $C_6H_5NO_2$

Rumus Struktur : 

Fasa : Cair (30 °C, 1,4 atm)

Berat Molekul : 123,11 g/mol

Kemurnian : 98,5 % Nitrobenzena  
1,5 % *Impurities* air

Penampilan : Kekuningan, cairan berminyak

Rapat Massa : 1,199 g/cm<sup>3</sup>

Titik didih : 210,95 °C

Titik leleh : 5,7 °C

Kelarutan : sangat kecil dalam air  
(0.19gr/100mL;20°C)

### 2.2.2. Hidrogen

Rumus Molekul :  $H_2$

Rumus Struktur :  $H = H$

Berat Molekul : 2,016 gram/mol

Wujud : Gas

Fasa : Gas ( 30 °C, 1 atm )

Titik Didih : 20,39 K

Kemurnian : minimal 99,50 %

Impuritas : maksimal 0,50 %  $CH_4$



### 2.2.3. Tembaga Oksida

Rumus Molekul	: CuO
Berat Molekul	: 79.545 gram/mol
Densitas	: 6.315 g/cm <sup>3</sup>
Titik Didih	: 2270 °K
Titik Lebur	: 1599 °K

## 2.3. Pengendalian Kualitas

### 2.3.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas bahan baku di buat untuk mengetahui kemampuan kualitas bahan baku tersebut saat digunakan, apakah sudah layak untuk digunakan dan sudah sesuai dengan rekomendasi bahan proses atau belum. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, akan dilakukan penelitian terhadap kualitas bahan baku yang berupa anilin dan bahan-bahan pembantu tembaga oksida dengan tujuan supaya bahan yang akan di proses dapat di operasikan pada pabrik. Uji yang akan dilakukan antara lain adalah uji densitas, volatilitas, viskositas, kadar komposisi komponen bahan baku, kemurnian pada bahan baku tersebut.

Semua pengawasan yang terkait dengan mutu bahan baku dapat dilakukan melalui analisa di Laboratorium maupun menggunakan alat kontrol. Setelah dilakukan analisa pada bahan baku maka dapat diketahui hasil dari kualitas bahan baku yang masuk dan apabila bahan baku yang masuk tidak memenuhi standar yang sudah ditentukan maka bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada supplier.

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

Pengawasan dan pengendalian dalam operasi pabrik dilakukan dengan menggunakan sistem pengendali yang berpusat di control room, dilakukan dengan cara automatic control dengan menggunakan indicator. Apabila dalam prosesnya terjadi penyimpangan indikator yang telah ditetapkan, baik itu flow rate bahan baku, produk, level control, maupun temperature control, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan seperti nyala lampu dan bunyi alarm. Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu. Alat control yang harus diatur pada kondisi tertentu antara lain:

#### *1. Level Control*

System alat yang dipasang pada bagian atas tangki yang berfungsi sebagai pengendalian volume cairan tangki/*vessel*. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan menimbulkan tanda berupa suara dan nyala lampu.

#### *2. Flow control*

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

### 3. *Temperature control*

System alat, mini mempunyai set point / batasan nilai suhu yang dapat diatur. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan menimbulkan tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

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

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

##### 1) Pengendalian Kualitas

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

##### 2) Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi 16 penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

##### 3) Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

##### 4) Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka

bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk jadi, penting juga dilakukan pengawasan mutu air yang digunakan untuk menunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol. Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator apabila terjadipenyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau diset, yaitu nyala lampu, bunyi alarm dsb. Bila terjadi penyimpangan maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau set semula baik secara manual atau otomatis.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1. Uraian Proses

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik anilin dari hidrogenasi nitrobenzena fase uap perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

##### 3.1.1. Unit Persiapan Bahan Baku

Nitrobenzena cair dengan kemurnian 98,5 % dari tangki T-02 pada suhu 30°C dan tekanan 1,4 atm dialirkan dengan menggunakan pompa (P-01) menuju *vaporizer* (V-01) untuk diuapkan sebelum masuk reaktor. Sebelum masuk *vaporizer* (V-01) nitrobenzena cair dari tangki T-02 bertemu dengan arus *recycle* dari separator pada *mix point*-01 (MP-01) arus 3 dan 6 masuk kedalam *Mix Point* (MP-01) menjadi suhu 162°C dan tekanan 1,4 atm. Lalu dialirkan ke dalam *Vaporizer* (V-01) diuapkan dengan suhu 270°C dengan tekanan 1,4 atm.

Hidrogen dari tangki T-01 pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dinaikkan tekanannya menjadi 1,4 atm menggunakan *expansion valve* (EV-01) dan bercampur dengan hidrogen *recycle* dari separator pada suhu 30°C dan tekanan 1,4 atm pada *mix point*-02 (MP-02) dengan suhu 30°C dan tekanan 1,4 atm kemudian dialirkan menuju HE-01 untuk dipanaskan menjadi 270°C dan tekanan 1,4 atm.

##### 3.1.2. Unit Sintesis Anilin

Bahan baku nitrobenzena dan gas hidrogen masuk reaktor *fixed bed multi tube* dalam fase gas. Reaktor beroperasi isothermal 270°C dan tekanan 1.4 atm dan katalis yang digunakan CuO (Tembaga Oksida). Yield yang diperoleh adalah 98% terhadap nitrobenzen. Reaksi yang terjadi adalah reaksi *eksotermis*, sehingga untuk mempertahankan kondisi isothermal, perlu dilakukan

pengambilan panas. Panas yang dihasilkan dari reaksi diserap oleh media pendingin berupa *Dowtherm A*.

### 3.1.3 Unit Permurnian Produk

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan produk dengan sisa reaktan maupun impuritas lain sehingga diperoleh spesifikasi produk yang diinginkan. Pada tahap ini juga dilakukan penyesuaian kualitas produk yang dihasilkan dengan produk serupa yang ada di pasaran. Setelah bereaksi dan didapatkan anilin, kemudian suhunya diturunkan menggunakan *cooler* (CL-01) menjadi 193 °C dengan tekanan 1,4 atm. Lalu dialirkan ke dalam separator (S-01) untuk memisahkan nitrobenzena, yang akan *direcycle* kembali menuju Mix point (MP-01). Anilin yang masih berupa gas dialirkan ke dalam condenser (CD-01) untuk dirubah fasanya ke cairan, menghilangkan impuritas gas hidrogen lalu dipisahkan menggunakan separator (S-02), hidrogen *direcycle* kembali menuju *mix point* (MP-02). Setelah dipisahkan dengan hidrogen kemudian dipisahkan lagi dari air di dalam dekanter (D-01), dipisahkan berdasarkan kelarutan, maka produk Anilin yang dihasilkan 99,96%, setelah itu produk dialirkan menuju tangki penyimpanan produk (T-03). Hidrogen yang kemurniannya masih dibawah 99,5% maka dialirkan ke dalam *adsorber* (AD-01) untuk dijerap pengotornya yaitu CH<sub>4</sub> untuk mendapatkan hidrogen dengan kemurnian 99,5%, bahan penjerap berupa ZNSO<sub>4</sub>.

### 3.2. Spesifikasi Alat Proses

Spesifikasi Alat Proses pada pabrik Anilin dari hidrogenasi nitrobenzena fase uap dengan kapasitas 86.000 ton/tahun meliputi :

#### 3.2.1. Tangki

##### 1. Tangki (T-01)

Tabel 3. 1. Spesifikasi Alat Tangki (T-01)

Tugas : Menyimpan gas hydrogen 99,5% untuk 7 hari sebagai bahan baku.	
Jenis : Tangki Silinder Tegak <i>Flat Bottomed and Dome Roof</i>	
Kondisi Operasi :	
Suhu	= 30 °C
Tekanan	= 1 atm
Spesifikasi :	
Kapasitas	= 163,9235578 m <sup>3</sup>
Bahan	= <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>
Diameter	= 10,66 m
Tinggi	= 14,63 m
Tebal Shell	= 0,1875 Inch
Tebal Head	= 0,1875 Inch
Jumlah : 1	
Harga : \$ 94.144	

2. Tangki (T-02)

Tabel 3. 2. Spesifikasi Alat Tangki (T-02)

Tugas : Menyimpan Larutan Nitrobenzena 98,5% untuk 30 hari sebagai bahan baku.	
Jenis : Tangki Silinder Tegak <i>Flat Bottomed and Dome Roof</i>	
Kondisi Operasi :	
Suhu	= 30 °C
Tekanan	= 1,4 atm
Fasa	= Cair
Spesifikasi :	
Kapasitas	= 10767,53 m <sup>3</sup>
Bahan	= <i>Carbon Steel 283 Grade C</i>
Diameter	= 21,33 m
Tinggi	= 18,288 m
Tebal Shell	= 0,1875 Inch
Tebal Head	= 0,1875 Inch
Jumlah : 1	
Harga : \$ 33,805	



3. Tangki (T-03)

Tabel 3. 3. Spesifikasi Alat Tangki (T-03)

Tugas : Menyimpan Produk Anilin 99% untuk dipasarkan keperluan selama 7 hari	
Jenis : Tangki Silinder Tegak <i>Flat Bottomed and Dome Roof</i>	
Kondisi Operasi :	
Suhu	= 30 °C
Tekanan	= 1,4 atm
Spesifikasi :	
Kapasitas	= 7814949 Kg
Bahan	= <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Diameter	= 4,5720 m
Tinggi	= 7,3152 m
Tebal Shell	= 0,1875 Inch
Tebal Head	= 0,1875 Inch
Jumlah : 1	
Harga : \$ 46,042	

### 3.2.2. Separator

#### 1. Separator (S-01)

Tabel 3. 4. Spesifikasi Alat Separator (S-01)

Tugas : Memisahkan campuran uap – cair keluaran reaktor, memisahkan nitrobenzena dari uap.	
Jenis : Silinder <i>Horizontal Elipsoidal Dishead Head</i>	
Kondisi Operasi :	
Suhu	= 193 °C
Tekanan	= 1,4 atm
Spesifikasi :	
Bahan	= <i>Carbon steel SA 283 Grade A</i>
Diameter	= 0,06 m
Tinggi	= 0,99 m
Tebal Shell	= 0,125 Inch
Tebal Head	= 0,1875 Inch
Jumlah : 1	
Harga : \$ 2,302	

## 2. Separator (S-02)

Tabel 3. 5. Spesifikasi Alat Separator (S-02)

Tugas : Memisahkan campuran uap – cair, hidrogen dari cairan.	
Jenis : Silinder Tegak Conical Bottom <i>and Flat Head</i>	
Kondisi Operasi :	
Suhu	= 30 °C
Tekanan	= 1,4 atm
Spesifikasi :	
Bahan	= <i>Carbon Steel SA-283 Grade A</i>
Diameter	= 1 m
Tinggi	= 6,8 m
Tebal Shell	= 0,131 Inch
Tebal Head	= 0,1875 Inch
Jumlah : 1	
Harga : \$ 15,267	

### 3.2.3 Decanter (D-01)

Tabel 3. 6. Spesifikasi Alat Decanter (D-01)

Tugas : Memisahkan anilin dengan air
Jenis : Silinder <i>horizontal</i>
Kondisi Operasi :

Suhu	= 30 °C
Tekanan	= 1,4 atm
Spesifikasi :	
Waktu Tinggal	= 0,209787578 menit
Bahan	= <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Diameter	= 1,79 m
Tinggi	= 5,39 m
Tebal Shell	= 0,25 Inch
Tebal Head	= 0,25 Inch
Jumlah : 1	
Harga : \$ 372,942	

### 3.2.4 Reaktor (R-01)

Tabel 3. 7. Spesifikasi Alat Reaktor (R-01)

Tugas : Meraksikan gas nitrobenzena dan hidrogen menjadi anilin dengan bantuan katalis tembaga oksida ( CuO )	
Jenis : <i>Fixed Bed Single Bed Catalytic Reactor</i>	
Kondisi Operasi :	
Suhu	= 270 °C
Tekanan	= 1,4 atm
Fasa	= Gas
Spesifikasi :	

Jenis katalis	= CuO
Bahan	= <i>Carbon Steel SA-167, Type 316</i>
Tinggi Reaktor	= 1,73 m
Volume reaktor	= 0,0157 m <sup>3</sup>
Jumlah Tube	= 40
Diameter Dalam Tube	= 1,049 Inch
Diameter Luar <i>Tube</i>	= 1,320 Inch
Diameter Dalam <i>Shell</i>	= 1,75 m
Tebal Shell	= ½ Inch
Tinggi <i>Head</i>	= 0,864 m
Tebal <i>Head</i>	= ½ Inch
Volume <i>Head</i>	= 0,0071 m <sup>3</sup>
Jenis katalis	= Cu/SiO <sub>2</sub>
Diameter katalis	= 0,003645 m
Densitas katalis	= 2,56 g/cm <sup>3</sup>
Jumlah : 1	
Harga : \$3.158.619,3	

### 3.2.5 Condensator (CD-01)

Tabel 3. 8. Spesifikasi Alat Condensator (CD-01)

Tugas : Mengkondensatkan gas hasil dari reaktor
Jenis : <i>Shell and Tube</i>

Kondisi Operasi :	
Suhu	= 193 °C
Tekanan	= 1,4 atm
Spesifikasi :	
Duty	= 868355,9583 Btu/jam
Bahan	= <i>Carbon Steel SA-302 Grade B</i>
Luas Transfer Panas	= 5109,4177 ft <sup>3</sup>
<i>Tube Side</i>	
Fluida	= Downterm A
Suhu	= 27 <sup>0</sup> C
Kapasitas	= 1022,08682 lb/jam
OD Tube	= 0,750
BWG	= 14
Pitch	= 1,25 Inch
Panjang	= 24 ft
Jumlah Tube	= 1393
Passes	= 4
Material	= Stainless Steel SA.283 Grade C
<i>Shell Side</i>	
Fluida	= <i>Fluida</i> keluaran reaktor
Suhu	= 193 °C
ID Shell	= 21,25
Jarak baffle	= 10,625

Material	= Stainless Steel SA.283 Grade C
Jumlah : 1	
Harga : \$ 280.858,00	

### 3.2.6 Vaporizer (V-01)

Tabel 3. 9. Spesifikasi Alat Vaporizer (V-01)

Tugas : Menguapkan umpan reaktor	
Jenis : <i>Shell and Tube</i>	
Kondisi Operasi :	
Suhu	= 270 °C
Tekanan	= 1,4 atm
Duty	= 605284 Btu/jam
Luas transfer panas	= 851,97 ft <sup>2</sup>
Spesifikasi :	
Tube side	
Fluida	= <i>Steam</i>
Suhu	= 340 °C
Kapasitas	= 33279,95 lb/jam
OD tube	= 0,75 Inch
BWG	= 14
Pitch	= 1 Inch
Panjang	= 24 ft

Jumlah tube	= 81 buah
Passes	= 1
Material	= Carbon Steel
Shell side	
Fluida	= Nitrobenzena
Suhu	= 30 °C
ID shell	= 12 Inch
Jarak baffle	= 7 Inch
Material	= Carbon steel
Jumlah : 1	
Harga : \$ 8603	

### 3.2.7 Heater (HE-01)

Tabel 3. 10. Spesifikasi Alat Heat exchanger (HE-01)

Tugas : Memanaskan umpan reaktor dari 30 <sup>0</sup> C ke 270 <sup>0</sup> C	
Jenis : <i>Shell and Tube</i>	
Kondisi Operasi :	
Suhu	= 270 °C
Tekanan	= 1,4 atm
Duty	= 7215546 Btu/jam
Luas transfer panas	= 5067,94 ft <sup>2</sup>
Spesifikasi :	
<i>Tube side</i>	



Fluida	= Steam
Suhu	= 340°C
Kapasitas	= 16329 lb/jam
OD tube	= 0,75 Inch
BWG	= 18
Pitch	= 1 Inch
Panjang	= 24
Jumlah tube	= 1176
Passes	= 2
Material	= Carbon steel SA 283 grade C
Shell side	
Fluida	= Umpan reaktor
Suhu	= 30 °C
ID shell	= 39 Inch
Jarak baffle	= 23 2/5 Inch
Material	= Carbon steel SA 283 grade C
Jumlah : 1	
Harga : \$ 72.698	

### 3.2.8 Adsorber (AD-01)

Tabel 3. 11.Spesifikasi Alat Adsorber (AD-01)

Fungsi : Menjerap gas metana yang terbentuk sebanyak 10,932 kg/jam dengan menggunakan penjerap berupa ZnSo4 31 kg/jam

Jenis : <i>Fix Bed Adsorber</i>	
Kondisi Operasi :	
Suhu	= 30°C
Tekanan	= 1,4 atm
Spesifikasi :	
Jenis Head	= <i>Torispherical</i>
Diameter	= 1 m
Tinggi	= 83 m
Tebal Head	= 0,1875 Inch
Tinggi Head	= 8,8 Inch
Jumlah : 1	
Harga : \$ 37.440	

### 3.2.9 Pompa (P)

#### a) Pompa (P-01)

Tabel 3. 12. Spesifikasi Alat Pompa (P-01)

Tugas : Mengalirkan Nitrobenzena ke vaporizer	
Jenis : <i>Centrifugal</i>	
Spesifikasi :	
Bahan	= <i>Carbon Steel</i>
NPS	= 3 Inch
Sch. No	= 40

Head Pompa = 13,4358 Ft.lbf/lbm
Daya motor Pompa = 2 HP
Jumlah : 1 Buah
Harga : \$ 17.569

b) Pompa (P-02)

Tabel 3. 13. Spesifikasi Alat Pompa (P-02)

Tugas : Mengalirkan <i>Recyle</i> nitrobenzena ke Vaporizer
Jenis : <i>Centrifugal</i>
Spesifikasi :
Bahan = <i>Carbon Steel</i>
NPS = 1 Inch
Sch. No = 40
Head Pompa = 14,5136 Ft.lbf/lbm
Daya motor Pompa = 0,83 HP
Jumlah : 1 Buah
Harga : \$ 5.452

c) Pompa (P-03)

