

**PRARANCANGAN PABRIK DIFENILAMIN DARI  
ANILIN DENGAN KAPASITAS 33.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat**

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia**



**Oleh:**

**Nama : Astendri Visral    Nama : Rausyan Fikri Kamal Ma'rup**

**NIM : 18521093        NIM : 1852102**

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

**2022**

# LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

## PRARANCANGAN PABRIK DIFENILAMIN DARI ANILIN DENGAN KAPASITAS 33.000 TON/TAHUN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Astendri Visral                      Nama : Rausyan Fikri Kamal Ma'rup  
NIM : 18521093                              NIM : 18521102

Yogyakarta, 22 September 2022

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

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



Astendri Visral



Rausyan Fikri Kamal Ma'rup

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRARANCANGAN PABRIK DIFENILAMIN DARI ANILIN  
KAPASITAS 33.000 TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Disusun Oleh :

Nama : Astendri Visral

Nama : Rausyan Fikri Kamal Ma'rup

NIM : 18521093

NIM : 18521102

Yogyakarta, 20 September 2022

Pembimbing I

Pembimbing II



Faisal Rasyid M., Ir.Drs., M.T., Ph.D.

Tintin Mutiara, S.T., M.Eng

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PRARANCANGAN PABRIK DIFENILAMIN DARI ANILIN DENGAN**  
**KAPASITAS 33.000 TON/TAHUN**  
**PERANCANGAN PABRIK**

**Oleh:**

**Nama : Astendri Visral                      Nama : Rausyan Fikri Kamal M**  
**NIM : 18521093                                NIM : 18521102**

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,

Tim Penguji,

Faisal Rasyid M., Ir.Drs., M.T., Ph.D.



\_\_\_\_\_

Ketua

Sholeh Ma'mun, ST., MT., Ph.D



\_\_\_\_\_

Anggota I

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, ST., MT



\_\_\_\_\_

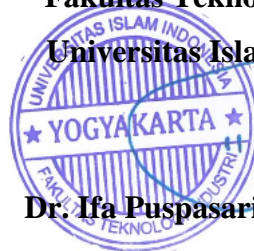
Anggota II

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Kimia**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**



**Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng.**

## **KATA PENGANTAR**

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Difenilamin Dari Anilin Dengan Kapasitas 33.000 Ton/Tahun” tepat waktu.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S1) Teknik Kimia di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini secara langsung maupun tidak langsung, yang terhormat :

1. Allah SWT karena atas segala kehendak-Nya, penulis diberi kesehatan, kesabaran, dan kemampuan untuk dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua yang selalu mendo'akan kami serta memberikan dukungan serta motivasi kepada kami untuk mengerjakan serta menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

5. Bapak Faisal Rasyid M., Ir. Drs., M.T., Ph.d. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Tintin Mutiara, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu sabar dalam membimbing kami dan memberikan semangat kepada kami untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2018 yang selalu memberikan semangat.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penyusunan naskah laporan ini.

Penulis berusaha semaksimal mungkin dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini agar dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis pada khususnya. Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya mahasiswa Teknik Kimia. Wassalamu'alaikum Wr. Wb  
Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, 22 September 2022

Penyusun

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya, karunianya kepada saya sehingga saya mendapatkan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan dapat menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Terimakasih kepada kedua orang tua saya Bapak Hajrul Aswad dan Ibu Puspita serta Adik Oprayoga yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Terimakasih telah berjuang dan berkorban demi masa depan anak yang lebih baik agar selalu berbakti, bermanfaat, dan dapat membahagiakan suatu hari nanti. Dan tidak lupa juga saya ucapkan terimakasih kepada Almarhumah kakak saya tercinta Resy Silvia S.Kep. yang semasa hidupnya beliau mengajarkan saya tentang bagaimana hidup pantang menyerah dengan tidak banyak mengeluh meski rintangan besar menghadang.

Terima kasih kepada Bapak Faisal Rasyid M., Ir. Drs., M.T., Ph.d. selaku Dosen pembimbing I dan Ibu Tintin Mutiara, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II. Terima kasih atas waktu, ilmu, bimbingan, dan arahnya selama ini sehingga dapat menyelesaikannya tugas akhir dengan baik. Terima kasih partner saya Rausyan Fikri Kamal Ma'rup sebagai partner perancangan pabrik saya ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyelesaian penyusunan pra rancangan pabrik ini. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses kedepannya dan dipertemukan di waktu dan tempat yang terbaik.

Terima kasih juga untuk teman-teman teknik kimia, sahabat yang selalu membantu dikala kesulitan dalam proses pengerjaan. Terimakasih kepada JKT48

yang telah menghibur saya dikala sedang dilanda perasaan gundah gulana melalui karya-karyanya yang kreatif, terutama oshi saya Indah JKT48 yang tidak banyak berbicara namun senyumannya menyejukkan hati. Dan tak lupa saya juga mengucapkan terimakasih kepada teman-teman Kontrakan Skuyy (Fachrul, Farros, Fikar, dan Yogi) serta anak anak Diskusi TA (Dimas, Gunawan, Rausyan, Farrel, Kiki, Benny, Ricky) yang telah meluangkan waktu untuk sama sama berproses, mensupport, membantu, serta menghibur dikala pengerjaan tugas akhir yang terasa jenuh. Semoga apa yang menjadi mimpi-mimpi kita bisa terwujud di kemudian hari (Aamiin).

Astendri Visral

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya kepada saya sehingga saya mendapatkan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan dapat menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Terimakasih kepada kedua orang tua saya Bapak Drs. Akmaluddin (almarhum) dan Ibu Saadati S.Ag serta Adik saya Elis, Widya, dan Ayya yang telah memberikan doa, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Terimakasih telah berjuang dan berkorban demi masa depan anak yang lebih baik agar selalu berbakti, bermanfaat, dan dapat membahagiakan suatu hari nanti.

Terima kasih kepada Bapak Faisal Rasyid M., Ir. Drs., M.T., Ph.d. selaku Dosen pembimbing I dan Ibu Tintin Mutiara, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II. Terima kasih atas waktu, ilmu, bimbingan, dan arahannya selama ini sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik. Terima kasih partner saya Astendri Visral sebagai partner perancangan pabrik saya ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyelesaian penyusunan pra rancangan pabrik ini. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses kedepannya dan dipertemukan di waktu dan tempat yang terbaik.

Terima kasih juga untuk teman-teman teknik kimia, sahabat yang selalu membantu dikala kesulitan dalam proses pengerjaan. Tidak lupa juga ucapan terimakasih kepada teman-teman Kontrakan Skuyy (Fachrul, Farros, Fikar, dan Yogi) serta anak anak Diskusi TA (Dimas, Gunawan, Visral, Farrel, Kiki, Benny,

Ricky) yang telah meluangkan waktu untuk sama sama berproses, mensupport, membantu, serta menghibur dikala pengerjaan tugas akhir yang terasa jenuh. Semoga apa yang menjadi mimpi-mimpi kita bisa terwujud di kemudian hari (Aamiin).

Rausyan Fikri Kamal Ma'rup

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>I</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>	<b>II</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>III</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>IV</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>VI</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>VIII</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>X</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>XIII</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>XVII</b>
<b>DAFTAR LAMBANG/NOTASI/ SINGKATAN .....</b>	<b>XVIII</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>XX</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik .....	2
1.2.1 Kebutuhan Difenilamin Di Indonesia .....	2
1.2.2 Kebutuhan Difenilamin Di Luar Negeri .....	3
1.2.3 Kapasitas Pabrik Yang Telah Berdiri .....	4
1.3 Tinjauan Pustaka .....	6
1.4 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika .....	11
1.4.1 Tinjauan Termodinamika.....	11
1.4.2 Kinetika Reaksi .....	14
<b>BAB II PERANCANGAN PRODUK.....</b>	<b>15</b>
2.1 Spesifikasi Produk.....	15
2.2 Bahan-bahan terbentuk dalam proses .....	16
2.3 Bahan Baku .....	20
2.4 Bahan Pendukung (Katalis) .....	23
2.5 Pengendalian Kualitas.....	24
2.5.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....	24
2.5.2 Pengendalian Kualitas Proses .....	25

2.5.3	Pengendalian Kualitas Produk .....	26
<b>BAB III</b>	<b>PERANCANGAN PROSES.....</b>	<b>27</b>
3.1	Diagram Alir Proses dan Material.....	27
3.2	Uraian Proses .....	29
3.2.1	Persiapan bahan baku dan bahan pendukung.....	29
3.2.2	Reaksi Cracking .....	30
3.2.3	Proses Pemisahan dan Penyimpanan .....	30
3.3	Spesifikasi Alat .....	31
3.3.1	Spesifikasi Reaktor .....	31
3.3.2	Spesifikasi Alat Pendukung dan Pemisah.....	33
3.3.3	Spesifikasi Tangki Penyimpanan .....	37
3.3.4	Spesifikasi Alat Transportasi .....	39
3.3.5	Spesifikasi Alat Penukar Panas.....	41
3.4	Neraca Massa .....	44
3.4.1	Neraca Massa Total.....	44
3.4.2	Neraca Massa Alat .....	44
3.5	Neraca Panas .....	49
3.5.1	Neraca Panas Total.....	49
3.5.2	Neraca Panas Alat .....	49
<b>BAB IV</b>	<b>PERANCANGAN PABRIK.....</b>	<b>51</b>
4.1	Lokasi Pabrik .....	51
4.1.1	Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik .....	52
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik .....	54
4.2	Tata Letak Pabrik .....	56
4.3	Tata Letak Alat Proses .....	58
4.4	Organisasi Perusahaan.....	59
4.4.1	Struktur Perusahaan .....	60
4.4.2	Jam Kerja Karyawan.....	68
<b>BAB V</b>	<b>UTILITAS .....</b>	<b>71</b>
5.1	Unit penyediaan dan pengolahan air .....	71
5.1.1	Unit penyediaan air .....	71
5.1.2	Unit Pengolahan Air .....	76

5.2	Unit Pembangkit Steam ( <i>Steam Generation System</i> ) .....	82
5.3	Unit Pembangkit Listrik .....	83
5.4	Unit Penyedia Udara Tekan .....	86
5.5	Unit Penyedia Dowtherm.....	88
5.6	Unit Penyedia Bahan Bakar .....	88
5.7	Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan .....	89
5.8	Spesifikasi Alat Utilitas.....	90
5.8.1	Perancangan alat pengolahan air .....	90
5.8.2	Pengolahan air sanitasi ( <i>domestic water</i> ).....	94
5.8.3	Pengolahan air pendingin.....	96
5.8.4	Pengolahan air proses.....	98
<b>BAB VI EVALUASI EKONOMI .....</b>		<b>106</b>
6.1	Penaksiran Harga Alat.....	107
6.2	Dasar Perhitungan .....	109
6.2.1	Perkiraan harga alat.....	109
6.3	Perhitungan Biaya .....	113
6.4	Total Keuntungan.....	117
6.5	Analisa Kelayakan .....	118
<b>BAB VII .....</b>		<b>125</b>
7.1	Kesimpulan .....	125
7.2	Saran .....	126
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>131</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>		<b>129</b>
<b>LAMPIRAN B.....</b>		<b>148</b>
<b>LAMPIRAN C.....</b>		<b>150</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Data impor difenilamin .....	2
<b>Tabel 1.2</b> Data impor negara asia.....	4
<b>Tabel 1.3</b> Rentang kapasitas pabrik yang menguntungkan .....	5
<b>Tabel 1.4</b> Data pabrik anilin.....	6
<b>Tabel 1.5</b> Perbandingan proses pembuatan difenilamin.....	10
<b>Tabel 2.1</b> Spesifikasi Difenilamin.....	15
<b>Tabel 2.2</b> Spesifikasi Amonia .....	16
<b>Tabel 2.3</b> Spesifikasi Amonium Klorida.....	18
<b>Tabel 2.4</b> Spesifikasi Amonium Hidroksida .....	19
<b>Tabel 2.5</b> Spesifikasi Air .....	22
<b>Tabel 3.1</b> Spesifikasi tangki penyimpanan.....	37
<b>Tabel 3.2</b> Spesifikasi alat transportasi padatan .....	39
<b>Tabel 3.3</b> Spesifikasi alat transportasi cairan .....	40
<b>Tabel 3.4</b> Spesifikasi <i>heater</i> (HE-01).....	41
<b>Tabel 3.5</b> Spesifikasi <i>heater</i> (HE-02).....	42
<b>Tabel 3.6</b> Spesifikasi <i>cooler</i> (CL-01) .....	43
<b>Tabel 3.7</b> Neraca massa total.....	44
<b>Tabel 3.8</b> Tabel neraca massa reaktor .....	45
<b>Tabel 3.9</b> Neraca massa dekanter .....	46
<b>Tabel 3.10</b> Neraca massa kristalizer.....	47
<b>Tabel 3.11</b> Neraca masaa <i>centrifuge</i> .....	47
<b>Tabel 3.12</b> Neraca massa <i>ball mill</i> .....	48

<b>Tabel 3.13</b> Neraca panas total .....	49
<b>Tabel 3.14</b> Neraca panas reaktor .....	49
<b>Tabel 3.15</b> Neraca panas kristalizer .....	50
<b>Tabel 3.16</b> Neraca panas <i>centrifuge</i> .....	50
<b>Tabel 3.17</b> Neraca panas <i>ball mill</i> .....	50
<b>Tabel 3.18</b> Neraca panas <i>vibrating screen</i> .....	50
<b>Tabel 4.1</b> Luas tanah bangunan pabrik.....	57
<b>Tabel 4.2</b> Jumlah tenaga kerja dan sistem penggajian .....	66
<b>Tabel 4.3</b> Jadwal jam kerja karyawan non shift .....	68
<b>Tabel 4.4</b> Jadwal jam kerja karyawan shift .....	69
<b>Tabel 5.1</b> Kebutuhan air domestik.....	73
<b>Tabel 5.2</b> Total kebutuhan air pendingin.....	79
<b>Tabel 5.3</b> Total kebutuhan air pemanas.....	80
<b>Tabel 5.4</b> Total kebutuhan air domestik.....	81
<b>Tabel 5.5</b> Kebutuhan listrik alat proses .....	83
<b>Tabel 5.6</b> Kebutuhan listrik utilitas .....	84
<b>Tabel 5.7</b> Total kebutuhan listrik .....	86
<b>Tabel 5.8</b> Spesifikasi <i>screening</i> .....	90
<b>Tabel 5.9</b> Spesifikasi bak pengendapan awal /sedimentasi.....	90
<b>Tabel 5.10</b> Spesifikasi bak flokulator/bak penggumpal .....	91
<b>Tabel 5.11</b> Spesifikasi tangki larutan alum .....	92
<b>Tabel 5.12</b> Spesifikasi bak pengendapan I.....	92
<b>Tabel 5.13</b> Spesifikasi bak pengendapan II.....	93

<b>Tabel 5.14</b> Bak saringan pasir / <i>sand filter</i> .....	93
<b>Tabel 5.15</b> Bak penampung sementara.....	94
<b>Tabel 5.16</b> Spesifikasi tangki klorinasi .....	94
<b>Tabel 5.17</b> Spesifikasi tangki kaporit.....	95
<b>Tabel 5.18</b> Spesifikasi tangki kaporit.....	95
<b>Tabel 5.19</b> Spesifikasi tangki air bertekanan .....	96
<b>Tabel 5.20</b> Spesifikasi bak air pendingin .....	96
<b>Tabel 5.21</b> Spesifikasi <i>cooling tower</i> .....	97
<b>Tabel 5.22</b> Spesifikasi <i>blower cooling tower</i> .....	97
<b>Tabel 5.23</b> Spesifikasi <i>mixed bed</i> .....	98
<b>Tabel 5.24</b> Spesifikasi tangki NaCl.....	98
<b>Tabel 5.25</b> Spesifikasi tangki NaOH.....	99
<b>Tabel 5.26</b> Spesifikasi tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> .....	99
<b>Tabel 5.27</b> Spesifikasi tangki air demin .....	100
<b>Tabel 5.28</b> Spesifikasi tangki NaOH.....	100
<b>Tabel 6.1</b> Indeks harga alat pada tahun 1991-2014.....	108
<b>Tabel 6.2</b> Perkiraan harga alat proses.....	110
<b>Tabel 6.3</b> Harga alat utilitas .....	111
<b>Tabel 6.4</b> <i>Physical plant cost</i> .....	113
<b>Tabel 6.5</b> <i>Direct plant cost</i> .....	114
<b>Tabel 6.6</b> <i>Fixed capital investment (FCI)</i> .....	114
<b>Tabel 6.7</b> <i>Working capital investment (WCI)</i> .....	115
<b>Tabel 6.8</b> <i>Direct manufacturing cost (DMC)</i> .....	115

<b>Tabel 6.9</b> <i>Fixed capital investment (FCI)</i> .....	116
<b>Tabel 6.10</b> <i>Fixed manufacturing cost (FMC)</i> .....	116
<b>Tabel 6.11</b> <i>manufacturing cost</i> .....	116
<b>Tabel 6.12</b> <i>General expenses</i> .....	117
<b>Tabel 6.13</b> <i>Total production cost</i> .....	117
<b>Tabel 6.14</b> <i>Annual fixed manufacturing cost (Fa)</i> .....	120
<b>Tabel 6.15</b> <i>Annual regulated expenses (Ra)</i> .....	121
<b>Tabel 6.16</b> <i>Annual variabel value (Va)</i> .....	121
<b>Tabel 6.17</b> <i>Annual sales value (Sa)</i> .....	121

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Grafik regresi linier .....	3
<b>Gambar 3.1</b> Diagram alir kualitatif.....	27
<b>Gambar 3.2</b> Diagram alir kuantitatif .....	28
<b>Gambar 4.1</b> Tata Letak Lokasi Pabrik.....	52
<b>Gambar 4.2</b> Layout pabrik difenilamin .....	56
<b>Gambar 4.3</b> Tata letak alat proses .....	59
<b>Gambar 4.4</b> Struktur organisasi perusahaan.....	59
<b>Gambar 4.5</b> Sistem shift karyawan.....	69
<b>Gambar 5.1</b> Diagram alir utilitas.....	75
<b>Gambar 6.1</b> Grafik evaluasi ekonomi.....	124

## DAFTAR LAMBANG/NOTASI/ SINGKATAN

T	: Suhu, °C
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
$\mu$	: Viskositas, cP
$\rho$	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>
Q	: Kebutuhan Kalor, kJ/Jam
A	: Luas Penampang, m <sup>2</sup>
V	: Volume, m <sup>3</sup>
T	: Waktu, jam
M	: Massa, kg
Fv	: Laju Volumetrik, m <sup>3</sup>
$\Pi$	: Jari- jari, in
P	: <i>Power motor</i> , HP
Ts	: Tebal dinding, in
$\Delta P_T$	: <i>Pressure drop</i> , psia
ID	: Diameter Dalam, in
OD	: Diameter Luar, in
Th	: Tebal Atap, in
Re	: Bilangan Reynold
Di	: Diameter pengaduk, m

ZL	:	Tinggi cairan, m
Wb	:	Lebar penyekat, m
Zi	:	Jarak pengaduk dari tangki, in
F	:	<i>Allowable Stress</i> , psia
E	:	Efisiensi pengelasan
Icr	:	Jari-jari sudut dalam, in
W	:	Tinggi pengaduk, m
N	:	Kecepatan putaran, rpm
Ud	:	Koefisien transfer panas dalam keadaan kotor, Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
Uc	:	Koefisien transfer panas dalam keadaan bersih, Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
Rd	:	Faktor pengotor
Cp	:	Kapasitas Panas, Btu/lb °F
K	:	Konduktivitas termal, Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
JH		<i>Heat transfer factor</i>
hi	:	<i>Inside film coefficient</i> , Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
ho	:	<i>Outside film coefficient</i> , Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
LMTD	:	<i>Long mean temperature different</i> , °F
k	:	Konstanta kinetika reaksi, 1/waktu
Wf	:	Total tinggi atap, in
ΔH	:	Entalpi, kJ/Jam
th	:	Tebal Atap, in

## ABSTRAK

Difenilamin merupakan produk yang digunakan sebagai bahan *intermediate* yaitu sebagai bahan *anti-ozonant* dalam proses pembuatan karet karena memiliki sifat antioksidan dari turunan anilin. Kegunaan lainnya sebagai stabilisator elastomer, nitroselulosa, nitrogliserin, dan sebagai perantara warna. Pabrik difenilamin dari anilin dengan bantuan katalis asam klorida direncanakan didirikan di Kecamatan Kalidoni, Kelurahan Sungai Selincah, Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan. Luas area yang digunakan yaitu 39.945 m<sup>2</sup> dengan kapasitas produksi 33.000 ton/tahun. Bahan baku berupa anilin diperoleh dari China dan untuk kebutuhan air diperoleh dari Sungai Musi. Pabrik ini beroperasi selama 24 jam dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 120 orang.

Pembuatan difenilamin dibutuhkan bahan baku anilin dari tangki sebanyak 4.996,43 kg/jam dan katalis asam klorida sebanyak 209.87 kg/jam. Proses reaksi dilakukan dengan cara mereaksikan anilin pada kondisi asam dengan bantuan katalis asam klorida. Reaksi berlangsung dalam reaktor *batch* yang beroperasi pada suhu 300°C dan tekanan 6 atm dengan konversi 60%. Produk reaktor kemudian dimurnikan dan diperoleh difenilamin 96,5% dari hasil bawah alat *centrifuge* dan hasil atas alat *centrifuge* berupa anilin dan air dikembalikan ke tangki pencampur sebagai *recycle*.

Utilitas yang dibutuhkan meliputi kebutuhan air sebesar 224,20 kg/jam, kebutuhan *dowtherm* 30.460,171 kg/jam, kebutuhan *steam* sebesar 2.782,071 kg/jam, kebutuhan listrik sebesar 127,006 kW, kebutuhan udara tekan sebesar 28,036 m<sup>3</sup>/jam, kebutuhan bahan bakar berupa *residual fuel oil* sebesar 131,225 kg/jam.

Ditinjau dari kondisi operasi, jenis bahan baku dan produk, maka pabrik ini tergolong pabrik berisiko tinggi (*high risk*). Berdasarkan hasil perhitungan evaluasi ekonomi pabrik ini cukup layak dipertimbangkan untuk didirikan. Dari hasil perhitungan evaluasi ekonomi didapatkan *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 61,09% dan setelah pajak sebesar 47,65%. *Pay out time* (POT) sebelum pajak sebesar 1,41 tahun dan sesudah pajak sebesar 1,73 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 42,56% dari kapasitas perancangan, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 30,34% dari kapasitas perancangan dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 33,66%. Ditinjau dari hasil perhitungan secara teknis maupun hasil evaluasi ekonomi maka prarancangan pabrik difenilamin dari anilin ini cukup layak untuk dipertimbangkan dan dilanjutkan ke tahap berikutnya.

Katakunci: difenilamin, anilin, reaksi *cracking*, asam klorida, reaktor *batch*

## ABSTRACT

Diphenylamine is a product that is used as an intermediate material, namely as an anti-ozonant in the rubber manufacturing process because it has antioxidant properties from aniline derivatives. Other uses are as elastomeric stabilizers, nitrocellulose, nitroglycerin, and as a color intermediate. A diphenylamine plant from aniline with the help of a hydrochloric acid catalyst is planned to be established in Kalidoni District, Sungai Selincah Village, Palembang City, South Sumatra Province., with an area of 39,945 m<sup>2</sup> and with a capacity of production of 33,000 tons/year. The raw material in the form of aniline is obtained from China and for water needs it is obtained from the Musi River. This factory operates for 24 hours with the required number of workers as many as 120 people.

For the manufacture of diphenylamine, 4,996.43 kg/hour of aniline is needed and 209.87 kg/hour of hydrochloric acid catalyst is needed. The reaction process is carried out by reacting aniline under acidic conditions with the help of a hydrochloric acid catalyst. The reaction takes place in a batch reactor operating at a temperature of 300°C and a pressure of 6 atm with a conversion of 60%. The reactor product was then purified and obtained Diphenylamine 96.5% from the bottom of the centrifuge and the top product of the centrifuge in the form of aniline and water and returned to the mixing tank as recycle.

Utilities needed include water needs of 224.20 kg/hour, dowerm needs 30,460.171 kg/hour, steam needs 2,782.071 kg/hour, electricity needs 127.006 kW, compressed air needs 28.036 m<sup>3</sup>/hour, fuel needs in the form of residual fuel oil 131.225 kg/hour.

In terms of operating conditions, types of raw materials and products, this factory is classified as a high risk factory. Based on the results of the calculation of the economic evaluation of this factory, it is quite feasible to be considered for establishment. From the results of the calculation of the economic evaluation, the Return On Investment (ROI) before tax is 61.09% and after tax is 53.11%. Pay out time (POT) before tax is 1.41 years and after tax is 1.73 years. Break Even Point (BEP) is 42.56% of design capacity, Shut Down Point (SDP) is 30.34% of design capacity and Discounted Cash Flow (DCF) is 33.66%. Judging from the results of technical calculations and the results of economic evaluations, the diphenylamine factory design from aniline is quite feasible to be considered and proceed to the next stage.

Keywords: diphenylamine, aniline, cracking reaction, hydrochloric acid, batch reactor

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan dan perkembangan industri kimia begitu cepat di dunia, termasuk di Indonesia. Perkembangan ini berdampak terhadap tumbuhnya sektor industri kimia, namun hal ini tidak terlepas dari kegiatan impor bahan baku ataupun produk kimia. Untuk menekan impor, Indonesia harus memiliki semangat kompetitif dan daya saing yang tinggi agar dapat memproduksi sendiri kebutuhan dalam negeri dan dapat bersaing di pasar global. Indonesia sangat membutuhkan industri kimia yang dapat mendukung industri-industri yang memerlukan bahan – bahan kimia. Pembangunan industri kimia di Indonesia dapat menentukan ekonomi di Indonesia sendiri serta dapat mengatasi permasalahan ketenagakerjaan.

Difenilamin (DPA) merupakan salah satu bahan kimia yang diimpor dari luar negeri. Hal ini dikarenakan Indonesia belum memiliki pabrik kimia yang dapat memproduksi difenilamin. Berdirinya pabrik difenilamin di Indonesia diharapkan akan mengurangi ketergantungan terhadap produk impor dan tidak hanya produk difenilamin saja, melainkan produk-produk lain yang juga menggunakan difenilamin sebagai bahan baku. Selain itu, dengan adanya pabrik difenilamin di dalam negeri, maka akan menciptakan lapangan pekerjaan baru serta dalam jangka waktu panjang dapat dijadikan sebagai produk ekspor yang akan dapat meningkatkan devisa negara.

## 1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik, terdapat beberapa hal yang perlu dianalisa dalam waktu 5 tahun terakhir, antara lain yaitu perkembangan konsumsi difenilamin atau data impor difenilamin dalam negeri dan kapasitas pabrik yang sudah ada. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) untuk produk difenilamin hingga saat ini tidak memiliki data ekspor yang dikarenakan belum adanya pabrik difenilamin yang telah berdiri di Indonesia sehingga dapat diasumsikan data produksi difenilamin tidak ada.

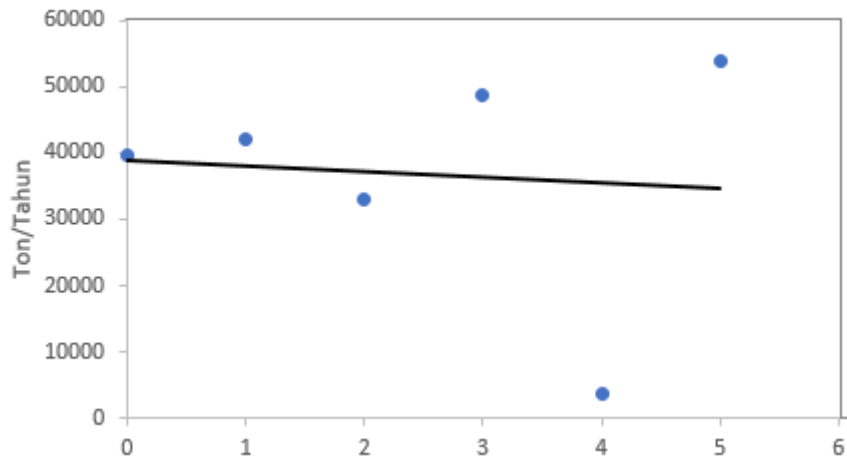
### 1.2.1 Kebutuhan Difenilamin Di Indonesia

Dalam waktu 5 tahun terakhir produk difenilamin di Indonesia sepenuhnya berasal dari impor. Berdasarkan data badan pusat statistik (BPS) data impor difenilamin di Indonesia memiliki kenaikan yang tidak terlalu signifikan dalam 5 tahun terakhir. Berikut tabel data impor difenilamin yang didapat:

**Tabel 1.1** Data impor difenilamin

<b>Tahun</b>	<b>Ton</b>
2017	42.132,707
2018	33.024,300
2019	48.780,901
2020	3.686,978
2021	53.744,906

Untuk memprediksikan impor difenilamin pada tahun 2027 maka dibuatlah grafik regresi linear hubungan antara tahun dan ton impor difenilamin sehingga didapat persamaan linear seperti gambar berikut:



**Gambar 1.1** Grafik regresi linier

Dari grafik 1.1 didapat persamaan regresi yaitu  $y = -842,82(x) + 38.957$ . Persamaan ini kemudian digunakan untuk memproyeksikan kapasitas pabrik difenilamin yang akan berdiri pada tahun 2027. Dari hasil perhitungan pada tahun 2027 data impor yang didapat yaitu 28.843,16 ton/tahun.

Pendirian pabrik ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan difenilamin dalam negeri yang masih impor. Berdasarkan hasil perhitungan dari grafik 1.1 dapat diambil kesimpulan kapasitas pabrik yang menguntungkan pada tahun 2027 adalah 33.000 ton/tahun.

### 1.2.2 Kebutuhan Difenilamin Di Luar Negeri

Jumlah difenilamin yang akan diproduksi juga direncanakan akan memenuhi kebutuhan pasar di negara lain terutama negara Asia dan sekitar Indonesia karena kebutuhan difenilamin di negara tersebut juga tinggi sehingga dapat memberikan keuntungan besar bagi perusahaan. Jika kebutuhan difenilamin dalam negeri telah terpenuhi maka produk dapat di ekspor ke negara lain sehingga bisa membantu meningkatkan devisa negara. Berikut rata-rata data impor beberapa negara asia berdasarkan BPS :

**Tabel 1.2** Data impor negara asia

<b>Negara</b>	<b>Rata-rata/ Tahun (TON)</b>
Malaysia	23,348
Singapore	5.317,752
Thailand	172,779
India	5.786,245
China	690,6122
Total	11.990,736

Dilihat dari data impor tabel 1.2 kebutuhan impor difenilamin negara asia masih cukup tinggi sehingga sangat memungkinkan untuk melakukan ekspor. Salah satu negara yang melakukan impor cukup banyak adalah Singapura yang juga merupakan negara tetangga dan berbatasan langsung dengan salah satu provinsi di Indonesia sehingga akan memangkas biaya ekspor.

### **1.2.3 Kapasitas Pabrik Yang Telah Berdiri**

Pada penentuan kapasitas pabrik suatu produk yang akan didirikan perlu mempertimbangkan keberadaan pabrik-pabrik serupa yang telah berdiri hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran kapasitas pabrik yang layak dan menguntungkan karena hanya pabrik yang menguntungkan yang akan tetap berdiri. Adapun beberapa pabrik difenilamin yang telah berdiri di beberapa negara dengan kapasitasnya yang berbeda beda.

**Tabel 1.3** Rentang kapasitas pabrik yang menguntungkan

<b>Nama Pabrik</b>	<b>Negara</b>	<b>Jumlah (Ton/Tahun)</b>
Haihang Industry (Jinan) Co., Ltd.	China	30.000
Jiangsu Feiya Chemical Industry Co., Ltd	China	30.000
Tianjin Elong Co., Ltd.	China	24.000
Famouschem Technology (Shanghai) Co., Ltd	China	100.000
Xiamen Aeco Chemical Industrial Co., Ltd.	China	50.000
Uniroyal Chemical Co.	USA	115.000
Hangzhou J&H Chemical Co. Ltd	China	105.000
Aristech Chemical Corp.,	USA	120.000

Tabel 1.3 menunjukkan bahwa kapasitas pabrik difenilamin yang menguntungkan berada pada rentang kapasitas 24.000 ton hingga 120.000 ton. Oleh karena itu dapat disimpulkan dengan kapasitas 33.000 ton/tahun pabrik ini mampu memenuhi kebutuhan impor dalam negeri sekaligus mampu melakukan ekspansi dengan melakukan ekspor ke negara luar sehingga akan mendapatkan keuntungan yang maksimal.

Bahan baku berupa anilin diperoleh dari perusahaan Jinling Chemical Co yang berada di negara China. Anilin harus diimpor dikarenakan di Indonesia sendiri belum ada pabrik anilin yang berdiri. Beberapa perusahaan yang menjual bahan baku anilin adalah :

**Tabel 1.4** Data pabrik anilin yang berdiri

<b>Nama Pabrik</b>	<b>Negara</b>	<b>Jumlah (Ton/Tahun)</b>
Wanhua Chemical Group Co Ltd	China	50.000
Dow Chemicals	USA	110.000
Sinopec Nanjing Chemical Industrial Corporation (NCIC)	Japan	30.000
Mitsubishi Chemical Group	China	75.000
Jinling Chemical Co	China	120.000
Sumitomo Chemical Corp	Japan	85.000

Perusahaan yang dipilih sebagai penyedia bahan baku yaitu perusahaan Jinling Chemical dikarenakan beberapa alasan seperti proses pengiriman dapat menggunakan transportasi jalur laut dengan asumsi jarak negara China merupakan jarak paling dekat dibanding negara penghasil anilin lainnya sehingga dapat mengurangi biaya transportasi. Selain itu pertimbangan lainnya yaitu harga bahan baku anilin pada perusahaan Jinling Chemical merupakan harga paling murah dibanding perusahaan lainnya yaitu 11.000 rupiah per kilogram.