Tabel 3. 14. Spesifikasi Alat Pompa (P-03)

Tugas : Mengalirkan umpan ke decanter
Jenis : <i>Centrifugal</i>

Spesifikasi :	
Bahan	= <i>Carbon Steel</i>
NPS	= 6 Inch
Sch. No	= 40
Head Pompa	= 15,5495 Ft.lbf/lbm
Daya motor Pompa	= 1,5 Hp
Jumlah : 1 Buah	
Harga : \$ 30.291	

d) Pompa (P-04)

Tabel 3. 15. Spesifikasi Alat Pompa (P-04)

Tugas : Mengalirkan Anlini ke tangki produk	
Jenis : <i>Centrifugal</i>	
Spesifikasi :	
Bahan	= <i>Carbon Steel</i>
NPS	= 6 Inch
Sch. No	= 40
Head Pompa	= 7,9342 Ft.lbf/lbm
Daya motor Pompa	= 0,5 Hp
Jumlah : 1 Buah	
Harga : \$ 30.291	

e) Pompa (P-05)

Tabel 3. 16. Spesifikasi Alat Pompa (P-05)

Tugas : Mengalirkan air dan anilin ke pembuangan UPL	
Jenis : <i>Centrifugal</i>	
Spesifikasi :	
Bahan	= <i>Carbon Steel</i>
NPS	= 3 Inch
Sch. No	= 40
Head Pompa	= 17,1141 Ft.lbf/lbm
Daya motor Pompa	= 0,5 HP
Jumlah : 1 Buah	
Harga : \$ 17.569	

### 3.2.10 Compressor

#### a) Compressor (C-01)

Tabel 3. 17. Spesifikasi Alat Compressor(C-01)

Tugas : Mengalirkan umpan ke heater	
Jenis : <i>Reciprocating single stage</i>	
Kondisi operasi :	
Suhu	= 30 °C
Tekanan	= 1,4 atm
Spesifikasi	
Power	= 26,67 Hp

Jumlah stage = 1
Harga : \$ 25.444

b) Compressor (C-02)

Tabel 3. 18. Spesifikasi Alat Compressor (C-02)

Tugas : Mengalirkan umpan ke reaktor
Jenis : <i>Centrifugal single stage</i>
Kondisi operasi :
Suhu = 270 °C
Tekanan = 1,4 atm
Spesifikasi
Power = 47,79 Hp
Jumlah stage = 1
Harga : \$ 52.222

c) Compressor (C-03)

Tabel 3. 19. Spesifikasi Alat Compressor (C-03)

Tugas : Mengalirkan dari vaporizer ke reaktor
Jenis : <i>Centrifugal single stage</i>
Kondisi operasi :
Suhu = 270 °C
Tekanan = 1,4 atm
Spesifikasi

Power	= 9,85 Hp
Jumlah stage	= 1
Harga	: \$ 13.934

d) Compressor (C-04)

Tabel 3. 20. Spesifikasi Alat Compressor (C-04)

Tugas	: Mengalirkan hasil keluaran reaktor menuju separator
Jenis	: <i>Centrifugal single stage</i>
Kondisi operasi	:
Suhu	= 193 °C
Tekanan	= 1,4 atm
Spesifikasi	
Power	= 6,21 Hp
Jumlah stage	= 1
Harga	: \$ 10.057

e) Compressor (C-05)

Tabel 3. 21. Spesifikasi Alat Compressor (C-05)

Tugas	: Mengalirkan dari separator ke condensor
Jenis	: <i>Centrifugal single stage</i>

Kondisi operasi :	
Suhu	= 193 °C
Tekanan	= 1,4 atm
Spesifikasi	
Power	= 5,40 Hp
Jumlah stage	= 1
Harga : \$ 8.724	

f) Compressor (C-06)

Tabel 3. 21. Spesifikasi Alat Compressor (C-06)

Tugas : Mengalirkan dari condensor ke separator 2	
Jenis : <i>Centrifugal single stage</i>	
Kondisi operasi :	
Suhu	= 30 °C
Tekanan	= 1,4 atm
Spesifikasi	
Power	= 3,51 Hp
Jumlah stage	= 1
Harga : \$ 5.816	

g) Compressor (C-07)

Tabel 3. 22. Spesifikasi Alat Compressor (C-07)



Tugas	: Mengalirkan gas hidrogen ke absorber
Jenis	: <i>Centrifugal single stage</i>
Kondisi operasi :	
Suhu	= 30 °C
Tekanan	= 1,4 atm
Spesifikasi	
Power	= 17,93 Hp
Jumlah stage	= 1
Harga	: \$ 23.142

### 3.2.11 Expansion Valve (EV-01)

Tabel 3. 23. Spesifikasi Alat Expansion Valve (EV-01)

Tugas	: Menurunkan tekanan umpan dari tangki hidrogen
Jenis	: <i>Globe Valve</i>
Kondisi operasi:	
Suhu	= 30°C
P in	= 1 atm
P out	= 1,4 atm
Spesifikasi	
D nominal	= 6Inch
Sch	= 40
ID	= 6,065 Inch

OD	= 6,625 Inch
<i>Flow area per pipe (at)</i>	= 115,000 Inch <sup>2</sup>
Harga	= \$ 544

### 3.2.12 Cooler

#### a) Cooler (CL-01)

Tabel 3. 24. Spesifikasi Alat Cooler (CL-01)

Tugas	: Menurunkan suhu umpan keluar reaktor dengan pendingin Downterm A
Jenis	: <i>Tube and Shell Heat Exchanger</i>
Spesifikasi :	
Duty	= 4500244 Btu/jam
Bahan	= <i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Luas transfer panas	= 8941 ft <sup>2</sup>
Kondisi Operasi	
Fluida Dingin	: <i>Downterm A</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T in = 190 °C</li> <li>• T Out = 270 °C</li> </ul>
Fluida Panas	: umpan keluaran reaktor

<ul style="list-style-type: none"> <li>• T in = 270 °C</li> <li>• T Out = 193 °C</li> </ul>	
<i>Tube side</i>	
Fluida	= Dowterm A
Suhu	= 270°C
Kapasitas	= 38101 lb/jam
OD tube	= 0,75 Inch
BWG	= 11
Pitch	= 1 Inch
Panjang	= 24
Jumlah tube	= 373
Passes	= 2
Material	= Carbon steel SA 283 grade C
<i>Shell side</i>	
Fluida	= Umpan keluar reaktor
Suhu	= 190°C
ID shell	= 37 Inch
Jarak baffle	= 22,25 Inch
Material	= Carbon steel SA 283 grade C
Jumlah : 1	
Harga : \$ 90.873	

### 3.3 Perencanaan Produksi

#### 3.3.1 Analisa Kebutuhan Pabrik

Analisa Kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan produksi yang dijalankan. Bahan baku berupa Hidrogen 2186 kg/jam dan nitrobenzena 15092 kg/jam. Bahan baku hidrogen didapatkan dari indonesia, seperti PT. Air liquid, PT. Samator Gresik, dan nitrobenzena didapatkan dengan mengimpor dari pabrik-pabrik di luar negri contohnya Amerika

#### 3.3.2 Analisa Kebutuhan Peralatan Proses

Analisa kebutuhan alat proses meliputi kemampuan peralatan proses, umur atau jam kerja peralatan serta perawatan masing-masing alat mulai dari alat besar seperti, Separator sampai ke alat kecil seperti cooler. Anggaran yang digunakan untuk alat-alat yang dibutuhkan, baik dalam pembelian sampai ke perawatan didapatkan dari nalisa kebutuhan peralatan proses.

#### 3.3.3 Neraca massa

##### 1 Heater (HE-01)

Tabel 3. 25. neraca massa Heater (HE-01)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)		
	Input		Output
	1	10	2
H <sub>2</sub>	709,62	1.462,69	2.172,30
CH <sub>4</sub>	3,55	7,36	10,92
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>			
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>			
H <sub>2</sub> O			
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>			
TOTAL	713,17	1.470,05	2.183,22

## 2 Vaporizer (V-01)

Tabel 3. 26. neraca massa Vaporizer (V-01)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)		
	Input		Output
	3	6	4
H <sub>2</sub>			
CH <sub>4</sub>			
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	14.547,20	296,88	14.844,08
H <sub>2</sub> O	226,05		226,05
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>			
TOTAL	14.773,25	296,88	15.070,13

## 3 Reaktor (R-01)

Tabel 3. 27.neraca massa reaktor (R-01)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)		
	Input		Output
	2	4	5
H <sub>2</sub>	2.172,30		1.462,68
CH <sub>4</sub>	10,92		10,91
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>		14.844,08	296,88
H <sub>2</sub> O		226,05	4.483,76
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>			10.999,10
TOTAL	2.183,22	15.070,13	17.253,35

#### 4 Separator (S-01)

Tabel 3. 28. neraca massa Separator (S-01)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)		
	Input	Output	
	5	6	7
H <sub>2</sub>	1.462,68		1.462,68
CH <sub>4</sub>	10,91		10,91
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	296,88	296,88	
H <sub>2</sub> O	4.483,76		4.483,76
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	10.999,10		10.999,10
TOTAL	17.253,35		16.956,47

#### 5 Condensor (CD-01)

Tabel 3. 29. neraca massa Condensor (CD-01)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)	
	Input	Output
	7	8
H <sub>2</sub>	1.462,68	1.462,68
CH <sub>4</sub>	10,91	10,91
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>		
H <sub>2</sub> O	4.483,76	4.483,76
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	10.999,10	10.999,10
TOTAL	16.956,47	16.956,47

## 6 Separator (S-02)

Tabel 3. 30. neraca massa Separator (S-02)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)		
	Input	Output	
	8	9	11
H <sub>2</sub>	1.462,68	1.462,68	
CH <sub>4</sub>	10,91	10,91	
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>			
H <sub>2</sub> O	4.483,76		4.483,76
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	10.999,10		10.999,10
TOTAL	16.956,47	1.473,60	15.482,87

## 7 Adsorber (AB-01)

Tabel 3. 31. neraca massa Adsorber (Abs-01)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)	
	Input	Output
	9	10
H <sub>2</sub>	1.462,68	1.462,68
CH <sub>4</sub>	10,91	7,36
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>		
H <sub>2</sub> O		
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>		
TOTAL	1.473,60	1.470,05

## 8 Decanter (D-01)

Tabel 3. 32. neraca massa Decanter (D-01)

KOMPONEN	ARUS (Kg/jam)		
	Input	Output	
	11	12	13
H <sub>2</sub>			
CH <sub>4</sub>			
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>			
H <sub>2</sub> O	4.483,76	20,89	4.462,87
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	10.999,10	10.837,68	161,41
TOTAL	15.482,87	10.858,58	4.624,28

### 3.3.4 Neraca panas

#### 1. Heater (H-01)

Tabel 3. 33. neraca panas Heater (H-01)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
ΔH1	156.398,97	ΔH2	775.7671,55
Steam	7.601.272,58		
Total	7.757.671,55		7.757.671,55

#### 2. Vaporizer (V-01)

Tabel 3. 34.neraca panas Vaporizer (V-01)

Masuk kJ/jam		Keluar kJ/jam	
ΔH1	5.713.589,35	ΔH2	44.797.077,68
Steam	39.083.488,33		
total	44.797.077,68	total	44.797.077,68



3. Reaktor (R-01)

Tabel 3. 35. neraca panas reaktor (R-01)

Masuk kj/jam		Keluar kj/jam	
$\Delta H1$	12.430.711,34	$\Delta H2$	11.715.159,78
Panas reaksi	537.317,04	Pendingin	1.252.868,60
total	12.968.028,38	total	12.968.028,38

4. Cooler (CL-01)

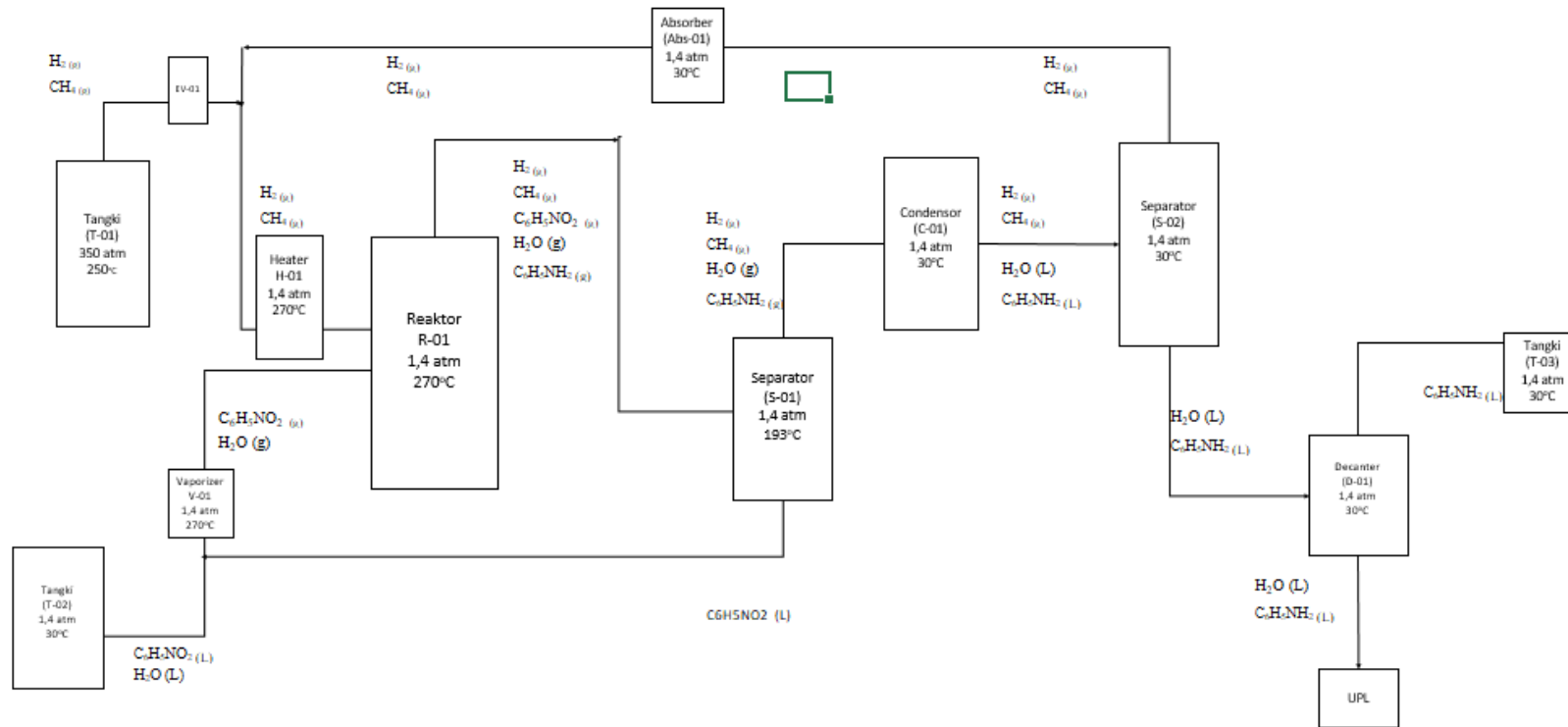
Tabel 3. 36. neraca panas Cooler (CL-01)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H1$	13.636.734,85	$\Delta H2$	8.895.918,38
		pendingin	4.740.816,47
Total	13.636.734,85		1.363.734,85

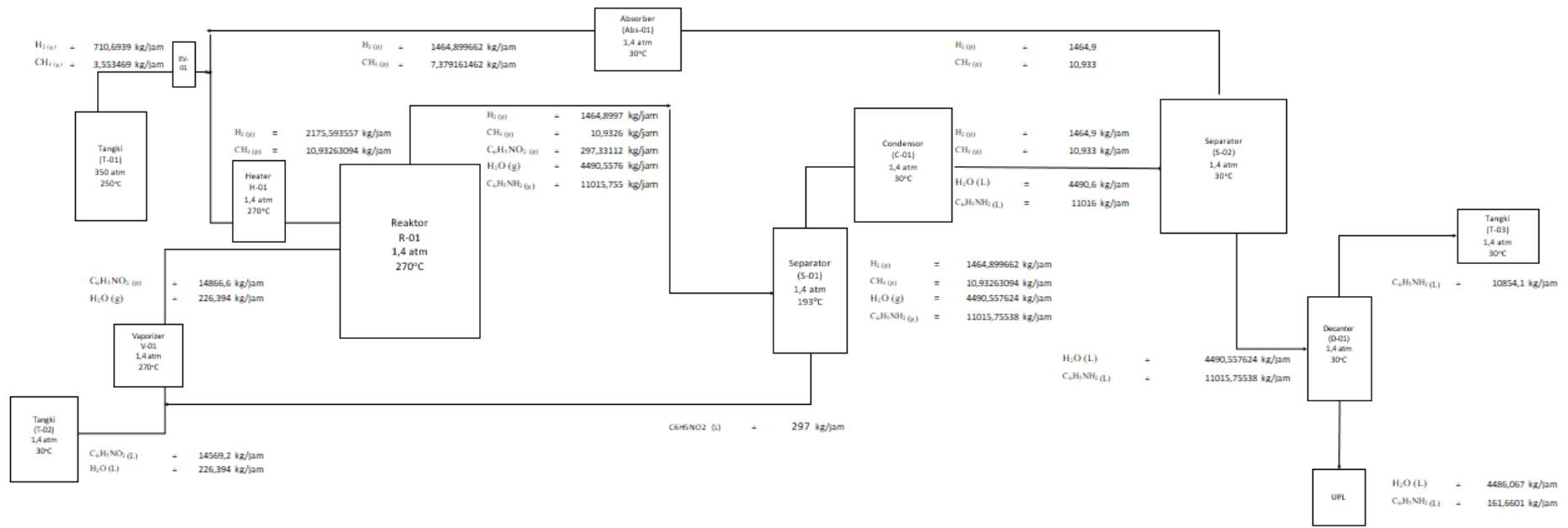
5. Condensor (CD-01)

Tabel 3. 37. neraca panas Condensor (CD-01)

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
$\Delta H1$	7.766.942,11	$\Delta H2$	314.323,33
		Pendingin	7.452.618,77
Total	7.766.942,11		7.766.942,11



Gambar 3. 1. diagram alir kualitatif



Gambar 3. 2. diagram alir kuantitatif

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

Dalam perancangan suatu pabrik penentuan lokasi pendirian pabrik adalah suatu hal yang sangat penting. Dengan pemilihan lokasi pabrik yang cukup strategis maka akan memberikan dampak yang cukup baik terkhususnya pada nilai ekonomi pabrik itu sendiri. Pabrik Anilin akan didirikan di Jl. Lingkar Selatan, Kec, Ciwandan, Cilegon, Banten, 42446

Adapun beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik sebagai berikut:

##### **4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik**

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung memberikan dampak pada tujuan utama pendirian suatu pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi, adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

###### **1. Ketersediaan Bahan Baku**

Lokasi pendirian pabrik idealnya dekat dengan pusat perolehan bahan baku seperti pelabuhan Ciwandan demi mengurangi biaya transportasi dari bahan baku itu sendiri. Sebagian besar bahan baku yang digunakan pabrik ini Bahan di Impor dari BASF Corporation Geismar, Amerika Serikat.

###### **2. Pemasaran**

Penentuan lokasi pabrik didasarkan atas pertimbangan yang secara praktis lebih menguntungkan, baik dari segi teknis maupun ekonomis.

###### **3. Transprtasi**

Lokasi pabrik harus dekat dengan berbagai sarana transportasi, seperti jalan raya, bandara maupun pelabuhan untuk dapat mempermudah

transportasi bahan baku maupun produk yang dihasilkan.

#### 4. Ketersediaan Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan pabrik berupa tenaga kerja ahli maupun tenaga kerja *non skill* (pekerja kasar). Faktor-faktor yang dipertimbangkan adalah mudah atau tidaknya mendapatkan pekerja yang dibutuhkan sesuai dengan kualifikasi keahlian yang ada, banyaknya tenaga kerja dan tingkat penghasilan tenaga kerja itu sendiri.

#### 5. Kondisi Geografis dan Sosial

Lokasi pabrik sebaiknya terletak di daerah yang stabil dari gangguan bencana alam (banjir, gempa bumi, dan lain-lain). Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka pabrik Anilin ini dalam perencanaannya akan didirikan di Kawasan Jl. Lingkar Selatan, Cilegon, Banten. Faktor-faktor pendukungnya antara lain:

1. Dekat dengan pelabuhan yang akan memudahkan impor barang – barang kebutuhan pabrik dan ekspor produk.
2. Cukup dekat dengan sungai sebagai sumber air.
3. Sarana dan prasarana yang meliputi transportasi, jalan, dan listrik memadai.
4. Tenaga kerja dapat diperoleh dari daerah disekitarnya, baik tenaga terdidik maupun tenaga kasar.
5. Bukan daerah subur, sehingga tidak mengganggu lahan pertanian.
6. Kemudahan dalam memperoleh sarana pendukung operasi pabrik seperti sumber air yang dapat diperoleh dari waduk Kratau Steel. Sedangkan sumber listrik dapat diperoleh dari PLTU Suralaya dan

bahan bakar dapat diperoleh dari Pertamina. Faktor tersebut merupakan faktor penting dalam pengoperasian pabrik ini.

#### 6. Utilitas

Proses produksi suatu pabrik perlu didukung dengan adanya komponen penunjang seperti air, listrik dan bahan bakar. Ketersediaan komponen penunjang yang melimpah akan mempermudah proses produksi pabrik itu sendiri

#### 4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung memberikan dampak pada proses industri itu sendiri. Namun memberikan dampak yang cukup signifikan dalam keberlangsungan proses produksi suatu pabrik. Faktor sekunder yang dipertimbangkan dalam penentuan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

##### 1. Perluasan Area unit.

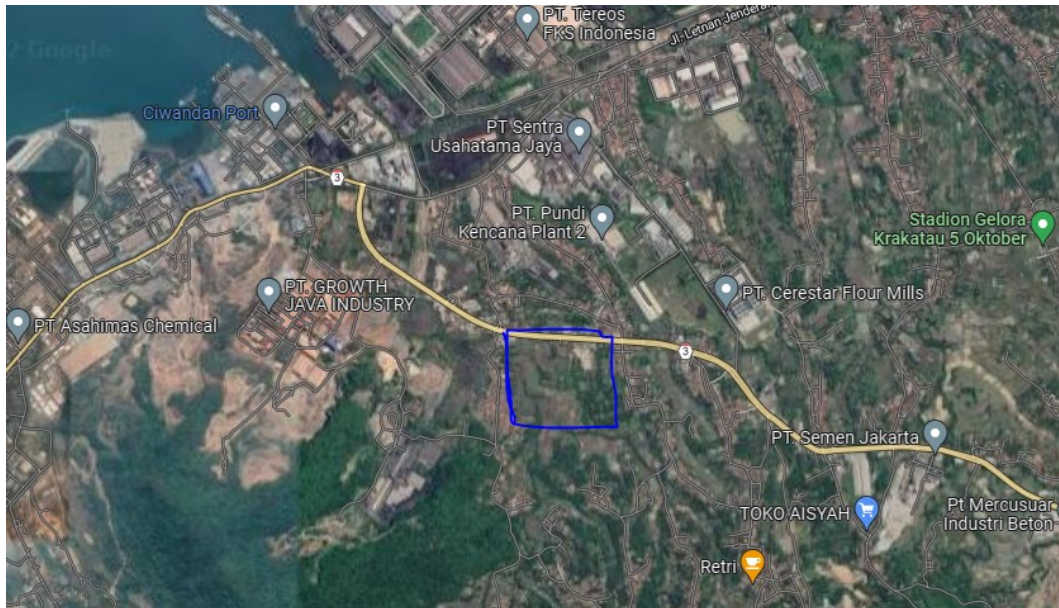
Pemilihan lokasi pabrik yang berada di Kawasan industri strategis memungkinkan adanya perluasan area pabrik yang tidak mengganggu pemukiman penduduk sekitar.

##### 2. Perizinan

Pendirian pabrik di lokasi Kawasan industri strategis memudahkan proses perizinan pendirian pabrik.

##### 3. Sarana dan prasarana

Fasilitas-fasilitas sosial yang dinilai dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup baiknya dipertimbangkan, seperti pendirian pusat Pendidikan dan pelatihan, tempat ibadah, pos keamanan, sarana hiburan dan tempat untuk beristirahat. Fasilitas-fasilitas tersebut tentunya perlu didukung dengan sistem transportasi yang baik dan efisien.



*Gambar 4. 1. penentuan lokasi pabrik*

#### **4.2. Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)**

Tata letak pabrik adalah suatu mekanisme yang melibatkan pengetahuan tentang kebutuhan dan pemanfaatan ruang untuk fasilitas dan proses produksi yang disusun secara efisien demi tercapainya siklus produksi yang baik dan efisien pula.

Pengaturan tata letak pabrik menjadi bagian yang cukup penting dalam perencanaan pembangunan pabrik, hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam perencanaan tata letak pabrik adalah:

1. Keamanan tata letak pabrik.

Faktor keamanan menjadi pertimbangan utama dalam proses perencanaan tata letak pabrik. Penempatan posisi alat dalam layout pabrik harus mengikuti standar-standar keamanan yang ditetapkan oleh perusahaan maupun asosiasi keamaan (ANSI, API, ASME, NFPA).

2. Efisiensi tata letak pabrik.

Efisiensi tata letak pabrik berpengaruh penting dalam berjalannya proses produksi suatu pabrik, dimana penetapan tata letak pabrik yang efisien dapat memberikan keuntungan dari segi ekonomi terkhususnya

meminimalisir biaya transport dari satu unit ke unit lainnya.

3. Lalu lintas transportasi yang dinilai baik dan efisien.

Lalu lintas transportasi yang baik memungkinkan proses produksi berjalan dengan efisien dan meningkatkan faktor keamanan transportasi di dalam pabrik itu sendiri. Selain itu batas kecepatan yang diizinkan di dalam pabrik menjadi faktor yang perlu dipertimbangkan pula.

Selain alat proses produksi utama fasilitas-fasilitas umum lain seperti kantor, Gudang, laboratorium dan lain sebagainya perlu disusun dengan mempertimbangkan efisiensi transportasi dan keamanannya.

Secara umum tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa area utama, yaitu:

1. Area administrasi/perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung, yang terdiri dari:
  - a. Area administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
  - b. Laboratorium sebagai pusat pengembangan proses produksi dan control kualitas terhadap bahan baku dan produk
  - c. Fasilitas-fasilitas sosial lain bagi masyarakat seperti: tempat ibadah, tempat istirahat dan pusat Kesehatan karyawan.

2. Area proses produksi dan perluasan

Area dimana pusat produksi suatu pabrik berjalan yang mempertimbangkan keselamatan dan keamanan dalam perencanaannya.

3. Area penyimpanan dan perbaikan

Area yang disediakan khusus untuk penyimpanan dan perbaikan alat-alat atau bahan yang digunakan pabrik seperti pergudangan, bengkel dan garasi.

4. Daerah utilitas dan pemadam kebakaran.

Area yang dikhususkan untuk penyediaan air, kebutuhan uap, air pendingin, dan tenaga listrik. Ketersediaan komponen tersebut

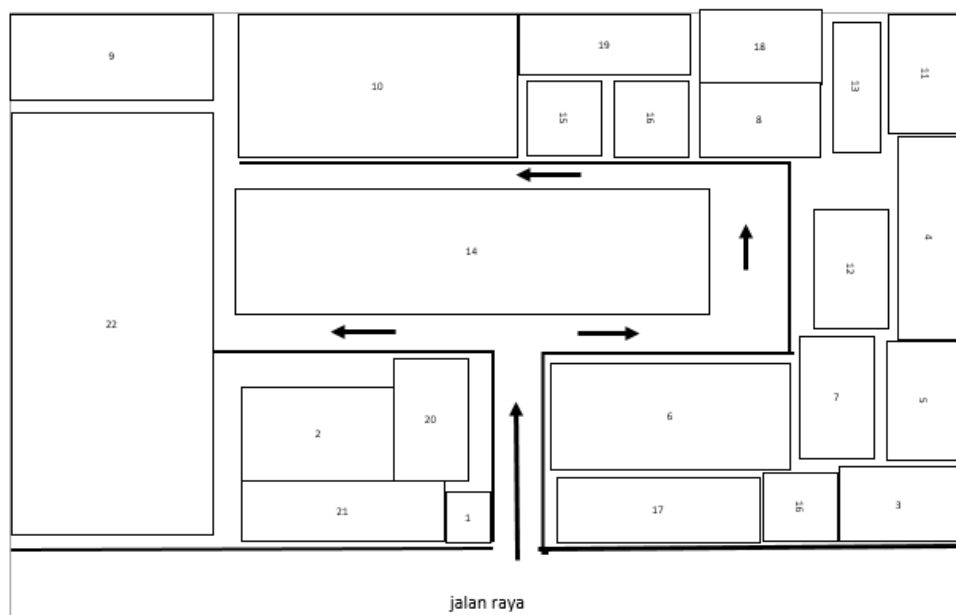


menunjang berjalannya proses produksi di dalam pabrik. Pemadam kebakaran berfungsi sebagai pengamanan pertama apabila terjadi kebakaran ataupun ledakan pada lokasi pabrik.

Berdasarkan faktor-faktor pertimbangan diatas dapat disimpulkan tujuan dari perencanaan tata letak pabrik adalah:

- Menjamin keselamatan dan keamanan tenaga kerja.
- Memastikan proses produksi berjalan dengan baik dan efisien.
- Mengadakan pengaturan alat-alat pabrik yang fleksibel.
- Memaksimalkan penggunaan area pabrik.

Perencanaan tata letak (*plant layout*) Pabrik Anilin dari hidrogenasi nitrobenzena dengan kapasitas 86.00/tahun dapat dilihat dalam gambar berikut.

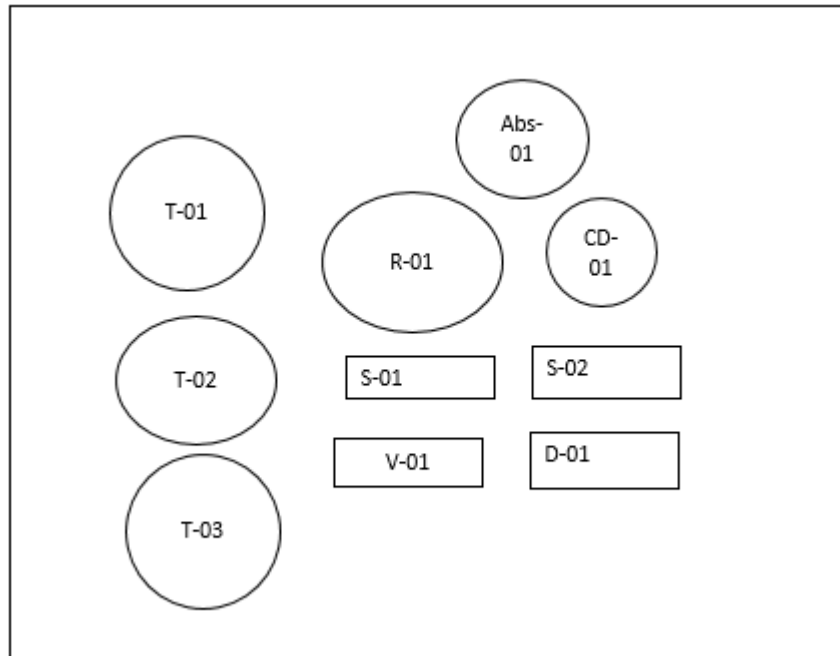


Gambar 4. 2. Tata Letak Pabrik 1:1000

Tabel 4. 1. Perincian luas tanah

No.	lokasi	panjang, m	lebar, m	luas, m <sup>2</sup>
		m	m	m <sup>2</sup>
1	Pos Keamanan	3	3	9
2	Area Parkir Utama	17	15	255
3	Masjid	10	20	200
4	Gudang Peralatan	22	15	330
5	Kantin	15	10	150
6	Perkantoran	33	15	495
7	Gedung Serba Guna	20	10	200
8	Laboratorium	10	15	150
9	Area Parkir II	16	15	352
10	Area Utilitas	30	31	930
11	Area Pembangkit Listrik	15	11	165
12	Perpustakaan	10	15	150
13	Poliklinik	15	6	90
14	Area Proses	60	40	2400
15	Control Room	20	5	100
16	Control Utilitas	20	5	100
17	Area Mess	20	20	400
18	Bengkel	22	10	220
19	Unit Pengolahan Limbah	20	20	400
20	Unit Pemadam Kebakaran	20	10	200
21	Taman	20	20	400
22	Daerah Perluasan			5000
	Luas Bangunan			300
	<b>Luas Tanah</b>			<b>12696</b>

### 4.3. Tata Letak Alat Proses (*Process plant & equipment*)



Gambar 4. 3. Tata Letak Alat Proses 1:1000

Keterangan :

1. T-01 : Tangki Penyimpanan Hidrogen
2. T-02 : Tangki penyimpanan Nitrobenzena
3. T-03 : Tangki Penyimpanan Anilin
4. V-01 : Vaporizer
5. R-01 : Reaktor
6. CD-01 : *Condensator*
7. S-01 : Separator
8. D-01 : *Decanter*
9. S-02 : Separator
10. AB-01 : Absorber

### 4.4. Perawatan (*Maintenance*)

*Maintenance* berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan

tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan. Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwai sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat memproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

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

1) Overhaul 1 x 1 tahun

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

2) Repairing

Merupakan kegiatan maintenance yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi maintenance:

a. Umur alat

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

b. Bahan baku

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

c. Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghaslkan pekerjaan yang baik pula

#### 4.5. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi :

- 1) Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
- 2) Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
- 3) Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
- 4) Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
- 5) Unit Penyediaan Bahan Bakar

#### 4.6. Unit Penyedia dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

##### 4.6.1. Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik Asam Asetat ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai Bengawan Solo. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut;

- 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 umumnya lebih besar.
- b. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- c. Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
- d. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

#### 4.6.1.1. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut:

- a) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b) Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c) Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- d) Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- e) Tidak terdekomposisi.

#### 4.6.1.2. Air Umpan Boiler (Boiler Feed Water)

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

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.  
Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>.
- b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (scaleforming),  
Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silica.
- c. Zat yang menyebabkan foaming.  
Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar, Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

#### 4.6.1.3. Air sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid.

Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

- a) Syarat fisika, meliputi:
  - Suhu : Dibawah suhu udara
  - Warna : Jernih

- Rasa : Tidak berasa
- Bau : Tidak berbau

b) Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bakteri.

#### 4.6.2. Unit Pengolahan Air

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut:

##### 1. Penyaringan Awal / Screen (WF)

Sebelum mengalami proses pengolahan, air dari sungai harus mengalami pembersihan awal dimana air sungai dilewatkan Screen (penyaringan awal) yang berfungsi untuk menahan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti kayu, ranting, daun, sampah dan sebagainya. Kemudian baru dialirkan ke bak pengendap.

##### 2. Bak pengendap (B-01)

Air laut setelah melalui filter dialirkan ke bak pengendap awal. Untuk mengendapkan lumpur dan kotoran yang mudah mengendap karena ukurannya yg masih cukup besar tetapi lolos dari penyaring awal (screen). Kemudian dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

##### 3. Bak penggumpal (B-02)

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah tawas atau alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

##### 4. Clarifier (C-01)

Air setelah melewati bak penggumpal air dialirkan ke Clarifier untuk memisahkan/mengendapkan gumpalan gumpalan dari bak penggumpal.