### **1.3 Tinjauan Pustaka**

Difenilamin adalah senyawa organik dengan rumus  $(C_6H_5)_2NH$  yang memiliki berat molekul 169 g/mol. Difenilamin berwujud kristal pada suhu kamar dan berwarna kehijau hijauan merupakan derivat dari amina. Difenilamin mempunyai nama lain N-Phenyl Benzenamine. Difenilamin dengan rumus molekul  $(C_6H_5)_2NH$  yang mudah larut dalam aseton, etil alkohol, metanol dan eter. Difenilamin pertama kali ditemukan oleh Hoffman pada tahun 1863 dengan distilasi destruktif dari Tri phenyl Methane. Produk ini dapat dipakai sebagai

produk utama atau sebagai bahan intermediate pada pembuatan zat warna, pembuatan parfum, zat aditif untuk finishing logam, antioksidan pada industri plastik dan karet sintetis. Difenilamin menyebabkan beberapa turunan bila dikombinasikan dengan reagen yang berbeda. Salah satunya adalah fenotiazin, yang bila disintesis dengan belerang merupakan prekursor turunan dengan aksi farmasi. (Kirk dan Othmer, 1965).

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan difenilamin adalah anilin dengan rumus kimia  $C_6H_5NH_2$ . Pembuatan anilin dapat dilakukan dengan berbagai macam proses antara lain dengan animasi klorobenzena, reduksi nitrobenzena baik reduksi dalam fase cair dengan bantuan katalisator  $Fe_2O_3$  dan reduksi fase gas dengan bantuan katalisator NiO (Faith dkk., 1975).

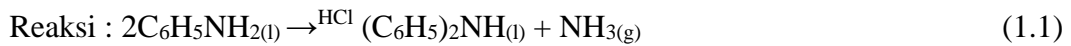
Anilin dengan rumus kimia  $C_6H_5NH_2$  merupakan bahan kimia dengan berat molekul 93 g/mol. Pada rentang suhu kamar, anilin berbentuk cair dengan titik didih  $184,4\text{ }^\circ\text{C}$  dan melting point  $-6,2\text{ }^\circ\text{C}$ . Anilin larut dalam air, alkohol dan eter. Anilin berwarna kecoklatan bila kontak dengan udara (Kirk dan Othmer, 1965).

Difenilamin dapat dibuat dari beberapa reaksi, yaitu dari anilin dengan katalis asam klorida, dari anilin fase uap dengan katalis alumina aktif, dan dari fenol dengan amonia dan katalis alumina aktif.

#### 1. Mereaksikan anilin dengan katalis asam klorida

Pembuatan difenilamin dengan mereaksikan anilin dengan bantuan katalis asam klorida sebanyak 1% dari anilin dan berlangsung dalam reaktor batch pada suhu  $300\text{ }^\circ\text{C}$  dan tekanan 88,2 psia (6 atm) dengan konversi reaksi sebesar 60% dan

yield sebesar 83-95%. Setelah waktu kontak selama 4 jam maka terbentuk difenilamin dan ammonia (US patent 2,820,829A).



Amonia yang terbentuk bereaksi dengan katalis HCl sehingga terbentuk NH<sub>4</sub>Cl dan NH<sub>3</sub> sisa kemudian bereaksi dengan H<sub>2</sub>O membentuk NH<sub>4</sub>OH dengan reaksi sebagai berikut:

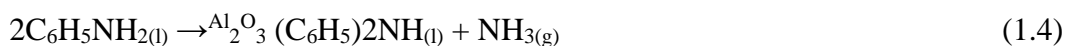


Kemudian difenilamin, ammonium klorida, ammonium hidroksida dan impuritiesnya dipisahkan menggunakan *decanter* dan kemudian difenilamin dikristalkan dan dimurnikan hingga memperoleh hasil akhir berupa difenilamin padat dengan kemurnian 96% (Faith dkk., 1975).

## 2. Mereaksikan anilin fase uap dengan katalis alumina aktif (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

Pembuatan difenilamin dengan mereaksikan anilin fase uap dengan melalui katalis alumina aktif sehingga menjadi difenilamin. Secara umum, katalis yang digunakan adalah aluminium oksida murni atau titanium oksida. Kondisi suhu reaksi biasanya dari 400-500°C dan tekanan 50-150 psia (3,4-10,2 atm). Dengan cara ini, konversi sekitar 35% dan yield 95% (Kirk dan Othmer, 1965).

Reaksi :

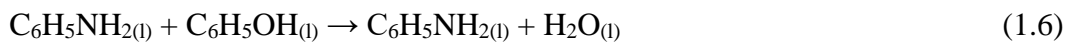
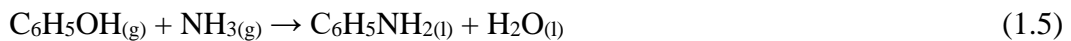


Reaksi dijalankan dalam reaktor *fixed-bed multitubular*. Anilin masuk reaktor dalam fase gas menghasilkan difenilamin dalam fase gas yang kemudian

diembunkan lalu memasuki tahap pemisahan atau pengkristalan untuk memperoleh hasil akhir difenilamin padat (US patent 2,256,196).

### 3. Mereaksikan fenol dengan amonia katalis alumina aktif ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

Pembuatan difenilamin dengan mereaksikan fenol dengan amonia biasanya reaksi dilakukan terus menerus dalam reaktor *fixed-bed* menggunakan katalis alumina aktif pada  $300\text{-}420^\circ\text{C}$  dan tekanan  $200\text{-}1.500$  psia. produk pertama yang dibentuk adalah anilin dengan yang selanjutnya dikonversi menjadi difenilamin dengan konversi  $95\text{-}98\%$  dan selektivitas difenilamin sebesar  $93\%$  (US Patent 4,480,127A).



Reaksi dapat dilakukan untuk secara simultan menghasilkan difenilamin dan anilin, dalam setiap rasio yang diinginkan, hanya dengan memvariasikan rasio molar fenol dan anilin dalam aliran umpan reaktor (Kirk dan Othmer, 1965).

Perbandingan ketiga proses pembuatan difenilamin dapat dilihat dari tabel 1.5 dibawah ini:

**Tabel 1.5** Perbandingan proses pembuatan difenilamin

Parameter	Macam-Macam Proses		
	Reaksi Anilin Dengan Asam Klorida	Konversi Fase Uap Anilin	Reaksi Fenol Dengan Amonia
Konversi (%)	50-60	35	95
Yield (%)	80-95	95	15
Suhu Operasi (°C)	300-425	400-500	300-400
Tekanan (atm)	6	4-10	15
Jenis Reaktor	Batch	<i>fixed-bed</i> <i>multitubular</i>	<i>fixed-bed</i>
Katalis	asam klorida	alumina aktif	alumina aktif
Kelebihan	Yield tinggi	Yield tinggi	Konversi tinggi
Kekurangan	Membutuhkan alat tahan korosi, terbentuknya kokas pada katalis	Suhu operasi tinggi dan terbentuknya kokas pada katalis	Biaya tinggi, dibutuhkan tekanan tinggi agar fase tetap liquid

Proses yang dipilih untuk prarancangan pabrik difenilamin ini yaitu proses yang mereaksikan anilin dengan katalis asam klorida. Proses ini dipilih berdasarkan pada pertimbangan konversi dan yield yang dihasilkan. Proses mereaksikan anilin dengan katalis asam klorida menghasilkan konversi 60% dan yield sebesar 95%. Kondisi operasi pada proses ini lebih rendah sehingga lebih ekonomis dari segi

energi. Ketersediaan bahan baku anilin dan katalis asam klorida yang mencukupi juga menjadi salah satu faktor pemilihan proses ini.

Difenilamin digunakan sebagai stabilisator untuk elastomer, nitroselulosa, nitrogliserin dan sebagai perantara pewarna. Selain itu difenilamin juga digunakan sebagai aditif dalam propelan untuk meningkatkan daya simpan dengan menetralkan produk asam yang terbentuk dari penguraian nitroselulosa.

Menurut Kirk dan Othmer (1967), penggunaan difenilamin dalam bidang industri sangat penting sekali, di antaranya :

1. Dalam industri tekstil digunakan sebagai bahan pewarna untuk kain.
2. Dalam industri pertanian digunakan sebagai bahan pembuat insektisida.
3. Dalam industri pengolahan karet sebagai bahan pembuatan karet sintesis antioksidan.
4. Dalam industri kemiliteran digunakan sebagai stabilizer untuk bahan-bahan yang eksplosif.

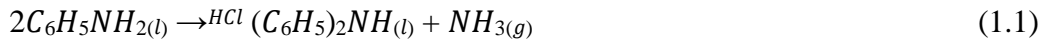
#### **1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika**

Agar reaksi dapat berjalan pada kondisi dan mencapai konversi yang diinginkan, maka diperlukan tinjauan secara kinetika reaksi yang terjadi dan termodinamikanya.

##### **1.4.1 Tinjauan Termodinamika**

Tinjauan secara termodinamika digunakan untuk mengetahui sifat reaksi (endotermis/eksotermis) dan reaksi berlangsung secara spontan atau tidak, serta arah reaksi (reversible/irreversible).

Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Data Panas Pembentukan  $\Delta H^\circ_f$  diperoleh dari buku “Chemical Properties Handbook” adalah sebagai berikut (Yaws, 1999).

$$\Delta H^\circ_f C_6H_5NH_2 = 86,86 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f (C_6H_5)_2NH = 202 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f NH_3 = -43,42 \text{ kJ/mol}$$

Menentukan perubahan entalpi  $\Delta H^\circ_R$  dari panas pembentukan  $\Delta H^\circ_f$  pada 298°K

Untuk reaksi (1.1)

$$\Delta H_{R1} (298^\circ K) = \Sigma \Delta H^\circ_f \text{ produk} - \Sigma \Delta H^\circ_f \text{ reaktan} \quad (1.7)$$

$$= (202 + (-43,42)) - (2 \times 86,86)$$

$$= -15,14 \text{ kJ/mol}$$

Karena harga  $\Delta H^\circ_R$  yang dihasilkan bernilai negatif, maka reaksi bersifat eksotermis.

Data Energi Gibbs ( $\Delta G^\circ_f$ ) pada 298 °K untuk setiap komponen diperoleh dari buku “Chemical Properties Handbook” adalah sebagai berikut (Yaws, 1999).

$$\Delta H^\circ_f C_6H_5NH_2 = 166,69 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f (C_6H_5)_2NH = 345 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f NH_3 = -13,92 \text{ kJ/mol}$$

Menentukan konstanta kesetimbangan dari data energi gibbs  $\Delta H^\circ_f$  pada 298°K

Untuk reaksi (1) :

$$\Delta H_{R1} (298^\circ K) = \Sigma \Delta G^\circ_f \text{ produk} - \Sigma \Delta G^\circ_f \text{ reaktan} \quad (1.8)$$

$$= (345 + (-13,92)) - (2 \times 166,69)$$

$$= -2,300 \text{ kJ/mol}$$

Harga Gibbs  $\Delta H^{\circ}f$  pada 298 °K bernilai negatif menunjukkan bahwa reaksi tersebut dapat berlangsung secara spontan, sehingga tidak membutuhkan energi tambahan dari luar yang cukup besar.

Konstanta kesetimbangan (K1) pada suhu 298 °K dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \ln K1 &= \frac{-\Delta G^{\circ}}{RT} & (1.9) \\ &= \frac{-(164,39)}{8,314 \times 298} \\ &= 0,0005 \\ K1 &= e^{0,0005} \\ K1 &= 1,0005 \end{aligned}$$

Pada suhu reaksi 300 °C (573 °K), besarnya konstanta kesetimbangan (K2) dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \ln \frac{K2}{K1} &= \left| \frac{\Delta H}{R} \right| \left| \frac{1}{T2} - \frac{1}{T1} \right| & (1.8) \\ \ln \frac{K2}{1,0005} &= \left| \frac{-15,14}{8,314} \right| \left| \frac{1}{573} - \frac{1}{298} \right| \\ \ln \frac{K2}{1,0005} &= 0,0029 \\ \frac{K2}{1,0005} &= e^{0,0029} \\ \frac{K2}{1,0005} &= 1,0140 \\ K2 &= 1,0034 \end{aligned}$$

Karena nilai kesetimbangan lebih dari satu, sehingga reaksi berjalan irreversible.

### 1.4.1 Kinetika Reaksi

Sebelum mengetahui rancangan reaktor, maka perlu mencari data kinetika pada reaksi *catalytic cracking*. Berdasarkan referensi jurnal *Procedia Chemistry (Modeling Of Condensation Reaction Of Aniline To Diphenylamine By PM7 Methode)* dan jurnal US Patent No 3118944 diketahui data nilai A (Faktor *Pre-exponential*) dan nilai  $E_a$  (Energi Aktivasi) persamaan Arrhenius sehingga untuk mencari konstanta kinetika reaksi digunakan persamaan berikut:

$$k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}} \text{ atau } \ln k = \frac{-E_a}{RT} + \ln A \quad (1.9)$$

Keterangan :

$k$  = konstanta laju reaksi

$A$  = *factor pre-exponential*

$E_a$  = energi aktivasi (J/mol)

$R$  = konstanta gas (J/mol.K)

$T$  = suhu ( $^{\circ}\text{K}$ )

Dalam proses pembuatan difenilamin ini reaksi yang terjadi adalah reaksi *Catalytic Cracking* dimana data yang diperoleh sebagai berikut:

$A$  :  $6,07 \times 10^6$

$E$  : 12304,5 J/mol

$T$  : 573 K

$k = 6,07 \times 10^6 \times \text{Exp}(-12304,5 / 573)$

$k = 0,0029 \text{ 1/min}$

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### a. Difenilamin

**Tabel 2.1** Spesifikasi difenilamin

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama Lain	N-Phenyl Benzenamine
Rumus Kimia	$(C_6H_5)_2NH$ atau $C_{12}H_{11}N$
Berat Molekul (g/mol)	169,23
Kemurnian (%)	99,20
Wujud	Padat
Warna	Putih kristal
Titik Didih (°C)	302
Titik Lebur (°C)	50 - 53
Titik Nyala (°C)	153
Tekanan Uap	1 hPa pada 108 °C
Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	1,16
Kemurnian (%)	99,20
Impurities	Anilin : 0,7% (max) Air : 0,1% (max)
Viskositas	Tidak Tersedia
Kelarutan Dalam Air	0,03 g dalam 100 g air
Bahaya	Difenilamin dapat menyebabkan iritasi parah pada mata.

Identifikasi Hazard :

Kelas Bahaya	Kategori
Toksisitas akut (oral)	4
Paparan berulang	2
Toksisitas akuatik - akut	1
Toksisitas akuatik - kronis	1

## 2.2 Bahan-bahan terbentuk dalam proses

### a. Amonia

**Tabel 2.2** Spesifikasi amonia

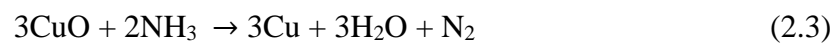
Spesifikasi Umum	
Nama Lain	Azane
Rumus Kimia	NH <sub>3</sub>
Berat Molekul (g/mol)	17,03
Wujud	Gas
Warna	Tak berwarna
Titik Didih (°C)	-33,35
Titik Leleh (°C)	-77,7
Titik Nyala	Tidak ada
Tekanan Uap (kPa)	860
Densitas	0,682 g/cm <sup>3</sup> pada -33 °C
Kelarutan Dalam Air	31 g dalam 100 g air
Bahaya	Dalam konsentrasi tinggi, gas amonia berisiko menyebabkan luka bakar langsung pada saluran hidung, tenggorokan, dan saluran pernapasan.

### Sifat kimia amonia

1. Amonia dapat membentuk campuran, mudah terbakar dengan udara pada nilai ambang batas 16-25 % volume.
2. Bahaya ledakan amonia akan semakin meluas apabila kontak langsung dengan oksigen pada temperatur serta tekanan yang tinggi di atmosfer.
3. Reaksi oksidasi - reduksi

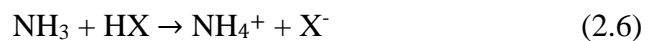
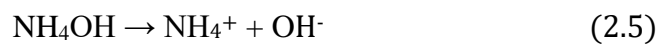


Jika tanpa katalis

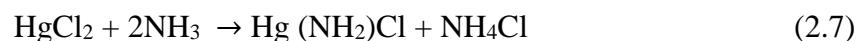


4. Reaksi Substitusi Masuknya ion  $\text{H}^+$  dalam amonia yang sering disebut amoniasi.

Misalnya :



5. Reaksi Amonolisis reaksi amonia dengan senyawa lain diman amonia bereaksi sebagai gugus  $\text{NH}_3$  Misalnya :



Identifikasi Hazard :

Kelas Bahaya	Kategori
Korosif pada logam	:1
Korosi kulit	:1
Toksisitas pada organ pernafasan	:3
Toksisitas akuatik – akut	:1

**b. Ammonium Klorida**

**Tabel 2.3** Spesifikasi amonium klorida

Spesifikasi umum	
Nama Lain	Ammonium Chloratum; Ammonium Chloridum; Ammonium Muriate; Sal Ammoniac; Salmiac
Rumus Kimia	NH <sub>4</sub> Cl
Berat Molekul (g/mol)	53,5
Wujud	Padat
Warna	Tak berwarna
Titik Didih (°C)	520
Titik Leleh (°C)	328
Titik Nyala	Tidak ada
Tekanan Uap	1,3 hPa pada 30 °C
Densitas	1,53 g/cm <sup>3</sup> pada 25 °C
Viskositas	Tidak terdata
Kelarutan Dalam Air	39,6 g/100 g air (80°C)
Bahaya	Amonium klorida berbahaya jika terhirup, terkena mata, tertelan atau diabsorpsi melalui kulit mengiritasi membran mukosa, menyebabkan gangguan saluran pernafasan seperti batuk, dan nafas pendek

Sifat Kimia :

1. Sangat korosif terhadap tembaga, baja dan stainless steel.
2. Sedikit korosif terhadap aluminium dan stainless steel.
3. Larut dalam air dan amoniak.
4. Sedikit larut dalam etanol dan metanol.