Air baku yang telah dialirkan kedalam clarifier yang alirannya telah diatur ini akan diaduk dengan agitator. Air keluar clarifier dari bagian pinggir secara overflow sedangkan sludge (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di blow down secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

5. Bak Penyaring/sand filter (B-03)

Setelah keluar dari clarifier air kemudian dialirkan ke bak saringan pasir, dengan tujuan untuk menyaring partikel-partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat dalam air dan belum terendapkan. penyaringan dan pengendapan secara bertahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa air benar benar bersih dr pengotor sehingga aman digunakan untuk proses produksi maupun kegiatan pabrik lainnya. Penyaringan pada tahap ini menggunakan sand filter yang terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

6. *Reverse Osmosis*

Air yang sudah melalui penyaringan di sand filter dialirkan ke dalam alat reverse osmosis untuk di desalinasi. Proses desalinasi merupakan proses untuk menghilangkan kadar garam yang ada di dalam air.

7. Bak Penampung Sementara (B-04)

Air yang sudah melalui proses sand filter kemudian dialirkan kedalam tangki penampung sementara. proses selanjutnya bergantung pada fungsi air tersebut karena setelah dari bak penampung sementara spesifikasi untuk air proses, air umpan boiler dan air pendingin berbeda dengan air yang digunakan untuk kegiatan selain proses produksi.

8. Tangki Karbon Aktif (TU-01)

Air setelah melalui bak penampung sementara (B-04) dialirkan ke Tangki Karbon Aktif (TU-01). Dalam Tangki Karbon Aktif ini Air ditambahkan dengan klor atau kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amuba, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi. Klor adalah zat kimia yang



sering dipakai karena harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya. Klorin dalam air membentuk asam hipoklorit, reaksinya adalah sebagai berikut :



Asam hipoklorid pecah sesuai reaksi berikut :



Kemudian air dialirkan ke Tangki Air Bersih (TU- 02) untuk keperluan air minum dan perkantoran.

#### 9. Tangki air bersih (TU-02)

Tangki air bersih ini fungsinya untuk menampung air bersih yang telah diproses. Dimana air bersih ini digunakan untuk keperluan air minum dan perkantoran.

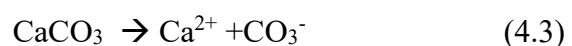
#### 10. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (boiler) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada filtered water sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm, Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

##### a. Cation Exchanger

*Cation exchanger* ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion  $\text{H}^+$  sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion  $\text{H}^+$ . Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion  $\text{H}^+$ .

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat.

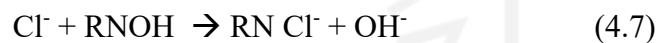
Reaksi:



b. Anion Exchanger

*Anion exchanger* berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut,

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

Reaksi:



c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen ( $\text{O}_2$ ). Air yang telah mengalami demineralisasi (polish water) dipompakan ke dalam deaerator dan diinjeksikan Hidrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi:



Air yang keluar dari deaerator ini dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

d. Sistem Pendingin dan Menara Pendingin (Cooling Tower)

Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif dan tidak menimbulkan kerak. Maka perlu adanya penambahan komponen lain seperti:

1. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
2. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
3. Zat dispersan, untuk mencegah terjadinya penggumpalan (pengendapan fosfat).

Air yang telah digunakan pada *cooler*, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik.

#### 4.6.3. Perhitungan Kebutuhan Air

##### 4.6.3.1. Kebutuhan Air Domestik

Tabel 4. 2. Kebutuhan air domestik

No	penggunaan	jumlah kg/hari
1	karyawan	2250000
2	mess	120000
3	Kantor	14000
Jumlah		156500

##### 4.6.3.2. Kebutuhan Air Service

Tabel 4. 3. Kebutuhan air service

No	penggunaan	jumlah kg/hari
1	pemadam kebakaran	5000
2	bengkel	200
3	poliklinik	400
4	laboratorium	400
6	kantin, musholla, dan kebun	8000
Jumlah		14000

#### 4.6.3.3. Kebutuhan Air Pembangkit Uap

Tabel 4. 4 Kebutuhan air pembangkit uap

No	Alat	Kode	Kebutuhan Steam (Kg/jam)
1	Heat Exchanger 1	HE-01	7601272,58
2	Vaporizer	V-01	39083488,33
Jumlah			46684760,91

*Overdesign* sebesar 20%, maka kebutuhan air pembangkit uap sebesar 56021713,09 kg/jam.

#### 4.6.3.3 Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4.5. Kebutuhan Air pendingin *Downterm*

No	Alat	Kode	Kebutuhan Steam (Kg/jam)
1	Cooler 1	CL-01	3358,62
2	Condensor 1	CD-01	7260,81
3	Reaktor	R-01	1252868,60
Jumlah			1263668,03

#### 4.7. Unit Pembangkit Uap (Steam Generation System)

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

Kapasitas : 56021713,09 kg/jam

Jumlah : 1 buah

*Boiler* tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O<sub>2</sub>, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan - bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*.

Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 250 C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

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

#### **4.8. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)**

Demi memenuhi kebutuhan listrik pabrik, sumber listrik utama diambil dari PLN dan dipersiapkan generator cadangan untuk menghindari gangguan yang mungkin terjadi pada sumber listrik utama.

Pada perancangan pabrik Asam Asetat ini kebutuhan akan tenaga listrik dipenuhi dari pembangkit listrik PLN dan generator set sebagai cadangan dengan total kebutuhan listrik sebesar 373,013 kW.

Keuntungan tenaga listrik dari PLN adalah biayanya murah, sedangkan kerugiannya adalah kesinambungan penyediaan listrik kurang terjamin dan tenaganya tidak terlalu tetap. Sebaliknya jika disediakan sendiri (Genset), kesinambungan akan tetap dijaga, tetapi biaya bahan bakar dan perawatannya harus diperhatikan. Generator ini berfungsi untuk menyediakan listrik bagi bahan-bahan yang tidak boleh berubah-ubah tenaganya. Generator yang digunakan arus bolak-balik (AC) sistem 3 *phase*.

Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi:

Tabel 4. 6. Kebutuhan listrik proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa 01	P-01	2	1491,40
Pompa 02	P-02	0,0830	61,89
Pompa 03	P-03	0,5000	372,85
Pompa 04	P-04	0,5000	372,85
Pompa 05	P-05	1,5000	1118,55
Compressor 01	C-01	26,63	19887,81
Compressor 02	C-02	47,790	35637,00
Compressor 03	C-03	9,850	7345,14
Compressor 04	C-04	6,210	4630,79
Compressor 05	C-05	5,40	4026,78
Compressor 06	C-06	3,510	2617,40
Compressor 07	C-07	17,930	13370,40
Total			72417,16

Tabel 4. 7. Kebutuhan listrik utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	B-01	2,00000	1491,40
Kompresor Udara	CP-01	10,0000	7457,00
Pompa-01	PU-01	5,00000	3728,50
Pompa-02	PU-02	5,00000	3728,50
Pompa-03	PU-03	5,00000	3728,50
Pompa-04	PU-04	0,0500	37,28

Pompa-05	PU-05	5,00000	3728,50
Pompa-06	PU-06	5,00000	3728,50
Pompa-07	PU-07	1,00000	745,70
Pompa-08	PU-08	2,00000	1481,40
Pompa-09	PU-09	2,00000	1481,40
Pompa-10	PU-10	0,0500	37,28
Pompa-11	PU-11	25,00000	18642,50
Pompa-12	PU-12	20,00000	14814,00
Pompa-13	PU-13	1,5000	1118,55
Pompa-14	PU-14	1,5000	1118,55
Pompa-15	PU-15	0,1677	124,28
Pompa-16	PU-16	1,5000	1118,55
Pompa-17	PU-17	7,2000	5369,04
Pompa-18	PU-18	2,0000	1491,40
Pompa-19	PU-19	1,5000	1118,55
Total		102,4667	76.409,39

#### 4.9. Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertanggung jawab dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar yang digunakan baik pada alat proses, alat penunjang ataupun alat utilitas. Sebagian besar bahan bakar yang ada dimanfaatkan untuk pengoperasian generator dan boiler. Kebutuhan bahan bakar yang perlu disediakan adalah sebesar 5239,8312 Kg/Jam dengan jenis bahan bakar yang digunakan adalah Solar (Industrial Diesel Oil).

#### 4.10. Laboratorium

Laboratorium memegang peranan penting dalam menjaga kualitas produk yang dihasilkan. Selain menjaga mutu produk keberadaan laboratorium juga

dapat memfasilitasi pengembangan proses produksi sehingga dapat meningkatkan efisiensi dari proses produksi itu sendiri. Laboratorium juga dapat difungsikan sebagai sistem pengendali pencemaran yang dihasilkan dari proses produksi, baik pencemaran udara maupun pencemaran air. Laboratorium merupakan fasilitas yang cukup penting guna meningkatkan kualitas pabrik dari segi teknis maupun non teknis.

Secara umum laboratorium bertanggung jawab dalam:

1. Mengontrol kualitas bahan baku dan komponen lain yang digunakan dalam proses produksi.
2. Mengontrol kualitas produk yang akan dipasarkan.
3. Mengontrol mutu dari komponen penunjang seperti; air proses, air pendingin, air umpan boiler, steam, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.
4. Pengembangan kualitas produk ataupun proses produksinya.
5. Mengontrol limbah yang dihasilkan dari proses produksi.

Berikut Analisa dan kontrol mutu yang dapat dilakukan dengan adanya fasilitas laboratorium:

1. Analisa *feed water*, *Dissolved oxygen*, PH, *hardness*, *total solid*, *suspended solid* serta *oil* dan *organic matter*.

Syarat kualitas *feed water*:

❖ DO (*Dissolved Oxygen*): lebih baik  $0 < 0,007 \text{ ppm} (< 0,005 \text{ cc/lt})$

❖ PH :  $>7$

❖ *Hardness* : 0

Temporary hardness maksimum : ppm  $\text{CaCO}_3$

Total solid:  $< 200 \text{ ppm} (0-600 \text{ psi}), < 10 \text{ ppm} (600-750 \text{ psi})$

Suspended solid: 0

Oil dan organic matter : 0

- Penukar ion, yang dianalisa adalah kesadahan  $\text{CaCO}_3$  dan silica sebagai  $\text{SiO}_2$
- Air bebas mineral, analisisnya sama dengan penukar ion



- Analisa cooling water, yang dianalisa PH jenuh  $\text{CaCO}_3$  dan indeks Langelier.

Syarat kualitas air pada cooling water :

- ❖ PH jenuh  $\text{CaCO}_3$  :  $11,207 - 0,916 \log \text{Ca} + \log \text{Mg} - 0,991 \log \text{total alkalinitas} + 0,032 \log \text{SC}_4$
  - ❖ indeks Langlier : PH jenuh  $\text{CaCO}_3$  (0,6- 10)
2. Analisa air umpan boiler, yang dianalisa meliputi alkalinitas total, sodium phosphate, chloride. PH, oil dan organic matter, total solid serta konsentrasi silica.
  3. Air minum yang dihasilkan dianalisa meliputi PH, kadar khlor dan kekeruhan
  4. Air bebas mineral, yang dianalisa meliputi PH, kesadahan, jumlah  $\text{O}_2$  terlarut, dan kadar Fe.

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

1. Laboratorium Pengamatan

Laboratorium ini bertanggung jawab dalam menganalisa semua arus yang ada pada proses produksi yang nantinya akan dituliskan dalam "*Certificate of Quality*" untuk menjelaskan lebih lanjut spesifikasi dari hasil pengamatan.

2. Laboratorium Analisa/Analitik

Laboratorium ini bertanggung jawab dalam melakukan analisa sifat-sifat dan kandungan kimiawi yang ada pada bahan baku, produk akhir, kadar air, dan bahan kimia yang digunakan (additive, bahan-bahan injeksi, dan lain-lain).

3. Laboratorium Penelitian

Laboratorium ini bertanggung jawab dalam melakukan penelitian dan pengembangan terhadap kualitas material juga proses yang digunakan untuk meningkatkan kualitas produk. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian dengan focus pada hal-hal baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk di dalamnya adalah

kemungkinan penggantian, penambahan, dan pengurangan alat proses.

#### 4.11. Organisasi Perusahaan

##### 4.11.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik Anilin ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT), yang dirancang dengan kapasitas 86.000 ton/tahun dengan status perusahaan terbuka. Pabrik Anilin yang akan didirikan mempunyai :

- Bentuk : Perseroan terbatas (PT)
- Lapangan usaha : Pabrik Anilin
- Lokasi perusahaan : Cilegon, Banten, Jawa Barat

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

1. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
4. Efisiensi dari manajemen  
Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.
5. Lapangan usaha lebih luas  
Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
6. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
7. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
8. Mudah bergerak dipasar global.

Ciri-ciri perseroan terbatas:

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang.

2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.
3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.

Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang-undang pemburuhan

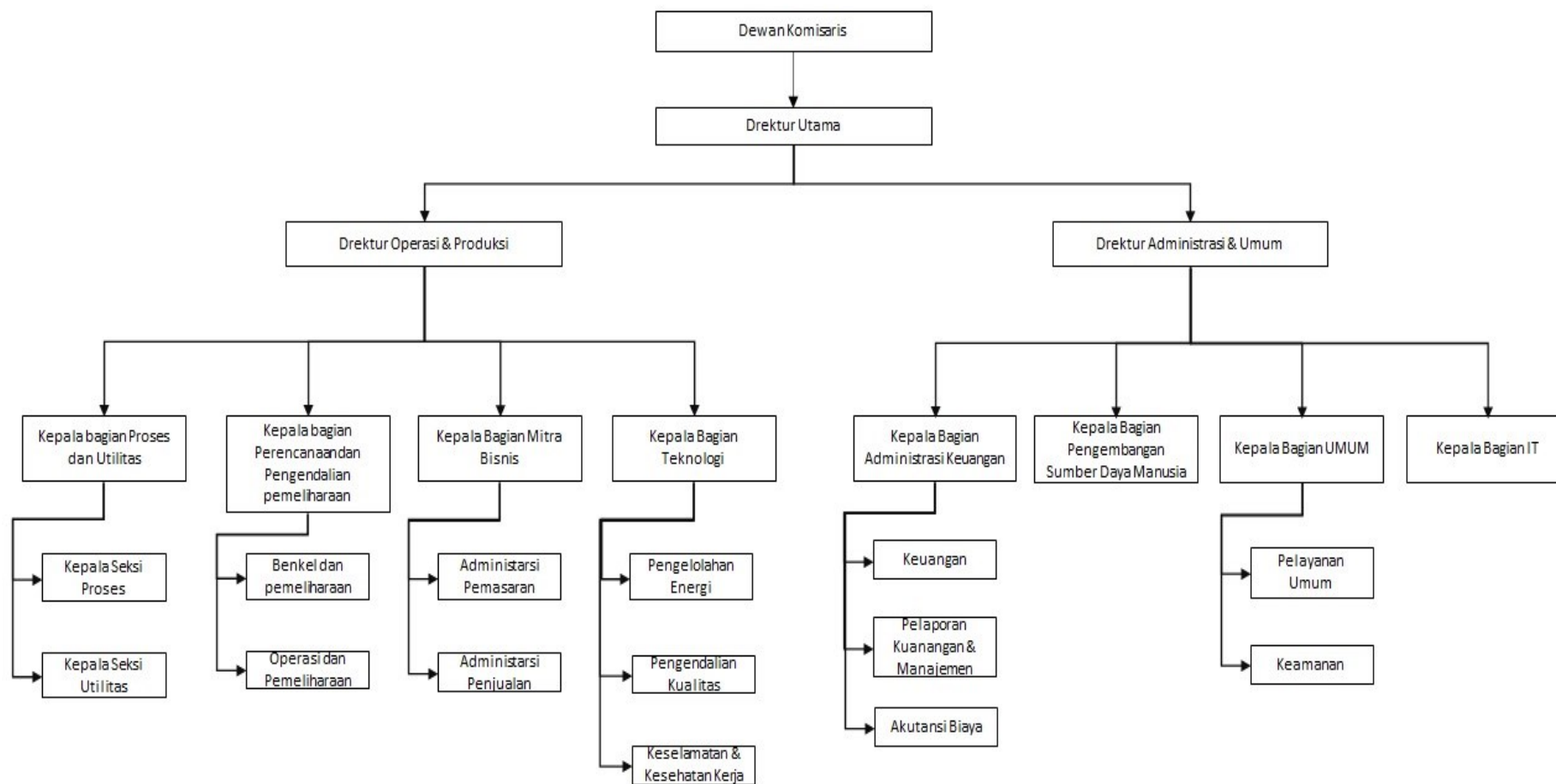
#### 4.11.2. Struktur Perusahaan

Salah satu faktor penunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan digunakan oleh perusahaan tersebut. Hal ini disebabkan oleh kelancaran perusahaan berkaitan erat dengan komunitas yang berada didalamnya.

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

- Perumusan tujuan perusahaan jelas
- Pendelegasian wewenang dan pembagian tugas kerja yang jelas
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berpedoman pada hal-hal tersebut, maka akan diperoleh struktur organisasi yang baik, yang salah satunya yaitu *System line and staff* pada system ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis dan ada pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam system organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Skema susunan organisasinya dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 4. 3. Struktur Organisasi Perusahaan

### **4.11.3. Tugas dan Wewenang**

#### **4.11.3.1. Pemegang Saham**

Pemegang saham memegang kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas (PT). Widjaja (2003) menjelaskan bahwa pemegang saham dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) memiliki wewenang sebagai berikut:

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung-rugi tahunan dari perusahaan.

#### **4.11.3.2. Dewan Komisaris**

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas dewan komisaris meliputi:

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana, dan pengarahan pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas direktur utama.
3. Membantu direktur dalam hal-hal penting.

#### **4.11.3.3. Direktur Utama**

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisiaris terhadap segala kebijakan perusahaan yang telah diambil. Tugas dan wewenang direktur umum antara lain:

1. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan, sehingga komunikasi antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen dapat berlangsung dengan baik.
2. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
3. Mengkoordinasi kerja sama antara bagian produksi dan bagian umum.