### 2.2.3 Ammonium Hidroksida

**Tabel 2.4** Spesifikasi amonium hidroksida

Spesifikasi umum	
Nama Lain	Air ammonia, akua amonia
Rumus Kimia	NH <sub>4</sub> OH
Berat Molekul (g/mol)	35
Wujud	Cair
Warna	Tidak berwarna
Titik Didih (°C)	27
Titik Leleh (°C)	-69
Tekanan Uap	483 hPa pada 20 °C
Densitas	0,903 g/cm <sup>3</sup> pada 20 °C
Kelarutan Dalam Air	Larut dalam air
Bahaya	Menyebabkan korosi atau iritasi kulit, serta kerusakan atau iritasi kulit

Sifat kimia :

1. Konstanta disosiasi amonium hidroksida adalah:  $pK_b = 4,767$   
 $K_b = 1,71 \times 10^{-5}$  pada 20 °C; dan  $pK_b = 4,751$ ;  $K_b = 1,774 \times 10^{-5}$   
pada 25 °C.

2. Kenaikan suhu hampir secara tak terlihat meningkatkan kebasaaan amonium hidroksida.
3. Konsentrasinya mencapai sekitar 30%, untuk ion  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{OH}^-$ .
4. Ketika berada pada suhu yang jauh di bawah  $0\text{ }^\circ\text{C}$ , dan ketika ada juga tekanan yang sangat besar di sekitarnya, seperti inti bulan yang membeku di ruang angkasa, air dan amonia membeku.

## 2.3 Bahan Baku

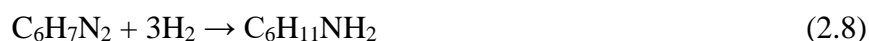
### a. Anilin

**Tabel 2.5** Spesifikasi anilin

<b>Spesifikasi Umum</b>	
Nama Lain	Aminobenzene; Benzenamine; Aminophen
Rumus Kimia	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$
Berat Molekul (g/mol)	93,13
Wujud	Cair
Warna	Coklat muda
Titik Didih ( $^\circ\text{C}$ )	184,1
Titik Leleh ( $^\circ\text{C}$ )	-6
Titik Nyala ( $^\circ\text{C}$ )	76
Tekanan Uap	0,5 hPa pada $20\text{ }^\circ\text{C}$
Densitas	1,02173 g/mL (liquid pada $T = 20\text{ }^\circ\text{C}$ )
Kemurnian (%)	99,9
Impurities	Cyclohexylamine : 0,003%; Cyclohexanol: 0,01%; Hydrokarbon: 0,002%; Nitrobenzen : 0,0005%; Water : 0,1% wt
Kelarutan Dalam Air	36 g/l pada $20\text{ }^\circ\text{C}$
Viskositas	3,847 cP (pada $25\text{ }^\circ\text{C}$ )

Sifat Kimia :

- a. Halogenasi senyawa anilin dengan brom dalam larutan sangat encer menghasilkan endapan 2,4,5 Tribromo anilin.
- b. Pemanasan anilin hidroklorida dengan senyawa anilin sedikit berlebihan pada tekanan sampai 6 atm menghasilkan senyawa difenilamin.
- c. Hidrogenasi katalitik pada fasa cair pada suhu 135-170 °C dan tekanan 50-500 atm menghasilkan 80% cyclohexylamine (C<sub>6</sub>H<sub>11</sub>NH<sub>2</sub>). Sedangkan hidrogenasi anilin pada fasa uap dengan menggunakan katalis nikel menghasilkan 95% cyclohexane



- d. Nitration anilin dengan asam nitrat pada suhu -2 °C menghasilkan mono nitroanilin dan nitration anilin dengan nitrogen oksida cair pada suhu 0 °C menghasilkan 2,4 dinitrofenol.

Identifikasi Hazard :

Kelas Bahaya	Kategori
Toksisitas akut (oral)	:3
Toksisitas akut (kulit)	:3
Toksisitas akut (pernafasan)	:3
Iritasi mata	:1
Sentisasi kulit	:1
Mutagenitas sel nuftah	:2

Karsinogenesitas	:2
Paparan berulang	:1
Toksisitas akuatik – akut	:1
Toksisitas akuatik – kronis	:2

**b. Air (H<sub>2</sub>O)**

**Tabel 2.6** Spesifikasi air

<b>Spesifikasi Umum</b>	
Bentuk	Cair
Rumus kimia	H <sub>2</sub> O
Berat Molekul (g/mol)	18,02
Titik Didih (°C)	100
Titik Leleh (°C)	0
Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	1
Temperature Kritis (°C)	374
Panas Pembentukan (kkal/gmol)	-68,3174
Panas Penguapan (kal/gmol)	0,717
Konduktifitas Panas (kal/m.j.K)	726

(Sciencelab, 2010)

## 2. 4 Bahan Pendukung (Katalis)

### a. Asam Klorida 37%

**Tabel 2.7** Spesifikasi asam klorida

<b>Spesifikasi Umum</b>	
Nama Lain	Hydrogen Chloride Solution, Muriatic Acid
Rumus Kimia	HCl
Berat Molekul ( g/mol)	36,46
Wujud	Cair
Warna	Kuning Muda
Titik Didih (°C)	50,5
Titik Leleh (°C)	-46.2
Titik Nyala	Tidak ada
Tekanan Uap	190 hPa pada 20 °C
Densitas	1,19 g/cm <sup>3</sup> pada 20 °C
Viskositas	2,3 mPa.s pada 15 °C
Kelarutan Dalam Air	pada 20 °C larut
Bahaya	Menyebabkan korosif terhadap logam, menyebabkan luka bakar parah pada kulit dan kerusakan mata, dan dapat menyebabkan iritasi pernafasan.

Sifat Kimia :

- a. Sangat baik berperan sebagai pengoksidasi.
- b. Mudah larut dalam pelarut air.
- c. Dapat berdisosiasi melepaskan satu H<sup>+</sup> sekali dengan molekul air dan membentuk ion hidronium.



- d. Asam klorida mempunyai sifat yang sangat korosif.

## **2.5 Pengendalian Kualitas**

Untuk menjaga kualitas difenilamin yang dihasilkan perlu dilakukan pengendalian kualitas. Pengendalian kualitas dilakukan mulai dari bahan baku sampai menjadi produk. Pengendalian ini meliputi pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk antara, maupun produk jadi itu sendiri. Pengawasan mutu dilakukan dengan penggunaan alat kontrol ataupun proses analisa laboratorium. Pengendalian kualitas (quality control) yang dilakukan pada pabrik difenilamin antara lain:

### **2.5.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku**

Pengendalian kualitas dari bahan baku merupakan pengendalian yang dilakukan di awal sebelum bahan baku memasuki area proses untuk pengolahan lebih lanjut. Pengendalian ini bertujuan untuk mengetahui

impurities maupun bahan pengganggu dan mengevaluasi sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan sebelum masuk pada unit proses.

### **2.5.2 Pengendalian Kualitas Proses**

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan. Pengendalian dan pengawasan terhadap kualitas produk dapat dilakukan dengan alat pengendalian dengan fitur otomatis maupun manual untuk menjaga semua proses berjalan dengan baik dan kualitas produk dapat diseragamkan. Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu:

a. Level Control

Level control merupakan alat kontrol berfungsi untuk mengatur tinggi cairan atau volume dalam alat yang biasanya terletak pada dinding alat. Level control dipasang pada bagian atas tangki. Apabila kondisi belum sesuai dengan yang ditetapkan, maka akan menimbulkan tanda berupa suara dan nyala lampu.

b. Temperature Controller

Pengontrol Suhu merupakan perangkat yang digunakan untuk mengontrol pemanas atau peralatan lain dengan membandingkan sinyal sensor dengan titik setel dan melakukan perhitungan sesuai dengan penyimpangan antara nilai-nilai tersebut. Alat ini mempunyai set point atau batasan nilai suhu yang dapat diatur. Ketika nilai suhu aktual yang diukur melebihi set pointnya maka outputnya akan bekerja.

a. Flow Rate

Flow control merupakan alat kontrol berfungsi untuk mengatur aliran pada aliran masuk maupun aliran keluar proses. Flow rate dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

d. Pressure Controller

Alat yang digunakan untuk mengontrol tekanan. Alat kontrol akan bekerja apabila kondisi tekanan tidak sesuai dengan yang ditetapkan dengan ditandai berupa sinyal nyala lampu atau bunyi.

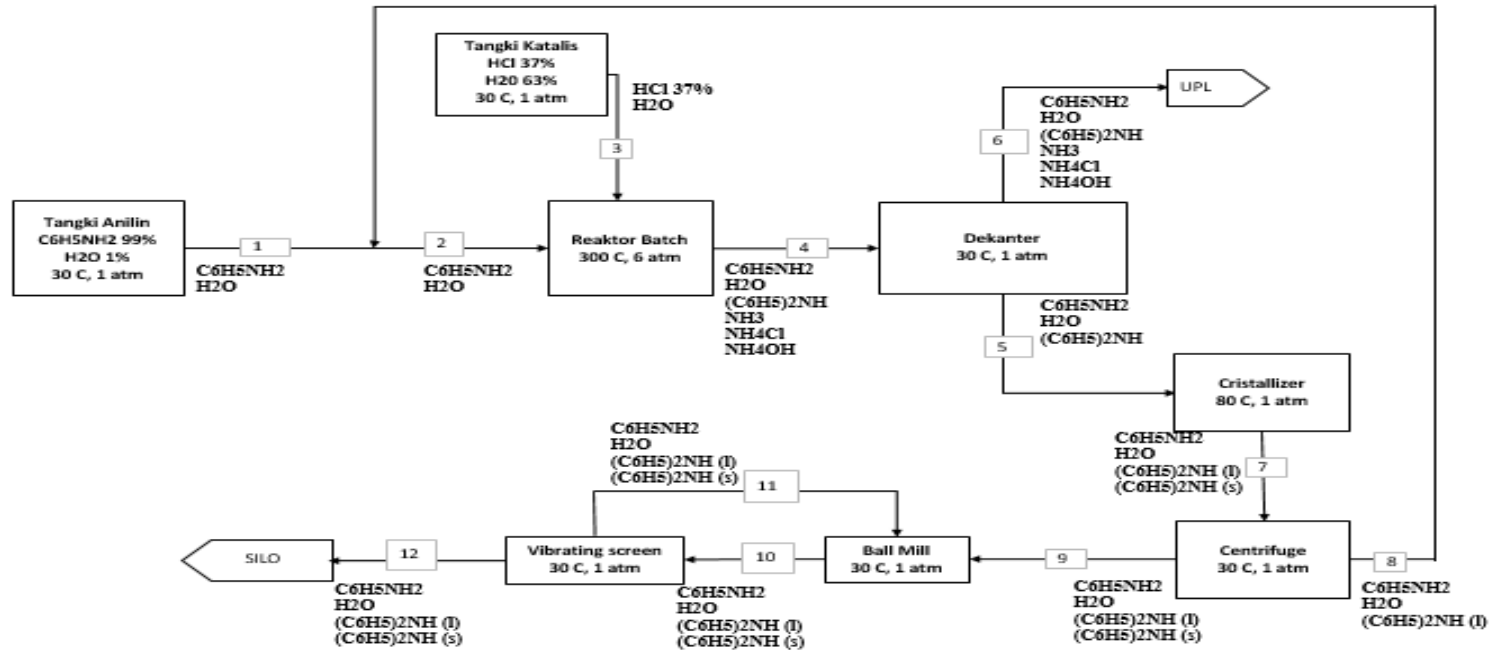
### **2.5.3 Pengendalian Kualitas Produk**

Pengendalian kualitas produk dilakukan pada kemurnian produk difenilamin yang dihasilkan. Bahan baku yang berkualitas diperlukan untuk memperoleh mutu produk sesuai standar. Selain itu perlu juga dilakukan pengawasan dan pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara system control, sehingga produk yang dihasilkan berkualitas dan dapat dipasarkan.

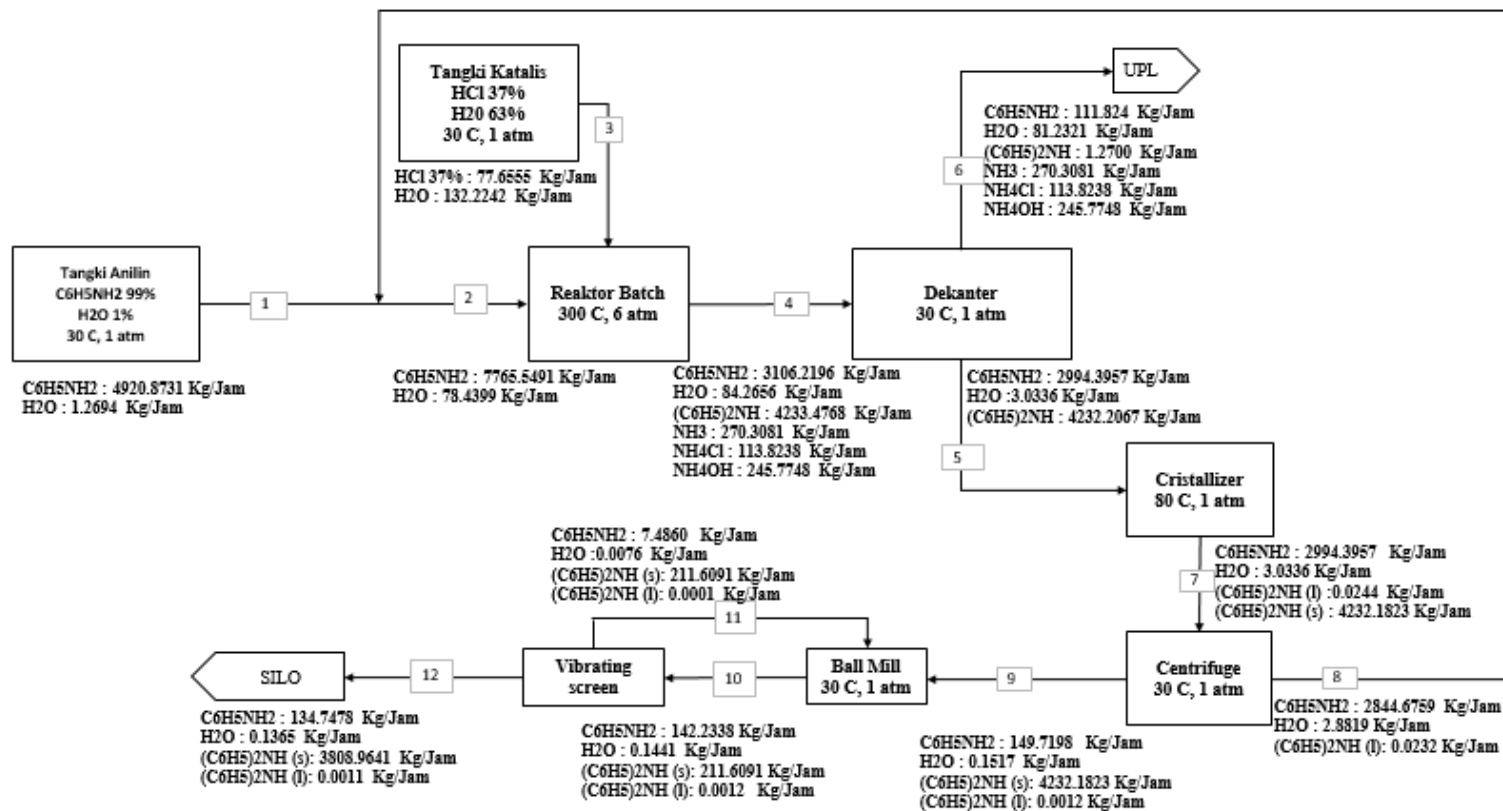
## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Diagram Alir Proses dan Material



Gambar 3.1 Diagram alir difenilamin kualitatif



Gambar 3.2 Diagram alir kuantitatif

## 3.2 Uraian Proses

Pabrik pembentukan difenilamin dari anilin ini diproduksi dengan kapasitas 33.000 ton/tahun dengan bantuan katalis asam klorida yang akan beroperasi selama 24 jam perhari dalam 330 hari selama 1 tahun. Secara keseluruhan proses yang terjadi dapat digolongkan menjadi tiga tahap, yaitu:

1. Persiapan bahan baku dan bahan pembantu
2. Proses reaksi
3. Proses pemisahan

### 3.2.1 Persiapan bahan baku dan bahan pendukung

#### a. Larutan Anilin

Bahan baku larutan anilin ( $C_6H_5NH_2$ ) memiliki kemurnian 99% dengan impurities air ( $H_2O$ ) sebanyak 1% disimpan dalam tangki (T-01) dengan fase cair pada suhu  $30^\circ C$  dan tekanan 1 atm. Cairan anilin dialirkan menggunakan pompa (P-01) menuju mixing point (MP-01) untuk dicampurkan terlebih dahulu dengan larutan *recycle* dari centrifuge (CF-01) yang berupa ( $C_6H_5NH_2$ ) dan  $H_2O$ . Setelah tercampur aliran dialirkan menggunakan pompa (P-02) menuju reaktor (R-01).