Dalam pelaksanaannya, Direktur utama membawahi Direktur Operasi & Produksi dan Direktur Administrasi & Umum.

#### **4.11.3.4. Kepala Bagian**

Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur utama. Tugas umum kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan kerja sesuai bidangnya. Berdasarkan bidangnya, kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas Kepala Bagian Proses dan Utilitas adalah mengatur dan menjaga kelancaran unit proses dan unit utilitas agar rate production pabrik tercapai dengan mengatur jalannya proses produksi. Dalam pelaksanaannya, Kepala Bagian Proses dan Utilitas membawahi Seksi Proses, dan Seksi Utilitas.

2. Kepala Bagian Perencanaan dan Pengendalian Pemeliharaan

Tugas Kepala Bagian Perencanaan dan Pengendalian Pemeliharaan adalah mengatur dan menjaga jumlah pasokan Listrik agar selalu mencukupi kebutuhan pabrik serta secara rutin melakukan uji kelayakan terhadap setiap instrumen dalam area pabrik. Kepala bagian Perencanaan dan Pengendalian Pemeliharaan membawahi seksi Pemeliharaan dan bengkel dan seksi listrik dan instrumentasi.

3. Kepala Bagian Teknologi

Kepala Bagian Teknologi bertugas untuk secara terus menerus melakukan perhitungan tentang kebutuhan dan pengolahan energi dalam pabrik. selain itu melakukan penelitian demi mengembangkan kuantitas dan kualitas produksi pabrik dan secara rutin melakukan pengujian terhadap kualitas baha baku dan produk agar tetap dalam range nilai standar pabrik sehingga produk keluaran sesuai dengan spesifikasi dari produk yang diinginkan dan mengatur kebijakan tentang Keselamatan & Kesehatan Kerja (K3). Kepala Bagian Teknologi membawahi seksi Pengolahan energi, seksi pengendalian kualitas dan seksi Kesehatan & Keselamatan Kerja (K3).

#### 4. Kepala Bagian Administrasi Keuangan

Kepala Bagian Administrasi Keuangan bertugas mencatat dan menghitung aliran dana keluar dan masuk perusahaan. Kepala Bagian Administrasi Keuangan membawahi seksi keuangan, Pelaporan Keuangan & manajemen dan seksi akuntansi biaya.

#### 5. Kepala Bagian Pengembangan Sumber Daya Manusia

Kepala Bagian Pengembangan Sumber Daya Manusia bertugas menjaga kualitas SDM dalam perusahaan melalui pelatihan kerja dan lain lain sehingga dapat tetap menjaga etos kerja dari setiap pegawai.

#### 6. Kepala Bagian UMUM

Kepala Bagian UMUM bertugas mengatur kegiatan-kegiatan penunjang dalam pabrik seperti menjaga kebersihan kantor, keamanan dan lain lain. Kepala Bagian UMUM membawahi seksi Pelayanan Umum, dan seksi keamanan.

#### 7. Kepala Bagian IT

Kepala Bagian IT bertugas mengatur dan menjaga aliran informasi, dan menjaga kualitas peralatan penunjang dalam pabrik seperti komputer, alat kontrol dan lain lain.

#### 4.11.3.5. Kepala Seksi

Kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian masing-masing sesuai dengan bidangnya. Tugas kepala seksi yaitu mengatur dan melakukan koordinasi secara langsung kepada karyawan setiap seksi. Berdasarkan bidangnya, kepala seksi terdiri dari :

- a. Kepala Seksi Proses
- b. Kepala Seksi Utilitas
- c. Kepala Seksi Bengkel dan Pemeliharaan
- d. Kepala Seksi Operasi dan Pemeliharaan
- e. Kepala Seksi Administrasi Pemasaran
- f. Kepala Seksi Administrasi Penjualan
- g. Kepala Seksi Pengolahan Energi
- h. Kepala Seksi Pengendalian Kualitas
- i. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja
- j. Kepala Seksi Keuangan
- k. Kepala Seksi Pelapor Keuangan & Manajemen
- l. Kepala Seksi Akuntansi Biaya
- m. Kepala Seksi Pelayanan Umum
- n. Kepala Seksi Keamanan

#### 4.11.3.6. Status Karyawan

Pabrik 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 (*shutdown* pabrik). Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu:

##### a) Karyawan Nonshift

Karyawan nonshift merupakan karyawan yang tidak langsung menangani proses produksi, yang termasuk kelompok ini adalah direktur,



manager, kepala bagian dan semua karyawan bagian umum. Jam kerja yang berlaku untuk karyawan nonshift dalam seminggu adalah 5 hari dengan jumlah kerja maksimum 45 jam selama seminggu dan selebihnya dihitung sebagai lembur. Dimana lembur untuk hari-hari biasa adalah 1,5 kali jam kerja sedangkan pada hari-hari besar (hari libur) adalah 2 kali jam kerja. Adapun jam kerja untuk karyawan non produksi dapat diatur dengan perincian sebagai berikut:

Hari Senin- Jumat : jam 07.00 – 15.00 WIB

Hari Sabtu : Libur

Sedangkan untuk jam istirahat diatur sebagai berikut:

Selain hari Jumat : jam 12.00 – 13.00 WIB

Hari Jumat : jam 11.30 – 13.00 WIB

Hari minggu dan hari libur hari besar semua karyawan nonshift libur.

#### b) Karyawan Shift

Merupakan karyawan yang secara langsung menangani dan terlibat dalam proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan pabrik serta kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift yaitu operator pada bagian produksi dan utilitas, bagian listrik dan instrumentasi, kepala shift dan satpam. Sistem kerja bagi karyawan produksi diatur menurut pembagian shift dan dilakukan secara bergiliran. Hal ini dilakukan karena tempat-tempat pada proses produksi memerlukan kerja rutin selama 24 jam secara terus menerus. Pembagian shift dilakukan dalam 4 regu, dimana 3 regu mendapat giliran shift sedangkan 1 regu libur. Seluruh karyawan shift mendapat cuti lama 12 hari tiap tahunnya. Adapun jam kerja shift dalam 1 hari diatur dalam jadwal sebagai berikut :

Shift pagi : jam 07.00 – 15.00

Shift sore : jam 15.00 – 23.00

Shift malam : jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu/kelompok (A / B /

C / D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga kelompok masuk dan ada satu kelompok yang libur. Jadwal pembagian kerja masing-masing kelompok ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 8. Jadwal shift kerja karyawan

Shift	Hari ke-														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pagi	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B
Siang	B	A	A	A	A	A	A	D	D	D	D	D	C	C	C
Malam	C	C	C	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	D	D
Libur	A	B	C	C	C	D	A	A	B	B	C	D	D	A	A
	Hari ke-														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pagi	A	A	A	A	A	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C
Siang	C	C	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	D	D	D
Malam	D	D	D	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	A	A
Libur	B	B	C	D	D	A	A	B	C	C	D	D	A	B	B

#### 4.11.3.7. Ketenagakerjaan

Menurut statusnya, karyawan dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut:

1. 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 kontrak yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi dengan surat kontrak kerja sama.
3. Karyawan borongan yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan.

#### 4.11.3.8. Fasilitas Karyawan

Kesejahteraan atau fasilitas yang diberikan oleh perusahaan pada

karyawan antara lain:

1. Tunjangan

- a. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.
- b. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja
- c. Tunjangan lain yang besarnya ditentukan berdasarkan undangundang yang berlaku.

2. Cuti

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun
- b. Cuti sakit diberikan pada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan Dokter.
- c. Cuti hamil bagi karyawan wanita.
- d. Pakaian kerja, diberikan pada setiap karyawan sejumlah 1 pasang untuk setiap tahunnya

3. Pengobatan

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

4. Kantin perusahaan menyediakan pelayanan makan siang bagi karyawan yang berada di lokasi pabrik.

5. Transportasi perusahaan menyediakan sarana transportasi untuk antar jemput karyawan.

6. Asuransi perusahaan menjamin seluruh karyawan dengan mengasuransikan ke perusahaan asuransi setempat.
7. Tempat ibadah, perusahaan memberikan fasilitas tempat ibadah berupa masjid yang dipergunakan karyawan untuk beribadah.

#### **4.11.3.9. Golongan dan Penggajian Karyawan**

Perencanaan jumlah karyawan perlu diperhitungkan dengan tepat sehingga tidak ada tenaga kerja yang disia-siakan. Berdasarkan publikasi pemerintah daerah Batang, Jawa Tengah didapatkan upah minimum sebesar Rp 2.129.117. Sistem penggajian yang berlaku bagi para karyawan adalah sistem yang berupa gaji bulanan yang diberikan setiap awal bulan sekali dengan besarnya gaji didasarkan atas ketentuan sebagai berikut :

- Jabatan atau golongan
- Tingkat pendidikan
- Pengalaman Kerja keahlian dan masa kerja
- Lingkungan kerja berkaitan dengan resiko kerja

Segi penggajian karyawan diberikan setiap awal bulan dan jumlah yang dibayarkan sesuai dengan jabatan/golongan.

Berikut penggolongan jabatan, dan gaji sesuai Tabel berikut:

Tabel 4. 9. Penggolongan Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji		
			(/orang/bulan)	(/bulan)	(/tahun)
1	Direktur Utama	1	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000	Rp 540.000.000
2	Direktur Produksi & Teknik	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000	Rp 420.000.000
3	Direktur Keuangan & Umum	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000	Rp 420.000.000
4	Staff Ahli	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000	Rp 480.000.000
5	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
6	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
7	Ka. Bag. Pemasaran	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
8	Administrasi	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
9	Ka. Bag. Umum	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
10	Ka. Bag. K3 & Lingkungan	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
11	Ka. Sek. Proses	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
12	Ka. Sek. Pengendalian	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
13	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
14	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
15	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
16	Ka. Sek. Pembelian	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
17	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
18	Ka. Sek. Administrasi	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
19	Ka. Sek. Kas	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
20	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
21	Ka. Sek. Humas	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
22	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
23	Ka. Sek. K3	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
24	Ka. Sek. Lingkungan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
25	Karyawan Proses	6	Rp 10.000.000	Rp 60.000.000	Rp 720.000.000
26	Karyawan Pengendalian	3	Rp 10.000.000	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
27	Karyawan Laboratorium	4	Rp 9.000.000	Rp 36.000.000	Rp 432.000.000
28	Karyawan Pemeliharaan	3	Rp 9.000.000	Rp 27.000.000	Rp 324.000.000
30	Karyawan Utilitas	5	Rp 9.000.000	Rp 45.000.000	Rp 540.000.000
31	Karyawan Pembelian	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000	Rp 192.000.000
32	Karyawan Pemasaran	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000	Rp 192.000.000
33	Karyawan Administrasi	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000	Rp 192.000.000
34	Karyawan Kas	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000	Rp 192.000.000
35	Karyawan Personalia	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000	Rp 192.000.000
36	Karyawan Humas	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000	Rp 192.000.000
37	Karyawan Keamanan	4	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000	Rp 384.000.000
38	Karyawan K3	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000	Rp 288.000.000
39	Karyawan Lingkungan	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000	Rp 288.000.000
40	Operator	68	Rp 6.000.000	Rp 408.000.000	Rp 4.896.000.000
41	Supir	3	Rp 3.600.000	Rp 10.800.000	Rp 129.600.000
42	Librarian	1	Rp 3.750.000	Rp 3.750.000	Rp 45.000.000
43	Cleaning service	5	Rp 3.600.000	Rp 18.000.000	Rp 216.000.000
44	Dokter	2	Rp 10.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
45	Perawat	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
Total		150	Rp 770.950.000	Rp 1.474.550.000	Rp 17.694.600.000
				\$ 98.303	\$ 1.179.640

#### 4.12. Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi merupakan bagian yang sangat penting dalam pertimbangan pendirian suatu pabrik, pabrik yang didirikan harus memberikan keuntungan secara ekonomis supaya proses produksi dapat terus berjalan. Evaluasi ekonomi ini juga menjadi penentu apakah suatu pabrik layak didirikan atau tidak. Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi:

1. Modal (*Capital Investment*)
  - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
  - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
  - c. Biaya tetap (*Fixed Manufacturing Cost*)
3. Pengeluaran Umum (*General Cost*)
4. Analisa Kelayakan Ekonomi
  - a. *Percent Return on investment* (ROI)
  - b. *Pay out time* (POT)
  - c. *Break event point* (BEP)
  - d. *Shut down point* (SDP)
  - e. *Discounted cash flow rate* (DCFR)

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan. Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan:

1. *Percent Return on Investment* (ROI) merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang

diinvestasikan.

2. *Pay Out Time* (POT) adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
3. *Break Even Point* (BEP) adalah titik impas dimana tidak mempunyai suatu keuntungan/kerugian.
4. *Shut Down Point* (SDP) adalah suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan).
5. *Discounted Cash Flow Rate* merupakan Analisa kelayakan ekonomi yang memperkirakan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

#### 4.12.1. Penaksiran harga alat

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Berikut adalah indeks harga yang di dalam teknik kimia disebut CEP indeks atau *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI).

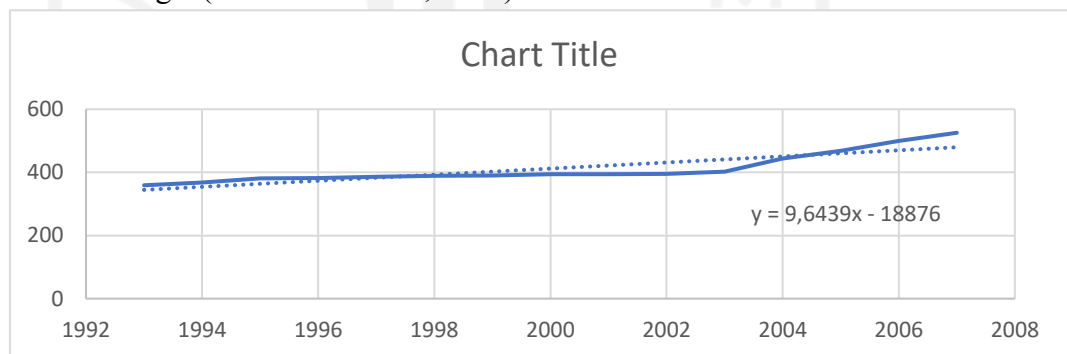
Tabel 4. 10 Index harga CEPCI

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1993	359,20
2	1994	368,10
3	1995	381,10
4	1996	381,70

5	1997	386,50
6	1998	389,50
7	1999	390,60
8	2000	394,10
9	2001	394,30
10	2002	395,60
11	2003	402,00
12	2004	444,20
13	2005	468,20
14	2006	499,60
15	2007	525,40

Persamaan yang diperoleh adalah :  $y = 9,878x - 19325$ . Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2025 adalah 677,95.

Untuk memperkirakan harga alat, ada dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio index harga. (Aries & Newton, 1955)



Gambar 4. 4. Hubungan tahun terhadap index CEPCI

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$

Dimana dalam hubungan ini :  $E_x$  : Harga alat pada tahun x (2025)

$E_y$  : Harga alat pada tahun y (ref)

$N_x$  : Index harga pada tahun x (2025)



$N_y$  : Index harga pada tahun  $y$  (ref)

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva spesifikasi. Maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan :

$$E_b = E_a \left( \frac{C_b}{C_a} \right)^{0,6}$$

Dimana :  $E_a$  = Harga alat a

$E_b$  = Harga alat b

$C_a$  = Kapasitas alat a

$C_b$  = Kapasitas alat b

#### 4.13. Hasil perhitungan

Perhitungan rencana terkait pendirian pabrik Asam Asetat memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan tersebut masing-masing disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 11. *Physical Plant Cost (PPC)*

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	83.332.340.441	5.554.823
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	20.830.585.110	1.388.706
3	<i>Instalasi cost</i>	13.031.614.045	868.774
4	<i>Piping Cost</i>	45.298.190.381	3.019.879
5	<i>Instrumentation Cost</i>	20.772.266.068	1.381.484
6	<i>Insulation Cost</i>	3.103.757.181	206.917
7	<i>Electrical Cost</i>	12.498.351.006	833.223
8	<i>Building Cost</i>	3.750.000.000	250.000
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	31.740.000.000	2.116.000
<b>Physical Plant Cost (PPC)</b>		<b>234.297.104.292</b>	<b>15.619.807</b>

Tabel 4. 12. *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	46.859.420.858	3.123.961

<b>Total (DPC + PPC)</b>	<b>281.156.525.150</b>	<b>18.743.768</b>
--------------------------	------------------------	-------------------

Tabel 4. 13. Fixed Capital Investment (FCI)

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	281.156.525.150	18.743.768
2	Kontraktor	28.115.652.515	1.874.377
3	Biaya tak terduga	70.289.131.288	4.685.942
<b>Fixed Capital Investment (FCI)</b>		<b>379.561.308.953</b>	<b>25.304.087</b>

Tabel 4. 14. Direnct Manufacturing (DMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw Material	310.260.352.310	20.684.023
2	Labor	17.694.600.000	1.179.640
3	Supervision	4.423.650.000	294.910
4	Maintenance	15.182.452.358	1.012.163
5	Plant Supplies	2.227.367.854	151.825
6	Royalty and Patents	27.030.459.751	1.802.031
7	Utilities	182.818.934.866	12.187.929
<b>Direct Manufacturing Cost (DMC)</b>		<b>559.687.817.138</b>	<b>37.312.521</b>

Tabel 4. 15. Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Payroll Overhead	3.538.920.000	235.928
2	Laboratory	3.538.920.000	235.928
3	Plant Overhead	13.270.950.000	884.730
4	Packaging and Shipping	54.060.919.503	3.604.061
<b>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</b>		<b>74.409.709.503</b>	<b>4.960.647</b>

Tabel 4. 16. Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	37.956.130.895	2.530.409
2	Propertu taxes	7.591.226.179	506.082