#### b. Katalis Asam Klorida

Proses pembentukan difenilamin ini menggunakan bantuan katalis berupa asam klorida (HCl) dengan kemurnian 37% yang disimpan pada tangki (T-02). Katalis yang akan digunakan dalam proses yaitu sebanyak 1% dari bahan baku anilin yang masuk dari mixing point (MP-01) dan langsung

dialirkan menggunakan pompa (P-03) menuju reaktor (R-01) untuk tahap reaksi.

### **3.2.2 Reaksi Cracking**

Larutan anilin dan katalis asam klorida (HCl) 37% diumpankan ke dalam reaktor batch (R-01). Reaksi *cracking* anilin terjadi dengan bantuan katalis asam klorida pada kondisi operasi suhu 300°C, tekanan 6 atm dan berlangsung secara eksotermis. Reaktor yang digunakan yaitu reaktor batch (R-01) dengan luas selubung yang lebih besar dari luas transfer panasnya sehingga reaktor perlu dilengkapi dengan jaket pendingin untuk menstabilkan suhu pada reaktor. Hasil dari reaksi *cracking* anilin ini yaitu berupa (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)NH, H<sub>2</sub>O, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub> NH<sub>4</sub>Cl, NH<sub>4</sub>OH, dan NH<sub>3</sub> yang masih berupa fase cair kemudian dialirkan menggunakan pompa (P-04) menuju *expansion valve* (EV-01) untuk menurunkan tekanan menjadi 1 atm dan dilanjutkan menuju *cooler* (CL-01) untuk diturunkan temperaturnya menjadi 80°C.

### **3.2.3 Proses Pemisahan dan Penyimpanan**

Larutan yang keluar dari reaktor (R-01) kemudian dialirkan menggunakan pompa (P-04) menuju *decanter* (DC-01) untuk memisahkan produk fraksi ringan dan berat dengan berdasarkan data kelarutan masing-masing cairan terhadap air dan densitas masing-masing cairan. Fraksi ringan yang didapat yaitu NH<sub>4</sub>Cl, NH<sub>4</sub>OH, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)NH, dan C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub> yang dialirkan menuju unit pengolahan limbah (UPL) menggunakan pompa (P-08). Fraksi berat yang terbentuk yaitu (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)NH, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O akan diambil untuk diolah menjadi padatan yang dialirkan menggunakan pompa (P-05) menuju *kristalizer* (CR-01).

Prinsip kerja dari *kristalizer* ini yaitu berdasarkan perbedaan kelarutan sehingga didapat hasil dari *kristalizer* (CR-01) berupa difenilamin solid, anilin, difenilamin liquid dan air. Keluaran *kristalizer* (CR-01) dialirkan menuju *centrifuge* (CF-01) untuk memisahkan padatan difenilamin dengan larutan *mother liquor* sehingga didapat padatan difenilamin dengan kemurnian lebih tinggi yaitu 96,5%. Keluaran atas *centrifuge* (CF-01) yang berupa *mother liquor* akan di *recycle* menuju mixing point (MP-01) sehingga dapat digunakan kembali sebagai bahan baku.

Hasil bawah *centrifuge* (CF-01) diangkut menggunakan *screw conveyor* (SC-01) menuju *ball mill* (BM-01) untuk mengecilkan ukuran padatan yang masih menggumpal menjadi ukuran 60 mesh. Padatan tersebut dialirkan menuju *screener* (SR-01) untuk menyeragamkan ukuran dengan *bucket elevator* (BE-01), ukuran yang sudah seragam dialirkan menuju silo (SL-04). Sedangkan untuk ukuran yang belum seragam dialirkan kembali (*recycle*) menuju *ball mill* (BM-01).

### 3.3 Spesifikasi Alat

#### 3.3.1 Spesifikasi Reaktor

Kode	: R-01
Fungsi	: Untuk mereaksikan anilin dengan katalis asam klorida membentuk difenilamin
Jenis/Tipe	: <i>Reactor Batch</i>
Mode Operasi	: Batch
Jumlah	: 6

Harga : Rp. 26.272.727.072,29

### **Kondisi Operasi**

Suhu (°C) : 300

Tekanan (atm) : 6

Kondisi Proses : Non-adiabatis dan isothermal

### **Konstruksi dan Material**

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316*

Diameter (ID) *shell* (m) : 4,0725

Tebal *shell* (in) : 0,3750

Tinggi total (m) : 5,8075

Jenis head : *Torispherical Flanged & Dished Head*

### **Insulasi**

Bahan : *Dowtherm A*

Konduktivitas Panas (Btu/Jam. ft<sup>2</sup>.F) : 0,3543

Tebal isolasi (in) : 0,3750

### **Spesifikasi Khusus**

Tipe pengaduk : *turbine 6 blade disk standart*

Diameter pengaduk (m) : 1,4076

Kecepatan pengadukan (rpm) : 46,48

Power pengadukan (HP) : 26,32

Jumlah *baffle* : 4

Lebar *baffle* (m) : 0,2393

Mode transfer panas

- $U_D$  (btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F) : 75
- Luas area transfer panas (m<sup>2</sup>) : 1,1387
- Tebal jaket (in) : 1,25

### 3.3.2 Spesifikasi Alat Pendukung dan Pemisah

#### a. *Decanter* (DC-01)

Kode	: DC-01
Fungsi	: Memisahkan fase ringan dan fase berat yang keluar dari Reaktor dengan prinsip perbedaan densitas dan kelarutannya.
Jenis	: Silender horizontal
Material	: Stainless Steel SA 299 Grade 3 Type 304
Harga	: Rp. 935.775.018,05
Kondisi Operasi	: 80 °C, 1 atm
<i>Shell</i>	
a. Diameter (m)	: 0,969
b. Panjang (m)	: 2,391
c. Tebal (in)	: 0.188
Head	
a. Jenis	: <i>Thorisperical Head</i>
b. Tinggi (m)	: 0,2266
c. Tebal (in)	: 0,188

**b. Kristalizer (CR-01)**

Kode	: CR-01
Fungsi	: Untuk mengkristalkan larutan difenilamin menjadi kristal
Jenis	: <i>Swanson – Walker Kristalizer</i>
Material	: <i>Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 317</i>
Harga	: Rp. 15.350.616757,23
Kondisi Operasi	: 80 °C, 1 atm

**Spesifikasi**

Diameter (m)	: 1,8288
Panjang (m)	: 6,096
Kecepatan Putar (rpm)	: 7
Daya Pengaduk (HP)	: 7,5
Luas Transfer Panas (ft <sup>2</sup> )	: 2,1115
Diameter <i>through</i> (m)	: 1,567
Tebal Dinding (in)	: 0,1875

**c. Centrifuge (CF-01)**

Kode	: CF-01
Fungsi	: Untuk memisahkan padatan kristal difenilamin dari campuran padatan dan cairan yang keluar dari crystallizer
Jenis	: <i>Helical Conveyor Centrifuge</i>

Material : *Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316*  
Harga : Rp. 3.981.039.071,11  
Kondisi Operasi : 30 °C, 1 atm

**Spesifikasi**

- a. Kapasitas Padatan (ton/jam) : 4,3821
- b. Diameter *Bowl* (n) : 0,6096
- c. Laju Putar Rotor (rpm) : 3000
- d. Waktu Pemisahan (s) : 10,7
- e. Daya Motor (HP) : 0,05
- f. Gaya Sentrifugal (N) : 60.433,5

**d. *Ball Mill* (BM-01)**

Kode : BM-01  
Fungsi : Memperkecil produk keluaran centrifuge  
Jenis : *Cylidriconical Ball Mill*  
Bahan : *Stainless Steel SA 167 Grade 11*  
Harga :Rp. 2.794.895.404,96  
Kondisi Operasi : 30 °C, 1 atm  
Diameter (m) : 1,3154  
Panjang (m) : 1,9731  
Kecepatan Putaran (rpm) : 17  
Daya Motor (HP) : 15

**e. *Vibrating Screen* (VS-01)**

Kode	: VS-01
Fungsi	: Menyeragamkan ukuran bahan baku 60 mesh
Jenis	: <i>High Speed Vibrating Screen</i>
Material	: <i>Stainless Steel 304</i>
Harga	: Rp. 211.304.036,33
Luas Ayakan (m <sup>2</sup> )	: 0,4067
Ukuran Ayakan (mesh)	: 60
Lebar Ayakan (m)	: 0,4510
Panjang Ayakan (m)	: 0,9019
Daya Motor (HP)	: 4
Jumlah (buah)	: 1

### 3.3.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Tabel 3.1 Spesifikasi tangki penyimpanan

Tangki	T-01	T-02
<b>Fungsi</b>	Menyimpan kebutuhan $C_6H_5NH_2$ untuk proses produksi	Menyimpan katalis HCl
<b>Penyimpanan (hari)</b>	60	14
<b>Fasa</b>	Cair	Cair
<b>Jumlah Tangki (buah)</b>	1	1
<b>Jenis Tangki</b>	Silinder Vertikal dengan dasar <i>flat bottom</i> dan atap <i>conical roof</i>	Tangki silinder tegak dengan <i>flat bottom</i> dan <i>head Torispherical Roof</i>
<b>Kondisi Operasi</b>	Suhu (C): 30 C Tekanan (atm): 1 atm	Suhu (C): 30 C Tekanan (atm): 1 atm
<b>Bahan Konstruksi</b>	<i>Stainless Steel SA-167 grade 11 type 316</i>	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316</i>
<b>Volume (m3)</b>	8.517,4734	3.218,9
<b>Diameter (m)</b>	15,24	6,10
<b>Tinggi (m)</b>	5,48	3,6576
<b>Jumlah Course</b>	3	2
<b>Tebal Shell (in)</b>	0,875	0,375
<b>(Jenis Head)</b>	<i>Conical</i>	<i>Torispherical</i>
<b>Tebal Head (in)</b>	0,8750	0,25
<b>(jenis Bottom)</b>	<i>flat bottom</i>	<i>flat bottom</i>
<b>Tebal Bottom (in)</b>	0,25	0,25
<b>Harga</b>	Rp. 23.072.980.236,37	Rp. 1.846.690.737,71

**Tabel 3.1** Spesifikasi tangki penyimpanan (Lanjutan)

<b>Tangki</b>	SL-01
<b>Fungsi</b>	Menyimpan produk (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH
<b>Lama Penyimpanan (hari)</b>	14
<b>Fasa</b>	Padat
<b>Jumlah Tangki (buah)</b>	1
<b>Jenis Tangki</b>	Silinder tegak dengan conical bottom dan flat head
<b>Kondisi Operasi</b>	Suhu: 30 °C, Tekanan: 1 atm
<b>Bahan Konstruksi</b>	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 11 Type 316</i>
<b>Volume (m3)</b>	1837,6311
<b>Diameter (m)</b>	12,6129
<b>Tinggi (m)</b>	18,9193
<b>Tebal Shell (in)</b>	0,4375
<b>(Jenis Head)</b>	<i>flat head</i>
<b>Tebal Head (in)</b>	0,625
<b>(jenis Bottom)</b>	<i>conical bottom</i>
<b>Harga</b>	Rp. 7.123.964.653,56

### 3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi

Tabel 3.2 Spesifikasi alat transportasi padatan

Wujud Bahan	Padatan	Padatan
Jenis Alat	Screw Conveyor	Bucket Elevator
Kode	SC-01	BE-01
Fungsi	Mengangkut (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH menuju BE-01	Memindahkan produk Difenilamin dari Ball Mill menuju VS-01
Tekanan (atm)	1	1
Suhu (C°)	30	30
Bentuk Bahan	<i>Crystal and granules</i>	<i>Crystal and granules</i>
Jenis Conveyor	<i>Horizontal Screw Conveyor</i>	Centrifugal Discharge Bucket Elevator
Kapasitas (ton/jam)	10	14
Speed (rpm)	55	43
Motor Power (HP)	1,69	5
Panjang (m)	9,144	-
Diameter (in)	10	-
Diameter Pulley	-	Head = 0,508 m Tail = 0,356 m
Tinggi Bucket (m)	-	0,45
Tinggi Elevator (m)	-	21,336
Material Construction	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 11 type 304</i>	<i>Stainless Steel SA 167 Grade 11 type 304</i>
Harga	Rp.111.866.842,77	Rp. 335.600.528,30

**Tabel 3.3** Spesifikasi alat transportasi cairan

Spesifikasi	Pompa						
Kode	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	P-07
Fungsi	Memompa umpan dari T-01 menuju MP-01	Memompa umpan dari MP-01 menuju R-01	Memompa katalis dari T-02 menuju R-01	Memompa umpan dari R-01 menuju DC-01	Memompa fraksi berat DC-01 menuju CR-01	Memompa cairan keluaran CF-01 menuju MP-01	Memompa fraksi ringan DC-01 menuju UPL
Viskositas (cP)	3,3666	3,418	0,5381	0,3268	9,1505	3,3000	3,3647
Kapasitas (m <sup>3</sup> /jam)	5,8275	9,2859	0,2710	12,5354	8,1088	3,2219	1,5268
<i>Pump Head (m)</i>	1,238	7,316	7,289	3,527	1,458	1,504	1,352
Suhu Fluida ( °C)	30	30	30	300	30	30	30
<i>Submersibility</i>	<i>Immersed</i>						
Jenis Pompa	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>						
Daya Motor (HP)	0,125	0,750	0,05	0,5	0,167	0,083	0,05
<i>Material Construction</i>	<i>Stainless Steel SA 299 Grade 3 Type 304</i>	<i>Stainless Steel SA 299 Grade 3 Type 304</i>	<i>Stainless Steel SA 299 Grade 3 Type 304</i>	<i>Stainless Steel SA 299 Grade 3 Type 304</i>	<i>Stainless Steel SA 299 Grade 3 Type 304</i>	<i>Stainless Steel SA 299 Grade 3 Type 304</i>	<i>Stainless Steel SA 299 Grade 3 Type 304</i>
Harga (Rp)	262.798.297	262.798.297	159.809.775	355.132.834	262.798.297	159.809.775	159.809.775

### 3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

#### a. Heater (HE-01)

**Tabel 3.4** Spesifikasi heater (HE-01)

Fungsi	Memanaskan umpan dari MP-01 menuju R-01	
Jenis	<i>Double Pipe</i>	
Tipe	<i>Steam</i>	
<b>Kondisi Operasi</b>		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Suhu Masuk (°C)	30	350
Suhu Keluar (°C)	300	350
Tekanan (atm)	6	6
Beban Panas ( Btu/jam)	4.989.062,505	
<b>Mechanical Design</b>		
	<i>Annulus</i>	<i>Inner Pipe</i>
Panjang (ft)	15	
Hairpin (buah)	15	
ID (in)	4,065	3,068
OD (in)	4,5	3,5
A (ft <sup>2</sup> )	0,0233	0,0513
Pressure Drop (psi)	2,3079	0,0099
Rd ( Btu/Jam ft <sup>2</sup> .°F)	0,0035	

**b. Heater (HE-02)**

**Tabel 3.5** Spesifikasi heater (HE-02)

Fungsi	Memanaskan umpan katalis menuju R-01	
Jenis	<i>Double Pipe</i>	
Tipe	<i>Steam</i>	
<b>Kondisi Operasi</b>		
	<i>Annulus</i>	<i>Inner Pipe</i>
Suhu Masuk (°C)	30	350
Suhu Keluar (°C)	300	350
Tekanan (atm)	1	1
Beban Panas ( Btu/jam)	320282,648	
<b>Mechanical Design</b>		
	<i>Annulus</i>	<i>Inner Pipe</i>
Panjang (ft)	15	
Hairpin (buah)	1	
ID (in)	4,065	3,068
OD (in)	4,5	3,5
A (ft <sup>2</sup> )	0,0233	0,0513
Pressure Drop (psi)	0,0004	0,000006
Rd ( Btu/Jam ft <sup>2</sup> .°F)	0,0044	

a. *Cooler (CL-01)*

**Tabel 3.6** Spesifikasi *cooler (CL-01)*

<b>COOLER</b>	
Kode:	CL-01
Fungsi	Menurunkan temperatur produk keluaran dari reaktor dari suhu 300 °C menjadi 30 °C
Jumlah (unit)	1
Tipe	Shell and Tube Heat Exchanger
Material	Stainless Stell SA-167 Grade 11
<b>Spesifikasi</b>	
Luas Area	149.9888
Uc (Btu/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> ))	3890.3457
Ud (Btu/(Jam.°F.ft <sup>2</sup> ))	5
Rd (Jam.°F.ft <sup>2</sup> )/Btu)	5.00643
<b>Tube</b>	
Number of tubes	
Length (ft)	18
OD (in)	0.75
BWG	18
Pitch	1.25
<b>Shell</b>	
ID (in)	19.25
Baffle Space (in)	14.4375
Passes (ft)	1

### 3.4 Neraca Massa

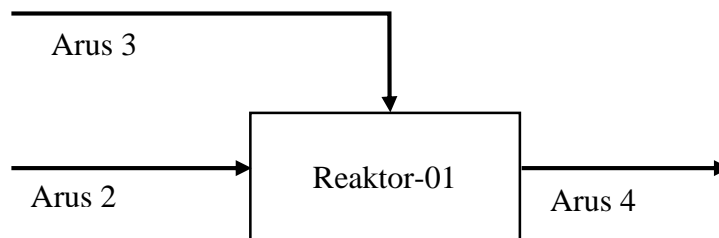
#### 3.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 3.7 Neraca massa total

Neraca Massa Total				
Komponen	Arus Masuk (Kg/Jam)		Arus Keluar (Kg/Jam)	
	Umpan	Katalis	Produk	UPL
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	4.920,8731		149,7198	111,8239
H <sub>2</sub> O	75,5580	132,2242	4,0616	81,2321
HCl 37%		77,6555		
(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>(l)</sub>			0,0012	1,2700
NH <sub>4</sub> Cl				113,8238
NH <sub>3</sub>				270,3081
NH <sub>4</sub> OH				245,7748
(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>(s)</sub>			4232,1823	
<b>Total</b>		<b>5.206,3108</b>		<b>5.206,3108</b>

#### 3.4.2 Neraca Massa Alat

##### a. Reaktor (R-01)



Reaksi Utama :

Konversi : 60%



Mula-mula (kmol/jam):	83,5005		
Reaksi (Kmol/jam) :	50,1003	25,0502	25,0502
Sisa (kmol/jam) :	33,4002	25,0502	25,0502

Reaksi samping 1:

	$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$		
Mula-mula (kmol/jam):	25,0502	2,1275	
Reaksi (Kmol/jam) :	2,1275	2,1275	2,1275
Sisa (kmol/jam) :	22,9226		2,1275

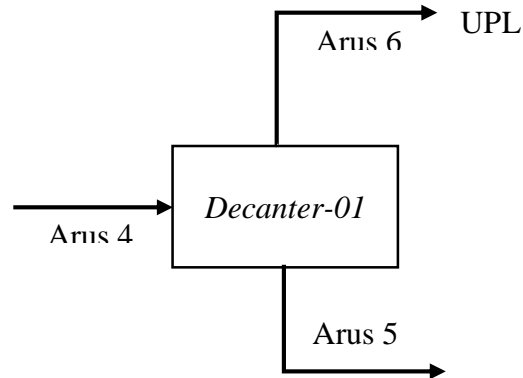
Reaksi samping 2:

	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$		
Mula-mula (kmol/jam):	22,9226	11,7036	
Reaksi (Kmol/jam) :	7,0221	7,0221	7,0221
Sisa (kmol/jam) :	15,9005		7,0221

**Tabel 3.8** Tabel neraca massa reaktor

Komponen	Arus Masuk		Arus Keluar
	Aliran 2 (Kg/jam)	Aliran 3 (Kg/Jam)	Aliran 4 (Kg/jam)
$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	7.765,5491		3.106,2196
$\text{H}_2\text{O}$	78,4399	132,2242	-
HCl 37%		77,6555	84,2656
$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$	-		4.233,4768
$\text{NH}_4\text{Cl}$	-		113,8238
$\text{NH}_3$	-		270,3081
$\text{NH}_4\text{OH}$	-		245,7748
<b>TOTAL</b>		<b>8.053,8687</b>	<b>8.053,8687</b>

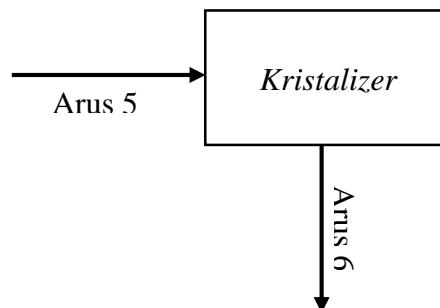
c. Dekanter (D-01)



Tabel 3.9 Neraca massa dekanter

Komponen	Arus Masuk	Arus Keluar	
	Aliran 4 (Kg/jam)	Aliran 6 (Kg/Jam)	Aliran 5 (Kg/Jam)
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	3.106,2196	111,8239	2.994,3957
H <sub>2</sub> O	84,2656	81,2321	3,0336
(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH	4.233,4768	1,2700	4.232,2067
NH <sub>4</sub> Cl	113,8238	113,8238	
NH <sub>4</sub> OH	245,7748	245,7748	
NH <sub>3</sub>	270,3081	270,3081	
<b>TOTAL</b>	<b>8.053,8687</b>	<b>8.053,8687</b>	

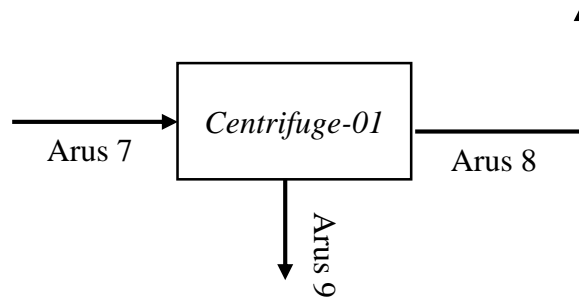
d. Kristalizer (CR-01)



**Tabel 3.10** Neraca massa kristalizer

komponen	Arus Masuk	Arus Keluar
	Aliran 5 (Kg/jam)	Aliran 7 (Kg/jam)
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	2.994,3957	2.994,3957
H <sub>2</sub> O	3,0336	3,0336
(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>(l)</sub>	4.232,2067	0,0009
(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>(s)</sub>		4.232,2057
<b>TOTAL</b>	<b>7.229,6360</b>	<b>7.229,6360</b>

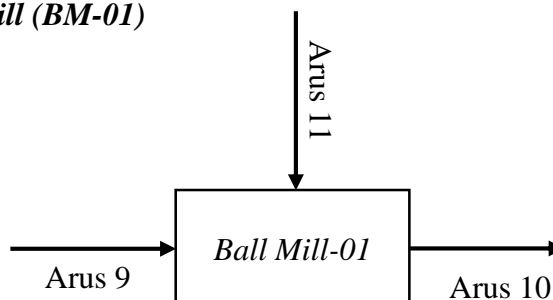
e. *Centrifuge (CF-01)*



**Tabel 3.11** Neraca masa centrifuge

Komponen	Arus Masuk	Arus Keluar	
	Aliran 7 (Kg/jam)	Aliran 8 (Kg/Jam)	Aliran 9 (Kg/Jam)
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	2.994,3957	2.844,6759	149.7198
H <sub>2</sub> O	3,0336	2,8819	0,1517
(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>(l)</sub>	0,0009	0,0009	0,0000
(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>(s)</sub>	4.232,2058		4.232,2058
<b>TOTAL</b>	<b>7.229,6360</b>	<b>7.229,6360</b>	

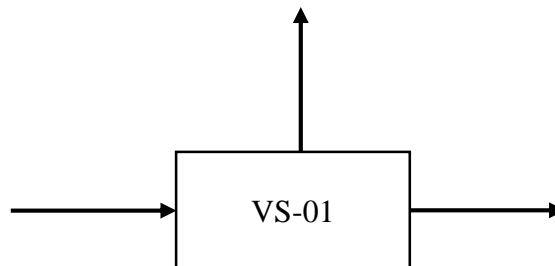
e. *Ball Mill (BM-01)*



**Tabel 3.12** Neraca massa ball mill

komponen	Arus Masuk		Arus Keluar
	Aliran 9 (Kg/jam)	Aliran 11 (Kg/Jam)	Aliran 10 (Kg/Jam)
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	149,7198	7,4860	157,2058
H <sub>2</sub> O	0,1517	0,0076	0,1593
(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>(l)</sub>	0,0000	0,0000	0,0000
(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>(s)</sub>	4.232,2058	211,6103	4.443,8161
<b>TOTAL</b>		<b>4.601,1812</b>	<b>4.601,1812</b>

**f. Vibrating Screen (VS-01)**



komponen	Aliran 10 masuk (Kg/jam)	Arus Keluar	
		Aliran 11 (Kg/Jam)	Aliran 12 (Kg/Jam)
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	157,2058	7,4860	149,7198
H <sub>2</sub> O	0,1593	0,0076	0,1517
(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>(l)</sub>	0,0000	0,0000	0,0000
(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>(s)</sub>	4.443,8161	211,6103	4.232,2058
<b>TOTAL</b>	<b>4.601,1812</b>		<b>4.601,1812</b>

### 3.5 Neraca Panas

#### 3.5.1 Neraca Panas Total

**Tabel 3.13** Neraca panas total

<b>Komponen</b>	<b>Q masuk (Kj/jam)</b>	<b>Q keluar (kj/jam)</b>
Reaktor	5.261.529,9011	5.261.529,9011
Dekanter	77.193,0444	77.193,0444
Crystallizer	70.797,2365	70.797,2365
Centrifuge	728.068,7844	728.068,7844
Ball Mill	733.172,8758	733.172,8758
Vibrating Screen	733.172,8758	733.172,8758
<b>Total</b>	<b>7.603.934,7181</b>	<b>7.603.934,7181</b>

#### 3.5.2 Neraca Panas Alat

##### a. Reaktor (R-01)

**Tabel 3.14** Neraca panas reaktor

<b>Komponen Energi</b>	<b>Masuk(kj/jam)</b>	<b>Keluar(kj/jam)</b>
H1	5.640.789,2977	-
H2	-	4.798.936,6945
$\Delta$ HR	- 379.259,3966	-
Q Pendinginan		462.593,2066
<b>Total</b>	<b>5.261.529,9011</b>	<b>5.261.529,9011</b>

##### b. Decanter (DC-01)

**Tabel 3.17** Neraca panas dekanter

<b>Komponen Energi</b>	<b>Masuk(kj/jam)</b>	<b>Keluar (kj/jam)</b>
H1	77.193,0444	-
H2	-	77.193,0444
<b>Total</b>	<b>77.193,0444</b>	<b>77.193,0444</b>

c. *Kristalizer (CR-01)*

**Tabel 3.15** Neraca panas kristalizer

<b>Komponen Energi</b>	<b>Masuk(kj/jam)</b>	<b>Keluar (kj/jam)</b>
H1	70.797,2365	-
H2	-	61.423,0859
Pendingin		9.374,1507
<b>Total</b>	<b>70.797,2365</b>	<b>70.797,2365</b>

d. *Centrifuge (CF-01)*

**Tabel 3.16** Neraca panas centrifuge

<b>Komponen Energi</b>	<b>Masuk(kj/jam)</b>	<b>Keluar (kj/jam)</b>
H1	728.068,7844	-
H2	-	728.068,7844
<b>Total</b>	<b>728.068,7844</b>	<b>728.068,7844</b>

e. *Ball Mill (BM-01)*

**Tabel 3.17** Neraca panas ball mill

<b>Komponen Energi</b>	<b>Masuk(kj/jam)</b>	<b>Keluar (kj/jam)</b>
H1	698.259,88	-
H2	-	768.085,88
<b>Total</b>	<b>698.259,88</b>	<b>768.085,88</b>

f. *Vibrating Screen (VS-01)*

**Tabel 3.18** Neraca panas vibrating screen

<b>Komponen Energi</b>	<b>Masuk(kj/jam)</b>	<b>Keluar (kj/jam)</b>
H1	733.172,88	-
H2	-	733.172,88
<b>Total</b>	<b>733.172,88</b>	<b>733.172,88</b>

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

Tata letak peralatan dan fasilitas merupakan salah satu bagian terpenting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik dalam suatu perancangan pabrik yang meliputi fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan, desain sarana pemipaan dan kelistrikan. Hal ini akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tanah sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya lebih terperinci dan spesifik sebelum mendirikan suatu pabrik.

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal yang penting dalam tahap perancangan pabrik. Hal ini dikarenakan mempengaruhi kelangsungan operasi pabrik, baik produksi produk maupun distribusi produk. Pertimbangan dalam memilih lokasi pabrik diharapkan dapat memberikan keuntungan yang optimum. Lokasi yang dipilih harus memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum, dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik (Peter dan Timmerhaus, 2003).

Dibutuhkan pertimbangan lebih terhadap faktor-faktor tertentu dalam memilih lokasi suatu pabrik. Sebuah pabrik idealnya memiliki lokasi yang memberikan biaya produksi dan distribusi minimum. Selain itu kemungkinan adanya ekspansi pabrik serta lingkungan yang kondusif juga harus dipertimbangkan agar operasi pabrik dapat berjalan lancar. Ada dua jenis faktor yang dapat mempengaruhi penentuan lokasi pabrik yaitu faktor primer dan faktor sekunder.

#### 4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung dapat mempengaruhi proses produksi dan distribusi. Faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik meliputi :

1. Ketersediaan bahan baku
2. Sarana utilitas yang memadai
3. Transportasi dan distribusi yang lancar
4. Pemasaran yang potensial
5. Penyediaan tenaga kerja (SDM)
6. Keadaan iklim yang stabil

Dengan memperhatikan faktor-faktor yang dipertimbangkan di atas, maka lokasi yang cukup potensial dan memenuhi syarat untuk lokasi pendirian pabrik difenilamin direncanakan akan berdiri di Kecamatan Kalidoni, Kelurahan Sungai Selincah, Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan.



**Gambar 4.1** Tata Letak Lokasi Pabrik

Daerah tersebut dipilih sebagai lokasi terbaik untuk mendirikan pabrik difenilamin, hal ini dipertimbangkan karena beberapa hal berikut:

1. Ketersediaan dan kedekatan dengan bahan baku

Bahan baku yang diperoleh melalui impor menentukan lokasi yang dipilih berdekatan dengan pelabuhan dikarenakan bahan baku anilin berasal dari Famouschem Technology (Shanghai) Co., Ltd yang terletak di China serta bahan baku katalis Asam Klorida berasal dari PT Chemical Indonesia yang terletak di Kota Palembang.

2. Sarana utilitas yang memadai

Lokasi ini mempunyai sarana utilitas yang memadai karena terletak berdekatan dengan Sungai Musi.

3. Transportasi dan distribusi yang lancar

Pendirian pabrik di lokasi tersebut dilakukan dengan pertimbangan kemudahan sarana transportasi Sarana transportasi yang diperlukan adalah jalan raya dan pelabuhan. Angkutan darat dengan jalan raya yang cukup lancar dapat dilalui oleh kendaraan besar dan kecil sehingga lokasi pabrik harus dekat dengan sarana transportasi tersebut untuk memudahkan pengangkutan bahan baku dan produk. Bandara Badarudin juga dapat dijangkau dengan mudah, sehingga semakin mempermudah pengiriman produk.

4. Pemasaran yang potensial

Lokasi pabrik termasuk lokasi yang berdekatan dengan Kawasan industri di wilayah Sumatera Selatan terkhususnya kawasan Kota Palembang yang

merupakan kawasan industri, sehingga memudahkan dalam hal pemasaran produk antar Sumatera ataupun pulau-pulau lainnya.

#### 5. Penyediaan tenaga kerja (SDM)

Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja yang dibutuhkan mudah untuk didapatkan, baik tenaga berpendidikan tinggi, menengah maupun tenaga terampil yang siap pakai, karena dari tahun ke tahun tenaga kerja semakin meningkat.

#### 6. Keadaan iklim yang stabil

Daerah Palembang, Sumatera Selatan merupakan suatu daerah yang terletak di daerah kawasan industri dan cukup dekat dengan pelabuhan. Daerah Palembang dan sekitarnya telah direncanakan oleh pemerintah sebagai salah satu pusat pengembangan wilayah produksi industri. Temperatur udara normal daerah tersebut sekitar 25-35°C, sehingga kemungkinan operasi pabrik dapat berjalan dengan lancar.

### **4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik**

Faktor sekunder merupakan faktor yang secara tidak langsung berperan dalam proses operasional pabrik. Akan tetapi berpengaruh dalam kelancaran proses operasional dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder meliputi :

#### 1. Perluasan Area Unit

Pendirian pabrik harus mempertimbangkan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu 10 atau 20 tahun ke depan, karena apabila suatu

saat nanti akan memperluas area pabrik tidak kesulitan dalam mencari lahan perluasan. Di sekitar lokasi yang dipilih masih cukup lumayan luas tanah-tanah kosong sehingga di prediksi dalam waktu 10-20 tahun kedepan masih tersedia lahan apabila terdapat perluasan area pabrik.

## 2. Lingkungan masyarakat sekitar

Sikap masyarakat sekitar cukup terbuka dan mendukung dengan berdirinya pabrik baru. Hal ini disebabkan akan tersedianya lapangan pekerjaan bagi mereka, sehingga terjadi peningkatan kesejahteraan masyarakat setelah pabrik-pabrik didirikan. Selain itu pendirian pabrik ini tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya karena dampak sudah dipertimbangkan sebelum pabrik berdiri.