3	<i>Insurance</i>	3.795.613.090	253.041
<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>		<b>49.342.970.164</b>	<b>3.289.531</b>

Tabel 4. 17. Manufacturing Cost (MC)

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	559.687.817.138	33.859.199
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	74.409.709.503	4.960.647
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	49.342.970.164	3.289.531
<b><i>Manufacturing Cost (MC)</i></b>		<b>683.440.496.805</b>	<b>42.109.378</b>

Tabel 4. 18. Working Capital (WC)

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Raw Material Inventory</i>	28.205.486.574	1.880.366
2	<i>In Process Inventory</i>	31.065.477.128	2.071.032
3	<i>Product Inventory</i>	62.130.954.255	4.142.064
4	<i>Extended Credit</i>	98.292.580.914	6.552.839
5	<i>Available Cash</i>	62.130.954.255	4.142.064
<b><i>Working Capital (WC)</i></b>		<b>281.825.453.126</b>	<b>18.788.364</b>

Tabel 4.19. General Expense (GE)

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Administration</i>	41.006.429.808	2.733.762
2	<i>Sales expense</i>	136.688.099.361	9.112.540
3	<i>Research</i>	54.675.239.744	3.645.016
4	<i>Finance</i>	26.455.470.483	1.763.698
<b><i>General Expense (GE)</i></b>		<b>258.825.239.397</b>	<b>17.255.016</b>

Tabel 4.20. Total Biaya Produksi

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Manufacturing Cost (MC)	683.440.496.805	42.109.378
2	General Expense (GE)	258.825.239.397	17.225.016
<b>Total Production Cost (TPC)</b>		<b>942.265.736.202</b>	<b>59.364.394</b>

Tabel 4. 21 Fixed Cost (Fa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Depreciation	37.956.130.895	2.530.409
2	Property taxes	7.591.226.179	506.082
3	Insurance	3.795.613.090	253.041
<b>Fixed Cost (Fa)</b>		<b>49.342.970.164</b>	<b>3.289.531</b>

Tabel 4. 22. Variable Cost (Va)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw material	310.260.352.310	20.684.023
2	Packaging & shipping	54.060.919.503	3.604.061
3	Utilities	182.818.934.866	12.187.929
4	Royalties and Patents	27.030.459.751	1.802.031
<b>Variable Cost (Va)</b>		<b>574.170.666.430</b>	<b>38.278.044</b>

Tabel 4.23. Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Gaji Karyawan	17.694.600.000	1.179.640
2	Payroll overhead	3.538.920.000	235.928
3	Supervision	4.423.650.000	294.910
4	Plant overhead	13.270.950.000	884.730
5	Laboratory	3.538.920.000	235.928
6	General Expense	258.825.239.397	17.255.016
7	Maintenance	15.182.452.358	1.012.163

8	<i>Plant supplies</i>	2.277.367.854	151.825
<b><i>Regulated Cost (Ra)</i></b>		<b>318.752.099.609</b>	<b>21.250.140</b>

#### 4.13.1. Analisa Keuntungan

Annual Sales (Sa)	= Rp. 1.081.218.390.059
Total Cost	= Rp. 942.265.736.202
Keuntungan sebelum pajak	= Rp. 138.952.653.857
Pajak	= 50 % dari keuntungan sebelum pajak
	= (Rp 69.476.326.929)
Keuntungan setelah pajak	= Rp. 69.476.326.929

#### 4.13.2. Analisis kelayakan

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

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko tinggi minimum adalah 44 %. (Aries & Newton, 1955).

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan} \times 100\%}{\text{Fixed Capital}}$$

ROI sebelum pajak = 36,61 %

ROI setelah pajak = 18,30 %

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

POT Sebelum Pajak (*Industrial Chemical* min 2 th/*High Risk*- 5 th/*low Risk*).

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital}}{\text{Keuntungan tahunan} + \text{Depresiasi}}$$

POT sebelum pajak = 2,15 tahun

POT setelah pajak = 3,53 tahun

### 3. Break Even Point (BEP)

Nilai BEP pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40 – 60 %.

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

$$BEP = 51,06\%$$

### 4. Shut Down Point (SDP)

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

$$SDP = 33,68\%$$

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

Umur pabrik	= 10 tahun
Fixed Capital Investment	= Rp 379.561.308.953
Working Capital	= Rp 281.825.453.126
Salvage Value (SV)	= Rp 37.956.130.895
Cash Flow (CF)	= Annual profit+depresiasi+finance
CF	= Rp 133.887.928.307

*Discounted cash flow* dihitung secara *trial & error*

Dari hasil trial& error, diperoleh :

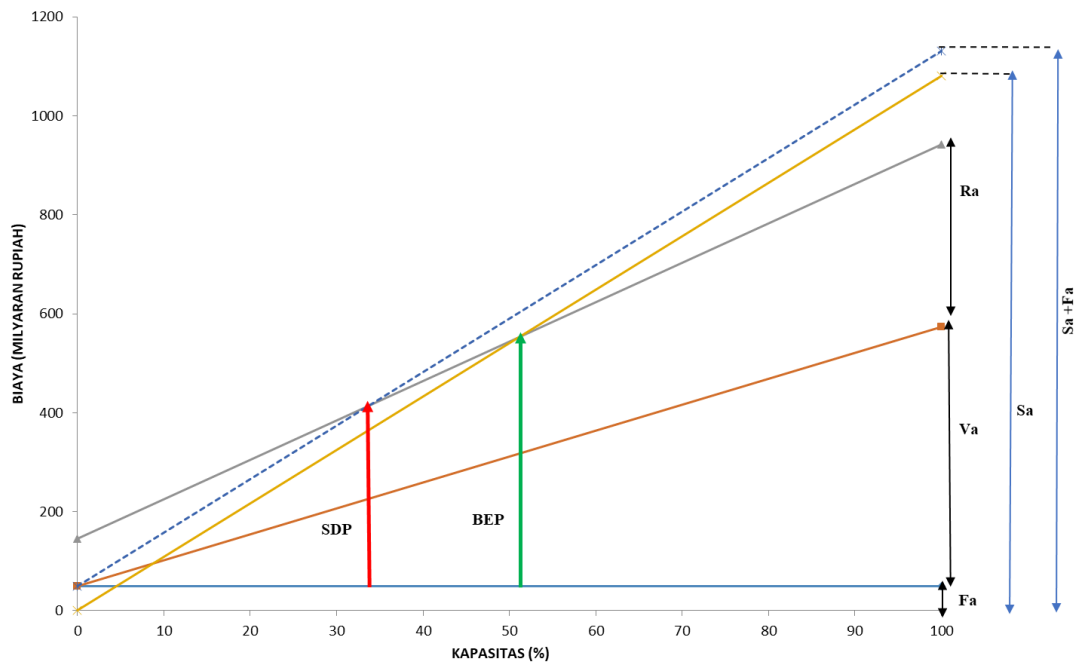
$$R = \text{Rp } 4.084.495.473.471$$

$$S = \text{Rp } 4.084.495.473.471$$

$$i = 19,97$$

Minimum nilai DCFR : 1.5 x bunga pinjaman bank (Aries Newton).

Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1.5 x suku bunga pinjaman bank (1.5 x 3,50% = 5,25%).



Gambar 4. 5. Grafik Analisa kelayakan pabrik

Dari gambar 4.5 di atas menunjukkan perolehan nilai BEP (*Break Even Point*) dan SDP (*Shut Down Point*) dimana didapat untuk nilai BEP dan SDP yang telah diketahui melalui perhitungan adalah 51,06% dan 33,68% Dalam pembuatan grafik BEP diperlukan nilai-nilai seperti  $R_a$ ,  $V_a$ ,  $F_a$ , dan  $S_a$  dimana diketahui berdasarkan perhitungan di analisa ekonomi. Grafik BEP digunakan untuk mengetahui berapa total kapasitas yang harus di produksi dari kapasitas keseluruhan pabrik untuk mengetahui posisi dimana pabrik dalam kondisi tidak untung dan tidak rugi atau dalam kata lain kembali modal. Ketika pabrik telah beroperasi menghasilkan produk dengan kapasitas diatas titik BEP maka pabrik akan di katakan untung namun sebaliknya apabila pabrik menghasilkan kapasitas dibawah titik BEP maka dikatakan rugi. Sedangkan SDP adalah titik atau batas dimana pabrik tersebut harus ditutup karena mengalami kerugian yang besar bahkan hampir bangkrut.





## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil Analisa dan perancangan pabrik Anilin dari hidrogenasi nitrobenzena fase uap dengan kapasitas 86.000 ton/tahun, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. perancangan pabrik Anilin dengan kapasitas 86.000 ton/tahun, ini membutuhkan bahan baku hidrogen sebesar 2186,53 ton/tahun, dan nitrobenzena sebesar 15092,92 ton/tahun.
2. pabrik Anilin ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dan direncanakan akan didirikan di Jl. Lingkar Selatan, Kec. Ciwandan, Kota Cilegon, Banten 42446. Luas tanah keseluruhan 12696 m<sup>2</sup> dan luas bangunan 3000 m<sup>2</sup>. Pemilihan lokasi pabrik ini didasarkan pada pertimbangan akses transportasi bahan baku dan produk mudah karena dekat dengan jalur bebas hambatan atau jalan tol maupun dengan pelabuhan untuk memudahkan transportasi dan mendapatkan air laut sebagai kebutuhan utilitas.
3. Berdasarkan hasil perhitungan Analisa ekonomi didapat hasil sebagai berikut :
  - Keuntungan sebelum pajak = Rp. 138.952.653.857
  - Keuntungan setelah pajak = Rp. 69.476.326.929
  - *Return on investment before tax* (ROIb) = 36,61 %
  - *Return on investment after tax* (ROIa) = 18,30 %
  - *Pay out time before tax* (POTb) = 2,15 tahun
  - *Pay out time after tax* (POTa) = 3,53 tahun
  - *Breakeven point* (BEP) = 51,06%
  - *Shut down point* (SDP) = 33,68%
  - *Dishcounted cash flow rate* (DCFR) = 5,25 %

4. pabrik Anilin dari hidrogenasi nitrobenzena dengan kapasitas 86.000 ton/tahun, termasuk dalam pabrik berisiko rendah dari kondisi operasinya. Dari segi ketersediaan bahan baku dan peluang penjualan produk juga termasuk risiko rendah, layak untuk dikaji lebih lanjut dan layak untuk didirikan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2021. Data Impor Ekspor Anilin.  
<https://www.bps.go.id/> Diakses pada tanggal 10 Agustus 2021.
- Comtrade UN. 2021. Data Impor Ekspor Anilin. <https://comtrade.un.org/data>  
 Diakses pada tanggal 10 Agustus 2021.
- Alibaba. 2021. Harga Anilin dan nitrobenzena <https://www.alibaba.com/>  
 Diakses pada tanggal 9 Agustus 2021.
- Brown, G.G., Katz D., Foust, A.S., and Schneidewind, R. 1978. Unit  
 Operation. Modern Asia Edition. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Brownell, L.E., and Young, E.H. 1959. Process Equipment Design. New  
 York: John Wiley and Sons, Inc.
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F. 1983. Chemical Engineering Design. New  
 York: Pergamon International Library.
- Kern, D. (1965). Process Heat Transfer. Kogakusha: Mc. Graw Hill Book.
- Matches. 2021. Price of Engineering Tools. <http://www.matche.com/> Diakses  
 pada tanggal 8 Agustus 2021
- Mc Cabe, W. L. (1976). Unit Operation of Chemical Engineering, 3rd ed. .  
 Singapore: Mc Graw Hill, Kogakusha , Ltd.
- Perry, R. a. (1997). Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th edition,, Mc  
 Graw Hill International Editions, New York
- Perry, R. a. (1986). Perry's Chemical Engineer's Handbook. New York: Mc

Graw Hill Book Co., Inc.

Perry, R. a. (2000). Perry's Chemical Engineer's Handbook 7ed. New York: Mc Graw Hill Book Co., Inc.

Perry, R. a. (2007). Perry's Chemical Engineer's Handbook 8 ed. New York: Mc Graw Hill Book Co., Inc.

Peters, M. a. (1981). Plant Design and Economics for Chemical Engineers 3ed. Singapore: Mc. Graw Hill Book Company, Inc.

Smith, J.M., and Van Ness, H.C. 1975. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 7th Edition. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc.

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

Yaws, C.L. 1999. Chemical Properties Handbook. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc

Wesley, Stoesser C., and William, R.S. 1957. *Process for the production of aspirin*. <https://patents.google.com/patent/US2987539A> Diakses pada tanggal 25 November 2021.

## LAMPIRAN A

### LAMPIRAN A

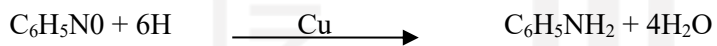
#### Reaktor

#### R-01

Fungsi	: Mereaksikan Nitrobenzena uap dengan hidrogen menjadi Anilin				
Jenis	: <i>Fixed bed Multitube</i>				
Fase	: Gas-Gas				
Bentuk	: Tangki Silinder				
Bahan	: SA 285 Grade B				
Sifat Reaksi	: Eksotermis				
Kondisi Operasi	: <table> <tr> <td>Suhu (T)</td> <td>: 85°C</td> </tr> <tr> <td>Tekanan (P)</td> <td>: 1 atm</td> </tr> </table>	Suhu (T)	: 85°C	Tekanan (P)	: 1 atm
Suhu (T)	: 85°C				
Tekanan (P)	: 1 atm				

#### A. Kinetika Reaksi

Reaksi :



Ditinjau dari segi reaksinya, kecepatan reaksi yang terjadi akan semakin besar dengan kenaikan temperatur.

Hal ini dapat ditunjukkan dengan persamaan Arrhenius:

$$Ea = -RT \ln \left( \frac{k}{A} \right)$$

Yang mana pada proses pembuatan anilin dari nitrobenzena fase uap ini persamaan nilai k adalah sebagai berikut:

$$k = 8,77 \exp (-2631 / RT)$$

$$k [=] \text{ s}^{-1}$$

sehingga reaksi merupakan reaksi orde satu terhadap nitrobenzen.

Dengan :

R = konstanta gas ideal

T = suhu operasi, K

## 1. Neraca Massa

Tabel 1.1 Neraca Massa Reaktor

Komponen	BM	Aliran Masuk		Aliran Keluar	
		Arus 5		Arus 6	
		Massa (Kg/jam)	Mol (Kmol/jam)	Massa (Kg/jam)	Mol (Kmol/jam)
H <sub>2</sub>	2	2175,593557	1087,79678	1464,899662	732,4498308
CH <sub>4</sub>	16	10,93263094	0,68328943	10,93263094	0,68328943
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	123	14866,55597	120,866309	297,3311194	2,417326174
H <sub>2</sub> O	18	226,3942534	12,5774585	4490,557624	249,475424
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	93	0	0	11015,75538	118,4489825
Total		17279,47641	1221,92384	17279,47641	1103,474852
<b>Total Massa (Kg/jam)</b>		17279,47641		17279,47641	

## 2. Menentukan Yi

Tabel 1.2 Menentukan Nilai Yi

Komponen	BM	Fi (Kg/jam)	ni (Kmol/jam)	yi	Bmi x Yi
H <sub>2</sub>	2	2175,593557	1087,79678	0,89	1,780465766
CH <sub>4</sub>	16	10,93263094	0,68328943	0,00055	0,008947064
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	123	14866,55597	120,866309	0,09891	12,16651607
H <sub>2</sub> O	18	226,3942534	12,5774585	0,0102	0,185276894
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	93	0	0	0	0
<b>Total</b>		17279,47641	1221,92384	1	14,14120579

## 3. Menentukan Z umpan Reaktor

$$T_c \text{ Umpan} = 107,4258 \quad K_{Pc} \text{ umpan} = 18,0985 \text{ atm}$$

$$T_r = T/T_c = 5,0560$$

$$P_r = P/P_c = 0,0774$$

$$P_r/T_r = 0,0153$$

menentukan Z menggunakan koefisien virial dengan menggunakan persamaan 3.61 sampai 3.66 (Smith, van nes)

$$B^0 = \frac{BP_c}{RT_c} = B^0 + \omega B^1 \quad B^0 = 0,083 - \frac{0,422}{Tr^{1,6}}$$

$$Z = 1 + \frac{BP}{RT} = 1 + B^0 \frac{Pr}{Tr} \quad B^1 = 0,139 - \frac{0,172}{Tr^{4,2}}$$

$$Z = 1 + \left( \frac{BP_c}{RT_c} \right) \left( \frac{Pr}{Tr} \right)$$

Komponen	yi	Tr	Pr	Bo	B1	BPc/RTc	Pr/Tr	Z	Yi.Z
H2	0,89	16,36	0,1080	0,0782	0,1390	0,0476	0,0066	1,0003	0,8905
CH4	0,00055	2,85	0,0308	0,0040	0,1369	0,0191	0,0108	1,0002	0,00005
C6H5NO2	0,09891	0,76	0,0322	-0,5780	-0,4196	-0,7660	0,0427	0,9673	0,09568
H2O	0,0102	0,84	0,0064	-0,4756	-0,2201	-0,5515	0,0077	0,9958	0,01024
C6H5NH2	0	0,78	0,0267	-0,5488	-0,3572	-0,6932	0,0344	0,9762	0
Total	1,000	21,59	0,2318	-1,5202	-0,7210	-1,9440	0,1021	4,9398	0,99700

#### 4. Menentukan Gas Masuk Reaktor

$$Vg = \frac{Z \cdot n \cdot R \cdot T}{P} \quad \text{Dimana :}$$

Vg = Laju alir volumetrik, cm<sup>3</sup>/dtk n = mol umpan, mol/dtk

R = Konstanta gas, cm<sup>3</sup>.atm/gmol.K T = temperatur, K

P = Tekanan, atm

$$Z = 0,9970$$

$$n = 339,4233 \text{ mol/detik}$$

$$T = 543,15 \text{ K}$$

$$P = 1,4 \text{ Atm}$$

$$R = 82,05 \text{ cm}^3 \cdot \text{atm} / \text{gmol} \cdot \text{K}$$

$$Vg = 10772298,5153 \text{ cm}^3 / \text{detik}$$

$$= 10,7723 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

#### 5. Menentukan Densitas Umpan

$$\rho = \frac{P \cdot BM}{R \cdot T \cdot Z}$$

$$\rho = 0,0004456 \text{ gr/cm}^3$$

$$28,0614 \text{ lb/ft}^3$$

## 6. Menentukan Viskositas Umpan

Berdasarkan data Yaws

$$\mu_{gas} = A + BT + CT^2$$

2	0,000013	kg/s.m
---	----------	--------

$$\mu_{gas} = 0,0013 \text{ gr/cm.s}$$

## 7. Menentukan Konduktivitas Umpan

Berdasarkan data Yaws  $K_{gas} = A + BT + CT^2$

k campuran	=	7,3542E+01	W/m.K
	=	264,7498	kJ/jam.m.K
	=	63,2344	kkal/jam.m.K
	=	0,1757	kal/dtk.cm.K

## 8. Menentukan Kapasitas Gas Umpan

Berdasarkan data Yaws

$$C_p = \int A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

Cp campuran	=	45,2003	Kjoule/kmol.K
	=	30669,2374	Kjoule/jam.K
	=	13,2304	kjoule/kg.K

## 9. Menentukan $\Delta HR$

$$\Delta HR_{298} = \Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan}$$

$$= 2,39E+06 - 1,86E+06 \text{ kj/kmol}$$

$$= 5,37E+05 \text{ kj/kmol}$$



## 10. Katalisator

Katalis =	Cu/SiO <sub>2</sub>		
Bentuk =	butiran bola		
Diameter =	0,03645 cm	0,003645	m
Panjang =	0,3545 cm	0,003545	m
Porositas =	0,67		
Densitas =	2,56 g/ml	2560	kg/m <sup>3</sup>
Densitas bulk =	0,067 g/ml	900	kg/m <sup>3</sup>

## 11. Menentukan ukuran tube

Diameter reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas berjalan dengan baik. Pengaruh rasio  $D_p/D_t$  terhadap koefisien perpindahan dalam pipa yang berisi butir-butir katalisator dibandingkan dengan pipa kosong ( $h_w/h$ ), telah diteliti oleh Colburn's, yaitu :

$$D_p/D_t = 0,0500 \ 0,1000 \ 0,1500 \ 0,2000 \ 0,2500 \ 0,3000$$

$$h_w/h = 5,5000 \ 7,0000 \ 7,8000 \ 7,5000 \ 7,0000 \ 6,6000$$

(Smith, Chem Kinetik Eng, P.571)

Dipilih  $D_p/D_t = 0,1500$  in ( karena menghasilkan panas yang paling besar) dimana :

$h_w$  : koefisien perpindahan panas dalam pipa berisi katalis  $h$  : koefisien perpindahan panas dalam pipa kosong

$D_p$  : diameter katalisator  $D_t$  : diameter tube

sehingga :

$$D_p/D_t = 0,15 \text{ cm} = 0,0591 \text{ in}$$

$$D_p = 0,3645 \text{ cm} = 0,1435039 \text{ in}$$

$$D_t = 2,43 \text{ cm} = 0,96 \text{ in}$$

dari hasil perhitungan, maka dipilih ukuran pipa standart :

$$\text{IPS OD ID} = 1 \text{ in}$$

$$\text{Flow area per tube} = 1,320 \text{ in}$$

$$= 1,049 \text{ in}$$

$$= 0,864 \text{ in}^2$$

$$\text{Sc.Num} = 40 \text{ ft}$$

$$\text{Surface per lin ft (Outside)} = 0,344 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$\text{Surface per lin ft (Inside)} = 0,274 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

## 12. Menentukan Jumlah Tube

$$\text{Asumsi Re} = 3100$$

$$\begin{aligned} \mu &= 0,00013 \text{ g/cm.s} \\ D_p &= 0,0266 \text{ cm} \\ G \text{ (umpan total)} &= 17279,476 \text{ kg/jam} \\ &= 4799,855 \text{ gr/s} \end{aligned}$$

$$G_t \text{ (kec. Massa persatuan luas)} = 557608,2404 \text{ kg/m}^2.\text{jam} = 15,4891 \text{ g/cm}^2.\text{s}$$

$$\begin{aligned} A_t \text{ (luas penampang total)} &= 0,03098856 \text{ m}^2 = 309,8856 \text{ cm}^2 \\ A_o \text{ (luas penampang pipa)} &= 0,00027 \text{ m}^2 = 3,7339 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah pipa maksimum (Nt max)

$$N_t \text{ max} = 117 \text{ buah}$$

Note :

$$\begin{aligned} \text{Densitas } s &= 2,6 \text{ kg/m}^3 \\ P &= 1,4 \text{ Atm} \\ \text{BM} &= 30,0061 \text{ g/gmol} \\ R &= 82,05 \text{ cm}^3.\text{atm/gmol.K} \\ T \text{ udara} &= 303,15 \text{ K} \\ \rho_g &= 0,0004 \text{ g/cm}^3 \text{ sehingga:} \\ \text{Densitas udara} &= 0,0017 \text{ g/cm}^3 \\ V_{\text{max}2} &= 1574,4448 \text{ cm/det} \\ V_{\text{max}} &= 56680,0142 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

$$Q = 10772298,5153 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$A_t = 6842 \text{ cm}^2$$

$$= 6,8419 \text{ m}^2$$

Maka jumlah pipa minimum:

$$\begin{aligned} N_t \text{ min} &= 2 \text{ buah} \\ \text{diambil } N_t &= 40 \text{ buah} \end{aligned}$$

## 13. Menentukan Diameter Reaktor

Pipe (tube) disusun dengan pola 'triangular pitch' agar turbulensi yang terjadi pada aliran fluida dalam shell menjadi besar, sehingga memperbesar koefisien perpindahan panas konveksi ( $h_o$ ). Sehingga, transfer panas lebih baik dari pada susunan square pitch.

$$\begin{aligned} \text{Susunan tube} &= \text{triangular} \\ \text{Pitch tube (PT)} &= 1.25 \times \text{ODt} = 1,65 \text{ in} = 4,1910 \text{ cm} \\ \text{Clearance (C')} &= \text{PT} - \text{ODt} = 0,330 \text{ in} = 0,8382 \text{ cm} \end{aligned}$$

untuk menghitung diameter shell, dicari luas penampang shell total (A total).

Luas shell = Luas segitiga

$$ID_s = \sqrt{\frac{4 \cdot N_t \cdot P_T^2 \cdot 0.866}{43,7509}} \quad \text{cm}$$

$$= 0,4375 \quad \text{m}$$

$$= 17,2247 \quad \text{in}$$

#### 14. Menghitung Cp Pendingin

Jenis = liquid  
T = 298,15 K

Cps	=	0,1949	Cal/gr.K
		89,8510	Btu/lb.F
		0,8157	J/gr.K
Ks =		T = 298,15 K Ks = 1,2407	Btu/ft.h.F
Cps	=	Cps = 89,85	Btu/lb.F
		$\mu_s = 1,5463$	lb/ft.h
		Ks = 1,2407	Btu/ft.h.F

#### 15. Menghitung Bilangan Reynold di shell ( Res )

IDs = 17,2247 Inch  
B = 4,306186831 Inch  
PT = 1,65 Inch  
C' = 0,3300 Inch  
Ws = 11254,385 kg/jam  
= 24811,64274 lb/h  
as = 0,1030 ft<sup>2</sup>  
Gs = 240847,58 lb/ft<sup>2</sup>.h

Diameter Equivalen (De)  
De = 1,9453 Inch  
0,1621 ft  
4,9411 cm  
Res = 25249,2720  
Jh = 80

$$\begin{aligned}
 H_o &= 2951,299 \text{ Btu/h.ft}^2.F \\
 \text{Clean overall coefficient (Uc)} \\
 U_c &= 1100,9390 \text{ Btu/h.ft}^2.F
 \end{aligned}$$

### Mechanical Design kern,844

#### 1. Tube

$$\begin{aligned}
 \text{IPS} &= 1,000 \text{ in} \\
 \text{OD} &= 1,320 \text{ in} \\
 \text{Sc. Number} &= 40 \\
 \text{ID} &= 1,05 \text{ in} \\
 \text{Flow area per pipe} &= 0,86 \text{ in}^2 \\
 \text{Surface per lin ft : Outside} &= 0,106 \text{ ft}^2/\text{ft} \\
 \text{Inside} &= 0,070 \text{ ft}^2/\text{ft} \\
 \text{Weight per lin ft} &= 0,25 \text{ lb steel} \\
 \text{Panjang pipa} &= 0,3937 \text{ in} \\
 \text{Susunan pipa} &= \text{Triangular pitch} \\
 \text{Jumlah pipa} &= 40 \text{ buah} \\
 \text{Pitch} &= 1,65 \text{ in} \\
 \text{Clearance} &= 0,3300 \text{ in}
 \end{aligned}$$

#### 2. Shell

a) Tekanan design ( max over design 20% )

$$\begin{aligned}
 P \text{ operasi} &= 1,4 \text{ atm} \\
 &= 20,5800 \text{ psi} \\
 P \text{ design} &= 24,6960 \text{ psi} \\
 P \text{ gage} &= 9,9960 \text{ psig}
 \end{aligned}$$

b) Bahan konstruksi shell Brownell, 342

dipilih material : Stainless Steel SA 167 grade 3 tipe 304 ke alloy steels dengan minimum 10.5% Cr content

c. **Tebal dinding shell**

Tebal dinding shell dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 \text{Dimana : } T_s &= \text{tebal dinding shell} \text{ in} \\
 P &= \text{tekanan design} \text{ psi} \\
 r &= ( \text{IDs}/2 ) = \text{radius dalam shell} \text{ in} \\
 E &= \text{efisiensi sambungan} \\
 f &= \text{allowable working stress} \text{ psi} \\
 c &= \text{faktor korosi} \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari tabel 13.1, P.251, Brownell, 1959. diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \text{Tekanan yang diijinkan ( f )} &= 14900 \text{ psi} \\
 \text{Efficiency pengelasan ( E )} &= 0,8 \text{ (double welded butt joint, tabel 13.2, P.254)} \\
 \text{Faktor korosi ( c )} &= 0,125 \text{ in} \\
 \text{Dengan IDs} &= 17,2247 \text{ in} \\
 T_s &= 0,1322 \text{ in}
 \end{aligned}$$

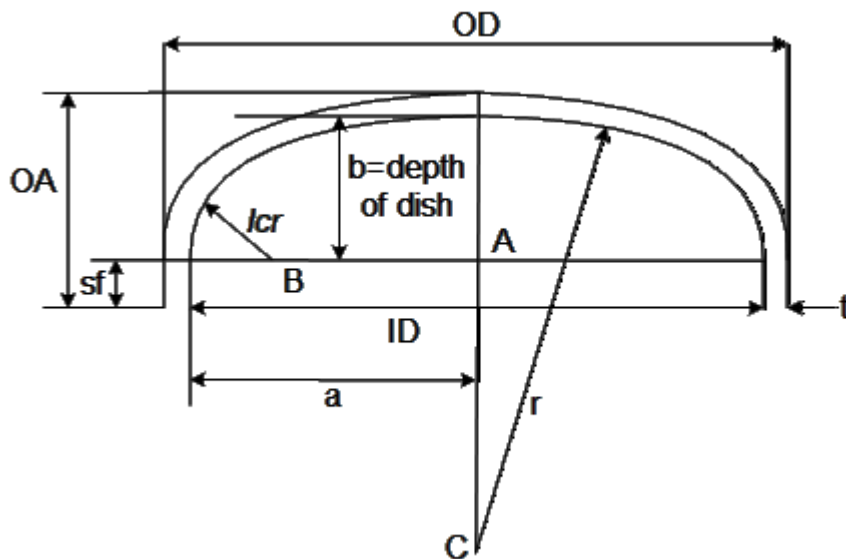
$$\text{Dipilih tebal dinding standar} = 1/2 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ODs} &= \text{IDs} + 2 (\text{tebal shell}) = 18,2247 \text{ in} \\
 &= 0,4629 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{dipilih OD standar} = 168 \text{ in} = 4,2672 \text{ m}$$

$$ID = 167 \frac{1}{2} \text{ in} = 4,2545 \text{ m}$$

### 3. Head reaktor



#### A. Tebal Head (tH)

untuk elliptical dished head,

Tebal head dihitung dengan persamaan persamaan 13.10 (Brownell and Young, 1959)

P = Tekanan Perancangan, Psi

f = Tekanan maksimum yang diijinkan pada bahan, Psi

C = Joint efficiency, in

E = Corrosion Allowance, in

Dipilih material Carbon Steel SA 283 Grade C, dari tabel 13.1, P.251, Brownell diperoleh :

f = 14900 psi

E = 0,8

C = 0,125 in

tH = 0,1428 in

dipilih tebal head standart = **1/2 in**

#### B. Tinggi Head (hH)

ODs = 168 in

IDs = OD standar - 2\*tebal shell = 4,2672 m

ts = 1 in

didapat : icr = 10,125 in

r = 144 in

a = IDs/2 = 84 in

AB = a - icr = 73 in

BC = r - icr = 134 in

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{1/2} = 111,9760 \text{ in}$$

$$b = r - AC = 32,0240 \text{ in}$$

Dari tabel 5.6 Brownell hal.88 dengan th 5 in didapat sf =  
perancangan digunakan sf = 1 1/2 in

$$hH = th + b + sf$$

$$= 34,0240 \text{ in}$$

$$= 2,8353 \text{ ft}$$

$$= 0,864 \text{ m}$$

### C. Tinggi Reaktor (HR)

$$HR = \text{Panjang tube} + 2x \text{ tinggi head}$$

$$= 68,3780 \text{ in}$$

$$= 5,6982 \text{ ft}$$

$$= 1,7368 \text{ m}$$

### D. Volume Reaktor (VR)

#### a. Volume head (VH)

$$= 0,2504 \text{ ft}^3$$

$$= 0,0071 \text{ m}^3$$

#### b. Volume shell (VS)

$$= 91,6942 \text{ in}^3$$

$$= 0,0015 \text{ m}^3$$

#### c. Volume Reaktor (VR)

$$\text{Volume shell} + (2 \times \text{Volume head})$$

$$= 0,0157 \text{ m}^3$$

### 1. Diameter saluran gas umpan

$$G = \text{kec. umpan masuk} = 4,7999 \text{ kg/s}$$

$$\rho = \text{densitas gas umpan mix} = 438,4143 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{diameter optimum} = 61,9034 \text{ mm}$$

$$= 2,4371 \text{ in}$$

dari (tabel.11, P.844, Kern, 1980), dipilih ukuran standart (Sch 40) :

$$ID = 2,469 \text{ in}$$

$$OD = 2,88 \text{ in}$$

### 2. Diameter saluran gas keluar

Komposisi keluar reaktor (gas)

$$G = \text{kec. umpan out} = 4,7999 \text{ kg/s}$$

$$\rho = \text{densitas gas out mix} = 0,445573853 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{diameter optimum} = 792,7051 \text{ mm}$$

$$= 31,2089 \text{ in}$$

dari (Kern,1980 tabel.11, P.844), dipilih ukuran standart (Sch 40) :

$$ID = 23,25 \text{ in}$$

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

### 3. Diameter pendingin masuk

$$\rho_p = \begin{array}{l} 1,0770 \text{ gr/cm}^3 \\ 1076,9769 \text{ kg/m}^3 \end{array}$$

$$G = 3,126 \text{ kg/s}$$

$$D = \begin{array}{l} 35,5195 \text{ mm} \\ 1,398 \text{ in} \end{array}$$

dari (Kern,1980 tabel.11, P.844), dipilih ukuran standart (Sch 40) :

$$ID = 1,61 \text{ in}$$

$$OD = 1,9 \text{ in}$$

### 4. Diameter pendingin keluar

$$\rho = \begin{array}{l} 1,0751 \text{ gr/cm}^3 \\ 1075,122 \text{ kg/m}^3 \end{array}$$

$$T_{\text{pendingin out}} = 298,0000 \text{ K}$$

$$G = \text{kec. Aliran pendingin} = 3,126 \text{ kg/s}$$

$$\rho = \text{densitas pendingin} = 1075,12246 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{diameter optimum} = 35,5422 \text{ mm}$$

$$1,399 \text{ in}$$

dari (Kern,1980 tabel.11, P.844), dipilih ukuran standart (Sch 40) :

$$ID = 1,61 \text{ in}$$

$$OD = 1,9 \text{ in}$$

### Tebal Isolator

Asumsi :