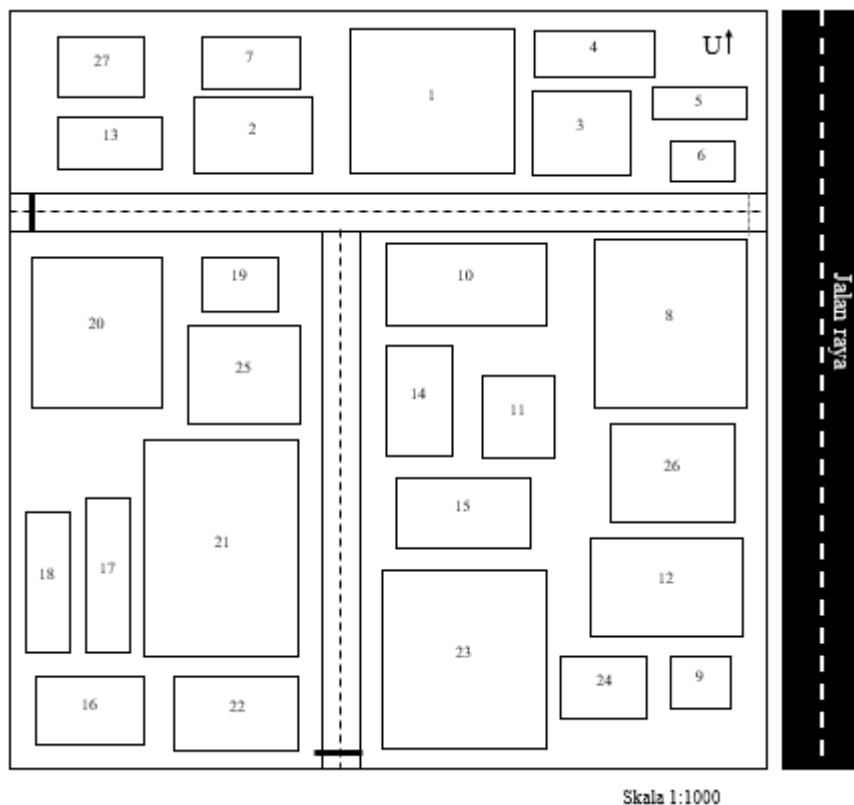
## 3. Biaya dan Perizinan Tanah

Lokasi pabrik merupakan kawasan industri yang ditetapkan pemerintah dan berada dalam teritorial Negara Indonesia sehingga secara geografis pendirian pabrik di kawasan tersebut tidak bertentangan dengan kebijakan pemerintah. Sehingga memudahkan perizinan dalam pendirian pabrik. Adapun faktor-faktor lain meliputi :

- Segi keamanan kerja terpenuhi
- Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau
- Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.

## 4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah bagian penting untuk mendapatkan keselamatan dan efisiensi, sehingga bagian-bagian pabrik yang meliputi kantor, area proses dan penyimpanan bahan harus diperhatikan letaknya. Berikut Gambar 4.2 yang merupakan layout tata letak pabrik:



Keterangan :

- |  |                      |                           |
|--|----------------------|---------------------------|
| 1. Kantor utama                          | 11. Kantin           | 21. Area Proses           |
| 2. Kantor Teknik                         | 12. Gedung serbaguna | 22. Area kontrol proses   |
| 3. Tempat parkir (Direktur, Kabag. Tamu) | 13. Gedung K3        | 23. Area utilitas         |
| 4. Tempat parkir karyawan                | 14. Poliklinik       | 24. Area kontrol utilitas |
| 5. Tempat parkir sepeda                  | 15. Unit Pemadam     | 25. Area UPL              |
| 6. Pos keamanan                          | 16. Laboratorium     | 26. Taman 1               |
| 7. Perpustakaan                          | 17. Bengkel          | 27. Taman 2               |
| 8. Mess                                  | 18. Gudang alat      | ---- Pintu masuk, keluar  |
| 9. Power plant                           | 19. Area timbang     | — Emergency exit          |
| 10. Masjid                               | 20. Parkir truk      |                           |

**Gambar 4.2** Layout pabrik difenilamin

Luas tanah dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini

**Tabel 4.1** Luas tanah bangunan pabrik

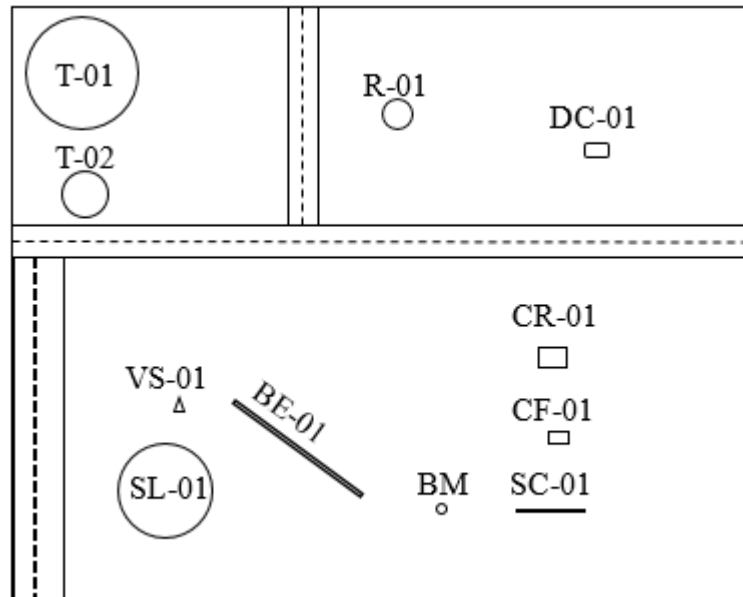
No	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Pos Keamanan	13	6	78
2	Kantor Utama	35	30	1.050
3	Parkir Karyawan	25	10	250
4	Parkir Tamu	15	8	120
5	Parkir Direksi	15	5	75
6	Parkir Sepeda	10	4	40
7	Power Plant	5	4	20
8	Masjid	20	20	400
9	Area Mess	40	25	100
10	Kantin	12	12	144
11	Kantor Teknik dan Produksi	25	15	375
12	Gedung Serba Guna	20	20	400
13	Laboratorium	15	16	240
14	Area Timbang Truk	9	10	90
15	Area Parkir Truk	50	15	750
16	Poliklinik	20	10	200
17	Perpustakaan	12	13	156
18	Unit Pemadam Kebakaran	14	15	210
19	Kantor K3	12	12	144
20	Control Room	26	13	338
21	Control Utilitas	15	10	150
22	Bengkel	15	25	375
23	Unit Pengolahan Limbah	15	20	300
24	Gudang Peralatan	22	15	330
25	Area Proses	100	80	8.000
26	Area Utilitas	80	25	2.000
27	Taman 1	25	15	375
28	Taman 2	10	10	100
29	Daerah perluasan	100	50	5.000
30	Jalan	50	40	2.000
<b>Total Luas Tanah</b>				22.710
<b>Total Luas Bangunan</b>				17.235
<b>Total</b>				39.945

### 4.3 Tata Letak Alat Proses

Tata letak alat-alat proses diusahakan selesai dengan urutan kerja dan fungsi masing-masing alat. Dalam perancangan layout peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan :

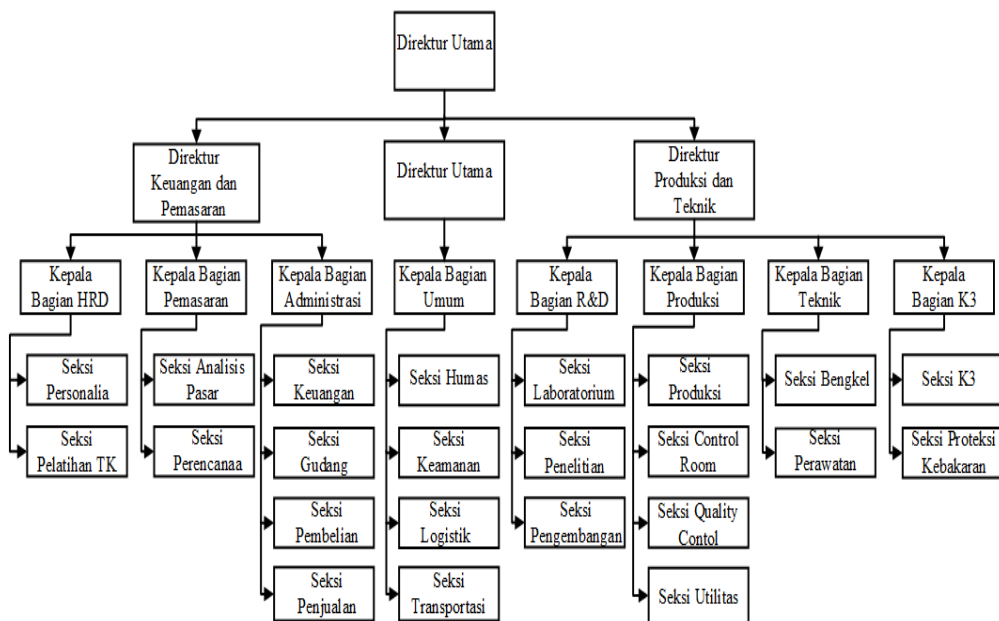
1. Aliran bahan baku dan produk Aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan nilai ekonomi yang tinggi. Semakin dekat penempatan bahan baku dan produk dengan jalur transportasi, semakin efisien dana yang dikeluarkan.
2. Aliran udara Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses diperhatikan supaya lancar.
3. Cahaya Penerangan seluruh pabrik harus memadai, terutama pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko.
4. Tata letak alat proses Penempatan alat-alat proses yang tepat akan mempercepat jalannya proses sehingga menjamin kelancaran proses produksi.
5. Kelancaran lalu lintas Kelancaran lalu lintas barang dan manusia juga berpengaruh terhadap jalannya proses produksi.
6. Tata letak area proses Penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kemana produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.
7. Jarak antar alat proses Untuk alat produksi yang mudah meledak atau terbakar letaknya dijauhkan dari peralatan yang lain, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran tidak membahayakan peralatan lain.

Tata letak alat proses terdapat gambar 4.3 sebagai berikut:



Gambar 4.3 Tata letak alat proses

#### 4.4 Organisasi Perusahaan



Gambar 4.4 Struktur organisasi perusahaan

#### **4.4.1 Struktur Perusahaan**

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) yang berbentuk badan hukum. Badan hukum ini disebut perseroan sebab modal terdiri dari penjualan saham dan bank. Perseroan terbatas harus didirikan memakai akta autentik. Bentuk perusahaan ini dipimpin oleh direksi yang terdiri dari seorang direktur utama dan dibantu oleh direktur lainnya. Direktur dipilih oleh rapat umum anggota, yang dipilih menjadi direktur tidak selalu orang yang memiliki saham, dapat juga orang lain. Pekerjaan direksi sehari-hari diawasi oleh rapat umum para pemilik saham. Untuk memperlancar koordinasi perusahaan, perlu dibuat struktur organisasi perusahaan sehingga pembagian tugas dan wewenang pada masing-masing karyawan dapat berjalan dengan baik. Dengan berbentuk perseroan terbatas, kekuasaan tertinggi ditangan Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang memiliki hak untuk menunjuk dewan direksi sebagai penanggung jawab kegiatan perusahaan sehari-hari. Adapun dasar- dasar pertimbangan pemilihan perusahaan perseroan terbatas adalah sebagai berikut:

1. Kontinuitas perusahaan sebagai badan hukum lebih terjamin sebab tidak tergantung pada pemegang saham, di mana pemegang saham dapat berganti-ganti.
2. Pemegang saham mempunyai tanggung jawab yang terbatas terhadap adanya hutang-hutang perusahaan, sehingga resiko pemegang saham hanya terbatas sampai modal yang disetorkan.
3. Dapat memperluas lapangan usaha, karena lebih mudah memperoleh tambahan modal dengan menjual saham-saham baru.

4. Mudah memindahkan hak pemilik dengan menjual saham kepada orang lain.
5. Manajemen dan sosialisasi yang lebih memungkinkan pengelolaan sumber sumber modal secara efisien.
6. Pemegang saham melalui rapat umum pemegang saham dapat memilih direktur yang cakap dan berkualitas untuk menjalankan perusahaan.

Tugas, wewenang dan tanggung jawab masing – masing jabatan adalah sebagai berikut :

1. Dewan Direksi

- a Direktur Utama

Tugas : Melaksanakan fungsi pimpinan dan penanggung jawab tertinggi perusahaan, memimpin semua kegiatan pabrik secara keseluruhan, menentukan dan menerapkan sistem kerja dan arah kebijaksanaan perusahaan serta bertanggung jawab terhadap kelangsungan pabrik.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia (S1)

Jumlah : 1 orang

- b Direktur Produksi dan Teknik

Tugas : Bertanggungjawab terhadap kebijaksanaan perusahaan dalam bidang produksi dan bidang teknologi yang secara langsung mendukung proses produksi secara kualitas dan kuantitas.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia / Teknik Mesin / Teknik Elektro  
/ Teknik Industri (S1)

Jumlah : 1 orang

c Direktur Umum

Tugas : Bertanggungjawab terhadap kebijaksanaan perusahaan  
dalam bidang hubungan masyarakat, keamanan,  
transportasi, dan logistik.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi / Hukum / Komunikasi (S1)

Jumlah : 1 orang

d Direktur Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Bertanggungjawab terhadap kebijaksanaan perusahaan  
dalam bidang perencanaan dan pengelolaan lalu lintas  
keuangan, pemasaran, dan auditing.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi / Akuntansi / Manajemen (S1)

Jumlah : 1 orang

2. Kepala Bagian

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap  
kelangsungan kebijakan yang berhubungan dengan

hubungan masyarakat, keamanan, transportasi, dan logistik.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi hubungan masyarakat

1 orang kepala seksi keamanan

1 orang kepala seksi transportasi

1 orang kepala seksi logistik

### 3. Kepala Bagian Umum

#### a Kepala Administrasi

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap kelangsungan segala administrasi, keuangan, pembelian, dan penjualan.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi keuangan

1 orang kepala seksi gudang

1 orang kepala seksi pembelian

1 orang kepala seksi penjualan

#### b Kepala Bagian Pemasaran

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap kelangsungan segala Analisa pasar dan perencanaan.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi analisa pasar

1 orang kepala seksi perencanaan

c Kepala Bagian HRD

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap kelangsungan segala recruitment pegawai, personalia, dan pelatihan TK.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi personalia  
1 orang kepala seksi pelatihan TK

d Kepala Bagian R&D

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap kelangsungan segala penelitian, laboratorium, beserta pengembangan.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi laboratorium  
1 orang kepala seksi penelitian  
1 orang kepala seksi pengembangan

e Kepala Bagian Produksi

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap kelangsungan segala proses produksi, ruang control, quality control, beserta kebutuhan utilitas.

Jumlah : 1 orang  
Membawahi : 1 orang kepala seksi produksi  
1 orang kepala seksi ruang control  
1 orang kepala seksi *quality control*  
1 orang kepala seksi Utilitas

f Kepala Bagian Teknik

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab terhadap kelangsungan segala keteknikan seperti bengkel dan perawatan.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi bengkel  
1 orang kepala seksi perawatan

g Kepala Bagian K3

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap kelangsungan segala K3 dan proteksi kebakaran.

Jumlah : 1 orang

Membawahi : 1 orang kepala seksi K3  
1 orang kepala seksi proteksi kebakaran

Jumlah tenaga kerja disesuaikan dengan kebutuhan agar pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif. Berikut Tabel 4.2 merupakan rincian jumlah tenaga kerja dan sistem penggajiannya.

**Tabel 4. 2** Jumlah tenaga kerja dan sistem penggajian

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Direktur Utama	1	50.000.000	50.000.000
2	Sekretaris Direktur Utama	1	18.000.000	18.000.000
3	Staff Direktur Utama	1	10.000.000	10.000.000
4	Menejer Produksi & Teknik	1	32.000.000	32.000.000
5	Staff Menejer Produksi & Teknik	1	10.000.000	10.000.000
6	Direktur Keuangan & Pemasaran	1	32.000.000	32.000.000
7	Staff Direktur Keuangan & Pemasaran	1	10.000.000	10.000.000
8	Direktur Umum	1	32.000.000	32.000.000
9	Staff Direktur Umum	1	10.000.000	10.000.000
10	Kepala Bagian Produksi dan Logistik	1	15.000.000	15.000.000
11	Kepala Bagian Teknik	1	15.000.000	15.000.000
12	Kepala Bagian Pengembangan Proses & Teknologi	1	15.000.000	15.000.000
13	Kepala Bagian Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)	1	15.000.000	15.000.000
14	Kepala Bagian Keuangan	1	15.000.000	15.000.000
15	Kepala Bagian Pemasaran	1	15.000.000	15.000.000
16	Kepala Bagian Umum	1	15.000.000	15.000.000
17	Kepala Bagian Personalia	1	15.000.000	15.000.000
18	Kepala Seksi Produksi	1	12.000.000	12.000.000
19	Kepala Seksi <i>Control Room</i>	1	12.000.000	12.000.000
20	Kepala Seksi <i>Quality Control</i>	1	12.000.000	12.000.000
21	Kepala Seksi Utilitas & Pengolahan Limbah	1	12.000.000	12.000.000
22	Kepala Seksi Perawatan Pabrik	1	12.000.000	12.000.000
23	Kepala Seksi Instrumentasi Listrik	1	12.000.000	12.000.000
24	Kepala Seksi Penelitian Proses & Teknologi	1	12.000.000	12.000.000
25	Kepala Seksi Keselamtan Kerja & Proteksi Kebakaran	1	12.000.000	12.000.000
26	Kepala Seksi Medis	1	12.000.000	12.000.000
27	Kepala Seksi Keuangan	1	12.000.000	12.000.000
28	Kepala Seksi Pembelian	1	12.000.000	12.000.000
29	Kepala Seksi Penjualan	1	12.000.000	12.000.000