1. keadaan steady state

2. suhu udara luar = 30°C

3. suhu dinding luar isolator = 50°

$r_1$  = jari-jari dalam shell

$r_2$  = jari-jari luar shell

$r_3$  = jari-jari luar setelah diisolasi

$x_1$  = tebal dinding shell

$x_2$  = tebal isolator

$$T_1 = \text{suhu dinding dalam shell} = 32,9839 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 91,37094741 \text{ F}$$

$$= 306,1339 \text{ K}$$

$T_2$  = suhu dinding luar shell

$$T_3 = \text{suhu isolator luar} = 55 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 131 \text{ F}$$

$$= 328,15 \text{ K}$$

$$T_4 = \text{suhu udara luar} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 86 \text{ F}$$

$$= 303,15 \text{ K}$$

- $q_1$  = konveksi bahan ke dinding dalam shell  
 $q_2$  = konduksi dalam shell ke luar shell  
 $q_3$  = konduksi luar shell ke permukaan luar isolator  
 $q_4$  = konveksi dan radiasi permukaan luar isolator ke udara

sifat-sifat fisis bahan

\* bahan isolasi asbestos, dengan sifat-sifat fisis (kern):

$$k_{is} = 0,1734 \text{ W/m.C isolator}$$

$$e = 0,96$$

\* stainless steel  $k_s$  46,1580W/m.C yg diisolasi

\* sifat-sifat fisis udara pada suhu  $T_f$  (Holman, 1988. Daftar A-5)

$$T_f = 315,65 \text{ K}$$

$$v = 0,00002 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$k = 0,02742627 \text{ W/m.C}$$

$$Pr = 0,70433808$$

$$\beta = 0,003168066 \text{ K}^{-1}$$

$$\mu = 0,000019 \text{ kg/m.s}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

keadaan steady state  $Q_A=Q_B=Q_C=(Q_D+Q_R)$

$$r_3 = r_2 + x$$

$$r_1 = 84 \text{ in} = 2,1209 \text{ m}$$

$$r_2 = 84 \text{ in} = 2,1336 \text{ m}$$

$$L = 4,00 \text{ m} = 4,0000 \text{ m}$$

#### A. KONDUKSI

$$Q_B = \frac{k \cdot 2\pi L (T_1 - T_2)}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} = 194214,02734 \times (T_1 - T_2) \dots\dots\dots a$$

$$Q_C = \frac{k_{is} \cdot 2\pi L (T_2 - T_3)}{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)} = 4,3562 \times (T_2 - T_3) / \ln(r_2+x/r_2) \dots\dots\dots b$$

#### B. KONVEKSI

$$Gr \cdot Pr = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_3 - T_4) \cdot L^3}{\nu^2} \cdot Pr$$

$$Gr = 1,6642E+11$$

$$Gr \cdot Pr = 1,1722E+11 \text{ turbulen}$$

$Gr \cdot Pr >$  dari 109 maka aliran turbulen sehingga biasa dipakai persamaan (Daftar 7-2, Holman, 1988) :

$$h_c = 1.31 \cdot (\Delta T)^{1/3} \quad h_c = 3,8305 \text{ W/m.C}$$

$$Q_D = h_c \cdot A \cdot (T_3 - T_u) = 2405,5309 \times (r_2 + x) \dots\dots\dots c$$

$$Q_D = h_c \cdot 2 \cdot \pi r_3 \cdot L \cdot (T_3 - T_u)$$



Radiasi

$$Q_R = \varepsilon \sigma A (T_3^4 - T_u^4) \quad 4306,2104 \quad \times (r_2 + x) \quad \dots\dots\dots d$$

$$Q_R = \varepsilon \sigma 2\pi r_3 L (T_3^4 - T_3^4)$$

kemudian ditrial dengan menggunakan persamaan a,b,c dan d sehingga didapat :

$$\begin{aligned} T_2 &= 493 && \text{K} \\ &219,8500 && \text{C} \\ x &= 0,1038 && \text{m} \\ &10,3843 && \text{cm} \end{aligned}$$

sehingga :

keadaan steady state  $Q_A=Q_B=Q_C=(Q_D+Q_R)$

$$\begin{aligned} Q_D &= 5382,2384 \\ Q_R &= 9634,9005 \\ Q_C &= 15111,0288 \\ Q &= 15017,1389 \\ (Q_D + Q_R) - Q_C &= -94 \\ (Q_D+Q_R) &= 15017,1389 \end{aligned}$$

Menghitung panas hilang ke lingkungan ( $Q_{losses}$ )

$$Q_{losses} = q_4 = 10\%$$

Menghitung perpindahan panas (Q) tanpa isolator

$$\begin{aligned} Q_D &= 5135,04 && \text{joule/s} \\ Q_C &= 147745,63 && \text{joule/s} \\ Q &= 152880,67 && \text{joule/s} \end{aligned}$$

Berdasarkan critical radius of insulation (tebal isolasi kritis) Cengel p.153 yaitu :

$r_3=r_{3c}$  panas yg hilang maksimum

$0 < r_3 < r_{3c}$ , semakin tipis isolasi, panas yg hilang semakin besar

$r_3 > r_{3c}$ , semakin tebal isolasi, panas yg hilang semakin kecil

$$r_{3c} = \frac{kis}{h} = 0,05 \text{ m}$$

r3 (m)	r3c (m)	validation
2,2374	0,05	$r_3 > r_{3c}$

maka dapat disimpulkan bahwa isolasi berbahan asbestos memberikan perpindahan panas yg hilang ke lingkungan sangat kecil yaitu sebesar 10%

Tabel A.1 Metode Eulet yang didapatkan

$\Delta z$	0,0100	-----			
z (m)	x	T (K)	Ts (K)	$\int \Delta CP \cdot dT$ (j/mol), reaksi 1	( $-\Delta HR$ )
0,000	0,000	543,150	298,150	24449,779	537317,044
0,010	0,000	543,144	306,134	24449,158	537317,044
0,020	0,000	543,139	313,857	24448,557	537317,044
0,030	0,000	543,133	321,329	24447,976	537317,044
0,040	0,000	543,128	328,557	24447,414	537317,044
0,050	0,000	543,123	335,549	24446,870	537317,044
0,060	0,000	543,118	342,314	24446,344	537317,044
0,070	0,000	543,114	348,857	24445,834	537317,044
0,080	0,000	543,109	355,187	24445,342	537317,044
0,090	0,000	543,105	361,311	24444,866	537317,044
0,100	0,000	543,101	367,235	24444,405	537317,044
0,110	0,000	543,097	372,966	24443,959	537317,044
0,120	0,000	543,093	378,510	24443,528	537317,044
0,130	0,000	543,089	383,874	24443,110	537317,044
0,140	0,000	543,085	389,062	24442,707	537317,044
0,150	0,000	543,081	394,081	24442,316	537317,044
0,160	0,000	543,078	398,937	24441,939	537317,044
0,170	0,000	543,075	403,634	24441,573	537317,044
0,180	0,000	543,071	408,178	24441,220	537317,044
0,190	0,000	543,068	412,574	24440,878	537317,044
0,200	0,000	543,065	416,826	24440,547	537317,044
0,210	0,000	543,062	420,940	24440,227	537317,044
0,220	0,000	543,059	424,920	24439,917	537317,044
0,230	0,000	543,057	428,769	24439,618	537317,044
0,240	0,000	543,054	432,494	24439,328	537317,044



## LAMPIRAN B

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Cindy Pujosaputra  
No. MHS : 17521129
2. Nama Mahasiswa :  
No. MHS :
- Judul Prarancangan \*) : Pra Rancangan Pabrik Anilin Dari Hidrogenasi Nitrobenzene Fase Uap Dengan Kapasitas 86.000 Ton/Tahun
- Mulai Masa Bimbingan : 12 Oktober 2021  
Batas Akhir Bimbingan : 10 April 2022

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	4 September 2021	Pengesahan Judul Pra Rancangan Pabrik	
2	10 September 2021	Kapasitas produksi Anilin	
3	29 September 2021	Neraca Massa Pra rancangan Pabrik Anilin	
4	9 Oktober 2021	Neraca Massa reaktor	
5	21 Oktober 2021	Review Neraca Massa	
6	1 November 2021	Neraca Panas Reaktor	
7	13 November 2021	Neraca Panas Separator	
8	15 November 2021	Fix Neraca Panas	
9	29 November 2021	Perhitungan Alat Besar	
10	6 Desember 2021	Perhitungan Alat Kecil	
11	24 Desember 2021	Review Alat Besar dan Alat Kecil	
12	28 Desember 2021	Penambahan Alat Kecil	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 2 Juni 2022

Pembimbing,








Agus Taufiq, Ir., M.Sc.

- \*) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
  - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Cindy Pujosaputra  
No. MHS : 17521129
2. Nama Mahasiswa :  
No. MHS :
- Judul Prarancangan \*) : Pra Rancangan Pabrik Anilin Dari Hidrogenasi Nitrobenzene Fase Uap Dengan Kapasitas 86.000 Ton/Tahun
- Mulai Masa Bimbingan : 11 April 2022  
Batas Akhir Bimbingan : 8 Oktober 2022

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	13 Februari 2022	Utilitas	
2	18 Februari 2022	Pengesahan Reaktor	
3	15 April 2022	Ekonomi dan mereview Utilitas	
4	31 Mei 2022	Evaluasi Ekonomi	
5	1 Juni 2022	PEFD dan Naskah Pendadaran	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 2 Juni 2022

Pembimbing,



Agus Taufiq, Ir., M.Sc.

- \*) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
  - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Cindy Pujosaputra  
No. MHS : 17521129
2. Nama Mahasiswa :  
No. MHS :
- Judul Prarancangan \*) : Pra Rancangan Pabrik Anilin Dari Hidrogenasi Nitrobenzene Fase Uap Dengan Kapasitas 86.000 Ton/Tahun
- Mulai Masa Bimbingan : 12 Oktober 2021  
Batas Akhir Bimbingan : 10 April 2022

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	4 September 2021	Pengesahan Judul Pra Rancangan Pabrik	
2	10 September 2021	Kapasitas produksi Anilin	
3	29 September 2021	Neraca Massa Pra rancangan Pabrik Anilin	
4	9 Oktober 2021	Neraca Massa reaktor	
5	21 Oktober 2021	Review Neraca Massa	
6	1 November 2021	Neraca Panas Reaktor	
7	13 November 2021	Neraca Panas Separator	
8	15 November 2021	Fix Neraca Panas	
9	29 November 2021	Perhitungan Alat Besar	
10	6 Desember 2021	Perhitungan Alat Kecil	
11	24 Desember 2021	Review Alat Besar dan Alat Kecil	
12	28 Desember 2021	Penambahan Alat Kecil	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 2 Juni 2022

Pembimbing,



Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

- \*) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
  - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

3. Nama Mahasiswa : Cindy Pujosaputra  
No. MHS : 17521129

4. Nama Mahasiswa :  
No. MHS :

Judul Prarancangan \*) : Pra Rancangan Pabrik Anilin Dari Hidrogenasi Nitrobenzene Fase Uap Dengan Kapasitas 86.000 Ton/Tahun

Mulai Masa Bimbingan : 11 April 2022  
Batas Akhir Bimbingan : 8 Oktober 2022

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	13 Februari 2022	Utilitas	
2	18 Februari 2022	Pengesahan Reaktor	
3	15 April 2022	Ekonomi dan mereview Utilitas	
4	31 Mei 2022	Evaluasi Ekonomi	
5	1 Juni 2022	PEFD dan Naskah Pendadaran	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 2 Juni 2022

Pembimbing,



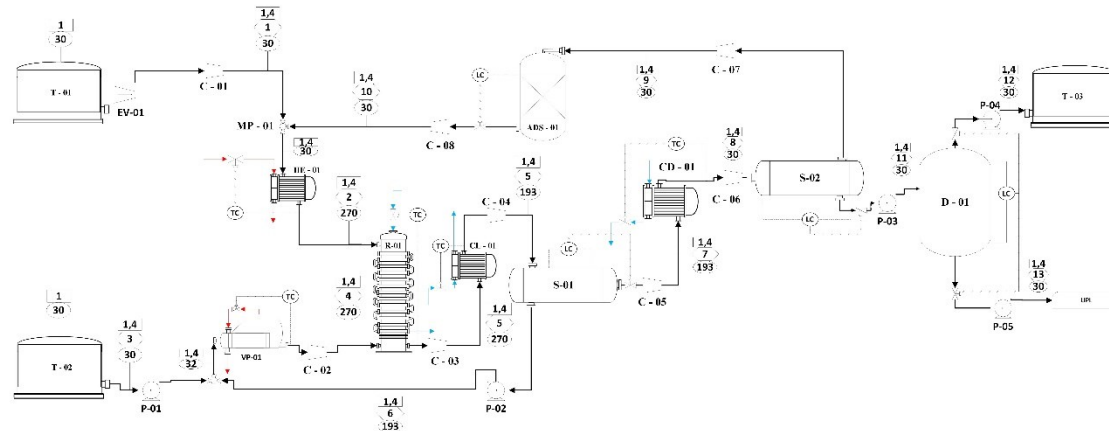
Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

\*) Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

## LAMPIRAN C

PROCESS ENGINEER FLOW DIAGRAM  
PRA RANCANGAN PABRIK ANILIN DARI HIDROGENASI NITROBENZENA FASE UAP  
KAPASITAS 86.000 TON/TAHUN

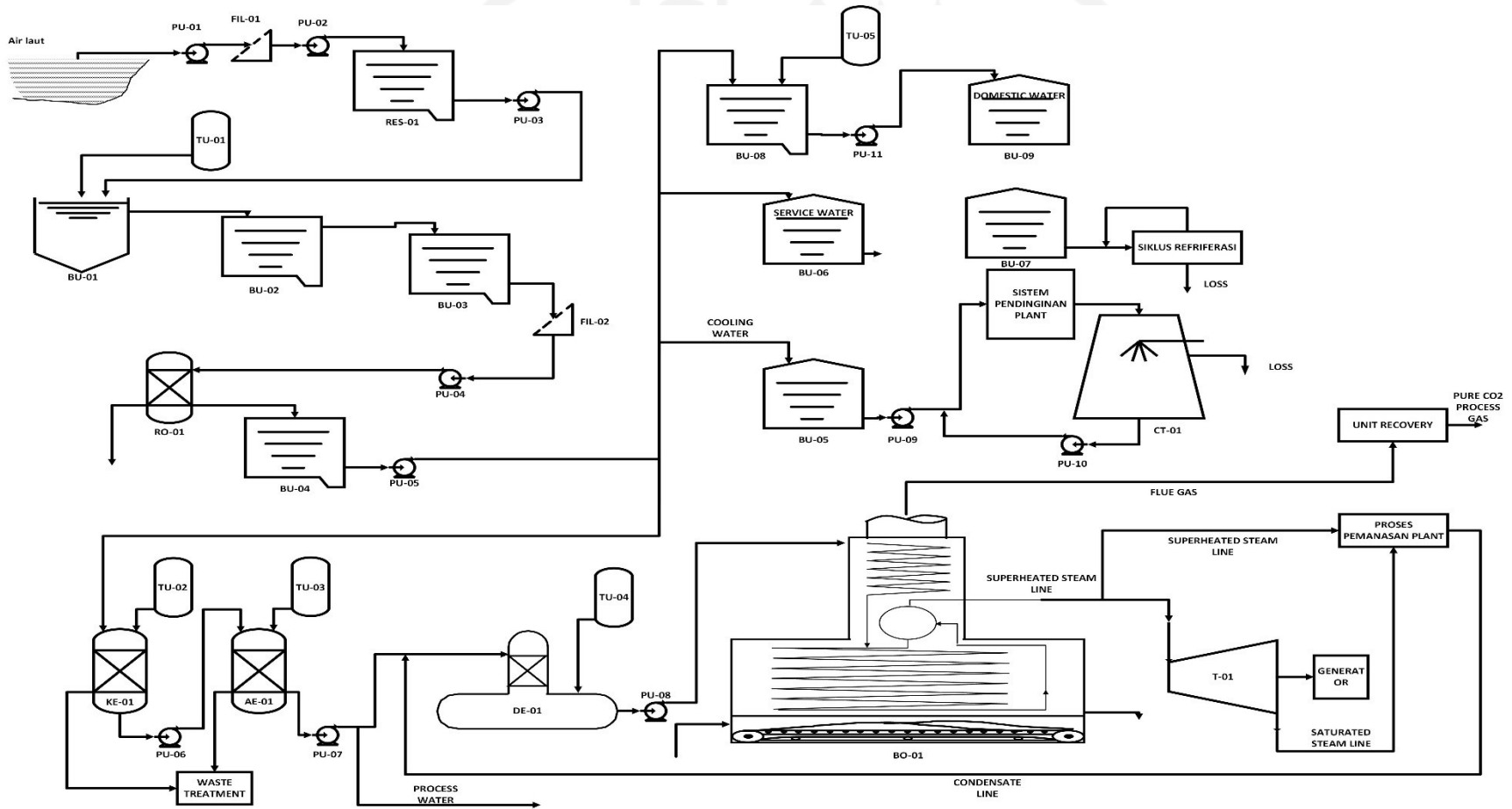


SIMBOL	KETERANGAN	SIMBOL	KETERANGAN
T	Tangki	CD	Kondensor
S	Separator	VP	Vaporizer
D	Decanter	R	Reaktor
HE	Heater	LC	Level controller
P	Pompa		Tekanan
TC	Temperatur controller	○	Substansi, °C
ADS	Absorber	CL	Cooler
EV	Expansion Valve	UPL	Unit Pembebasan Lindah
MP	Mixing Point	○	Nomor Arus
	Valve	→	Pendingin
—	Pipelines	---	Electrical
→	Steam	→	Pneumatic
C	Kompresor		

	<p>JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA</p>
	<p>PROCESS ENGINEER FLOW DIAGRAM PRA RANCANGAN PABRIK ANILIN DARI HIDROGENASI NITROBENZENA FASE UAP KAPASITAS 86.000 TON/TAHUN</p>
<p>DISUSUN OLEH :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cindy Pujosaputra (17521129)</li> </ul>	
<p>DOSEN PEMBIMBING :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Agus Taufiq, Ir., M.Sc.</li> <li>Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.</li> </ol>	

komponen	No Arus (kg/jam)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Hidrogen	709,62	2172,30	-	-	1462,68	-	1462,68	1462,68	1462,68	1462,68	-	-	-
metana	3,55	10,92	-	-	10,91	-	10,91	10,91	10,91	7,36	-	-	-
nitrobenzena	-	-	14547,20	14844,08	296,88	296,88	-	-	-	-	-	-	-
air	-	-	226,05	226,05	4483,76	-	4483,76	4483,76	-	-	4483,76	20,89	4462,87
anilin	-	-	-	-	10999,10	-	10999,10	10999,10	-	-	10999,10	10837,68	161,41
total	713,17	2183,22	14773,25	15070,13	17253,33	296,88	16956,45	16956,45	1473,59	1470,04	15482,86	10858,57	4624,28





الجامعة الإسلامية  
 جامعة إسلام آباد