**Tabel 4.2** Jumlah tenaga kerja dan sistem penggajian (Lanjutan)

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Jumlah (Rp)
30	Kepala Seksi Analisa Pasar	1	12.000.000	12.000.000
31	Kepala Seksi Perencanaan Pemasaran	1	12.000.000	12.000.000
32	Kepala Seksi Pelayanan Umum	1	12.000.000	12.000.000
33	Kepala Seksi Hubungan Masyarakat	1	12.000.000	12.000.000
34	Kepala Seksi Keamanan	1	12.000.000	12.000.000
35	Kepala Seksi Transportasi	1	12.000.000	12.000.000
36	Kepala Seksi Gudang	1	12.000.000	12.000.000
37	Kepala Seksi Personalia	1	12.000.000	12.000.000
38	Kepala Seksi Pelatihan Tenaga Kerja	1	12.000.000	12.000.000
39	Karyawan Produksi	1	10.000.000	10.000.000
40	Karyawan <i>Control Room</i>	1	10.000.000	10.000.000
42	Karyawan <i>Quality Control</i>	1	10.000.000	10.000.000
43	Karyawan Utilitas & Pengolahan Limbah	1	10.000.000	10.000.000
44	Karyawan Perawatan Pabrik	1	10.000.000	10.000.000
45	Karyawan Instrumentasi Listrik	1	10.000.000	10.000.000
46	Karyawan Penelitian Proses & Teknologi	1	10.000.000	10.000.000
47	Karyawan Keselamatan Kerja & Proteksi Kebakaran	1	10.000.000	10.000.000
48	Karyawan Laboratorium	1	10.000.000	10.000.000
49	Karyawan Keuangan	1	10.000.000	10.000.000
50	Karyawan Pembelian	1	10.000.000	10.000.000
51	Karyawan Penjualan	1	10.000.000	10.000.000
52	Karyawan Analisa Pasar	1	10.000.000	10.000.000
53	Karyawan Perencanaan Pemasaran	1	10.000.000	10.000.000
54	Karyawan Pelayanan Umum	1	10.000.000	10.000.000
55	Karyawan Hubungan Masyarakat	1	10.000.000	10.000.000
56	Karyawan Transportasi	1	10.000.000	10.000.000
57	Karyawan Gudang	1	10.000.000	10.000.000
58	Karyawan Personalia	1	10.000.000	10.000.000
59	Karyawan Pelatihan Tenaga Kerja	1	10.000.000	10.000.000
60	Dokter	2	10.000.000	20.000.000

**Tabel 4.2** Jumlah tenaga kerja dan sistem penggajian (Lanjutan)

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Jumlah (Rp)
61	Perawat	3	8.000.000	24.000.000
62	Satpam	5	5.500.000	27.500.000
63	Sopir	2	6.000.000	12.000.000
64	<i>Office Boy</i>	5	5.100.000	25.500.000
65	Operator Operasi	30	6.000.000	180.000.000
66	Operator Utilitas	15	6.000.000	90.000.000
<b>Total</b>		120		1.156.000.000

#### 4.4.2 Jam Kerja Karyawan

Pabrik dari difenilamin ini direncanakan akan beroperasi selama 24 jam sehari secara kontinyu. Jumlah hari kerja 330 hari selama setahun, sisa hari yang lain digunakan untuk perawatan dan perbaikan. Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan digolongkan menjadi 2, yaitu:

1. Karyawan *Non-Shift*

Karyawan *non shift* merupakan karyawan yang tidak langsung menangani proses produksi. Yang termasuk kelompok ini adalah direktur, manager, kepala bagian dan semua karyawan bagian umum. Karyawan *non – shift* berkerja 5 hari seminggu dan libur pada hari Sabtu, Minggu dan Hari Besar, dengan jam kerja:

**Tabel 4.3** Jadwal jam kerja karyawan non shift

Hari	Jam Kerja	Jam Istirahat
Senin - Kamis	08.00 - 16.00	12.00 - 13.00
Jum'at	07.30 - 16.00	11.30 - 13.00

## 2. Karyawan *Shift*

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 3 *shift* sebagai berikut :

**Tabel 4.4** Jadwal jam kerja karyawan *shift*

Kelompok Kerja	Jam Kerja	Jam Istirahat
Shift 1	07.00 - 15.00	11.00 - 12.00
Shift 2	15.00 - 23.00	19.00 - 20.00
Shift 3	23.00 - 07.00	03.00 - 04.00

Masing – masing *shift* dikepalai oleh satu orang kepala *shift*. Jadwal kerja masing masing regu dituliskan sebagai berikut :

**Gambar 4.5** Sistem *shift* karyawan

Group	Hari							
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu	Senin
A	1	1	2	2	3	3	<i>Off</i>	<i>Off</i>
B	2	2	3	3	<i>Off</i>	<i>Off</i>	1	1
C	3	3	<i>Off</i>	<i>Off</i>	1	1	2	2
D	<i>Off</i>	<i>Off</i>	1	1	2	2	3	3

Keterangan:

1,2, dan 3: *Shift*

A, B, C, dan D: Kelompok Kerja (Group)

## **BAB V**

### **UTILITAS**

Unit utilitas merupakan sekumpulan unit proses yang berfungsi sebagai penyedia sarana-sarana penunjang proses produksi pada suatu industri. Fasilitas-fasilitas yang terdapat dalam unit utilitas antara lain :

1. Unit penyediaan dan pengolahan air
2. Unit pembangkit *steam*
3. Unit pembangkit listrik
4. Unit penyedia udara tekan
5. Unit penyedia bahan bakar
6. Unit pengelolaan limbah

#### **5.1 Unit penyediaan dan pengolahan air**

##### **5.1.1 Unit penyediaan air**

Pemenuhan kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau, maupun air laut sebagai sumbernya. Pada perancangan pabrik difenilamin ini yang digunakan adalah air yang berasal dari sungai Musi yang tepat berada di samping area pabrik. Untuk menghindari fouling yang terjadi pada alat-alat penukar panas maka perlu diadakan pengolahan air sungai yang dilakukan secara fisis dan kimia. Pertimbangan

menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut :

- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relative tinggi, sehingga akan selalu tersedia dan akan terhindarkan dari kendala kekurangan air.
- Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya lebih besar karena membutuhkan alat yang relatif lebih mahal.

Berikut ini merupakan kebutuhan air yang diperlukan untuk aktivitas pabrik difenilamin yang akan berdiri di Palembang, Sumatera Selatan.

a. Air domestik

Air domestik meliputi kebutuhan yang digunakan oleh karyawan seperti air minum, perumahan, toilet, dan sebagainya. Untuk itu air domestik yang digunakan harus memenuhi standar WHO yaitu tidak berbau, jernih, tidak berasa, tidak beracun, dan tidak mengandung zat organik maupun anorganik. Kebutuhan air per orang berkisar 100-120 liter per harinya (Sularso, 2001). Jumlah karyawan pada pabrik ini berjumlah 120 orang sehingga didapat total kebutuhan air domestik sebagai berikut :

**Tabel 5.1** Kebutuhan air domestik

No	Keterangan	Kebutuhan Air (Kg/jam)
1	Karyawan	11730.0564
2	Perumahan	13333.33333
<b>Total</b>		<b>25063.3897</b>

b. Air Pendingin

Air pendingin merupakan air yang digunakan untuk pendingin pada saat proses produksi seperti pada alat penukar panas (*heat exchanger*) dan lainnya. Air pendingin diproduksi oleh menara pendingin (*cooling tower*). Pendingin yang digunakan yaitu air dengan pertimbangan sebagai berikut:

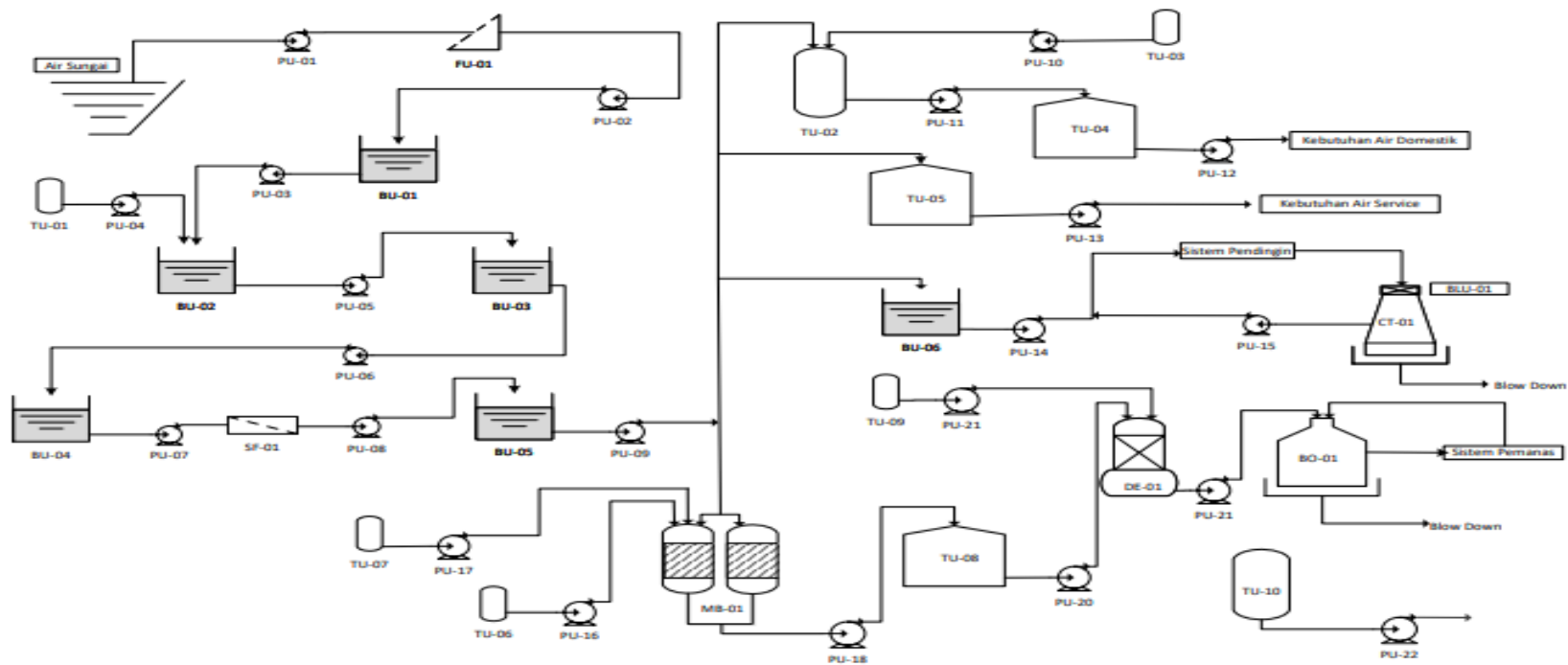
- Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- Pengolahan dan pengaturannya cukup mudah.
- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- Tidak terdekomposisi.

c. Air Untuk *Steam*

Unit pembangkit steam bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi. Pada saat berlangsungnya proses, air pembangkit *steam* 85% dimanfaatkan kembali, sehingga diperlukan 15% air *make up*, dikarenakan terjadinya blowdown pada boiler sebesar 10% dan penggunaan *steam trap* sebesar 5%, sehingga jumlah air *make up* yang dibutuhkan setelah perhitungan yaitu sebesar 667,679 Kg/jam.

d. Air Service

Air *service* digunakan untuk layanan umum seperti bengkel, laboratorium, masjid, kantin, pemadam kebakaran, dan lain-lain. Pada pabrik ini jumlah air *service* yang digunakan yaitu 500 kg/jam.



**Keterangan**

- |  |                                       |                                      |   |
|--|---------------------------------------|--------------------------------------|---|
| <b>FU-01</b> : <i>Screening/Saringan</i> 01        | <b>BU-06</b> : Bak Air Pendingin 06   | <b>TU-06</b> : Tangki NaCl 06        | <b>CT-01</b> : <i>Cooling Tower</i> 01        |
| <b>BU-01</b> : Bak Pengendapan Awal 01/Sedimentasi | <b>TU-01</b> : Tangki Larutan Alum 01 | <b>TU-07</b> : Tangki NaOH 07        | <b>MB-01</b> : <i>Mixed Bed</i> 01            |
| <b>BU-02</b> : Bak Penggumpal & flokulator 02      | <b>TU-02</b> : Tangki Klorinasi 02    | <b>TU-08</b> : Tangki Air Demin 08   | <b>DE-01</b> : Tangki <i>Deaerator</i> 01     |
| <b>BU-03</b> : Bak Pengendap 03                    | <b>TU-03</b> : Tangki Kaporit 03      | <b>TU-09</b> : Tangki N2H4 09        | <b>BO-01</b> : <i>Boiler</i> 01               |
| <b>BU-04</b> : Bak Pengendap 04                    | <b>TU-04</b> : Tangki Air Bersih 04   | <b>TU-10</b> : Tangki Dowtherm       | <b>BL-01</b> : <i>Blower Cooling Tower</i> 01 |
| <b>BU-05</b> : Bak Penampang Sementara 05          | <b>TU-05</b> : Tangki Air Service 05  | <b>SF-01</b> : <i>Sand Filter</i> 01 | <b>PU-01 - 22</b> : <i>Pompa Utilitas</i>     |

**Gambar 5.1** Diagram alir utilitas

### 5.1.2 Unit Pengolahan Air

#### a. Penghisapan

Air dari sungai dipompa menuju alat penyaringan untuk menghilangkan partikel-partikel pengotor yang berukuran cukup besar. Setelah tahap screening air akan ditampung di dalam *reservoir*.

#### b. *Screening*

Tahap *screening* dilakukan untuk menyaring kotoran-kotoran yang berukuran cukup besar seperti daun, ranting, dan sampah - sampah lainnya tanpa menggunakan bahan kimia. Sedangkan untuk partikel kecil yang masih terbawa akan diolah di tahap-tahap berikutnya. Pada sisi hisap pompa perlu dipasang saringan (*screen*) dan ditambah fasilitas pembilas untuk meminimalisir alat penyaring menjadi kotor dan menjadi cepat rusak.

#### c. Penggumpalan/ Koagulasi

Koagulasi merupakan proses penggumpalan partikel koloid akibat penambahan bahan koagulan atau zat kimia sehingga partikel-partikel tersebut bersifat netral dan membentuk endapan karena gravitasi. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau Aluminium Sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ), yang merupakan garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah, sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Untuk memperoleh sifat alkalis agar proses flokulasi dapat berjalan efektif, sering ditambahkan kapur karena kapur berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan. Sedangkan proses flokulasi

bertujuan untuk menggumpalkan partikel-partikel tersebut menjadi flok dengan ukuran yang memungkinkan untuk dipisahkan dengan sedimentasi dan filtrasi.

d. Pengendapan

Pengendapan ini dilakukan di dalam bak pengendapan yang bertujuan untuk mengendapkan *flok* yang terbentuk dari proses koagulasi-flokulasi. Bentuk-bentuk *flok* tadi akan mengendap yang selanjutnya dapat dibuang (*blow down*).

e. *Sand filter*

Air dari bak pengendap yang masih mengandung padatan tersuspensi selanjutnya memasuki alat sand filter untuk difiltrasi. Filtrasi ini bertujuan untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung di dalam air, seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{2+}$  dan lain-lain dengan menggunakan resin. *Sand Filter* dicuci (*back wash, rinse*) bila sudah dianggap kotor.

f. Penampungan air bersih

Air yang sudah melalui tahap filtrasi bisa disebut sebagai air bersih dan ditampung dalam bak penampung air bersih. Air tersebut kemudian didistribusikan untuk keperluan :

- *Service water*
- Air domestik
- *Make up cooling tower*
- Bahan baku *demin plant*

g. Demineralisasi

Proses demineralisasi ini bertujuan untuk menyiapkan air murni bebas mineral - mineral terlarut seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{2+}$ , sehingga didapatkan air bermutu tinggi dan memenuhi persyaratan sebagai air umpan Boiler dan air proses produksi. Peralatan yang bisa digunakan untuk pembuatan *Demin Water* ini adalah :

- *Mixed bed*

Unit Mixed Bed adalah tempat pembersihan air yang terakhir yang akan dipakai untuk mengisi Boiler bertekanan tinggi dimana resin anion dan resin kation digabungkan dalam satu *vessel*. Kation akan terambil oleh resin kation dan anion terambil oleh resin anion. Apabila *mixed bed* sudah jenuh, maka dilakukan regenerasi, sehingga kondisi resin dapat berfungsi kembali seperti semula.

h. *Deaerator*

Tujuan dari unit ini adalah menghilangkan gas-gas terlarut terutama  $\text{O}_2$  dan  $\text{CO}_2$  yang masih terikat dalam feed water yang telah didemineralisasi. Gas-gas tersebut dihilangkan agar tidak menyebabkan korosi pada alat proses. Reaksi yang disebabkan oleh gas-gas tersebut menyebabkan terbentuknya bitnik-bintik pada pipa yang semakin menebal dan akhirnya menutupi permukaan pipa. Sehingga diperlukan pemanasan agar gas-gas terlarut tersebut dapat dihilangkan.

## 1. Kebutuhan Air

### a. Kebutuhan air pendingin

**Tabel 5. 2** Total kebutuhan air pendingin

No.	Alat	Kode	Kebutuhan Air (kg/Jam)
1	Kristalizer-01	CR-01	224,2071
<b>Jumlah</b>			<b>224,2071</b>

Perancangan dibuat overdesign 20% = 269,0485 kg/jam

Jumlah air yang menguap ( $W_e$ )

$$= 0,00085 \times W_c \times (T_{in} - T_{out})$$

$$= 0,00085 \times 269,0485 \times 10$$

$$= 2,2869 \text{ kg/jam}$$

*Drift loss* ( $W_d$ )

$$= 0,0002 \times W_c$$

$$= 0,0002 \times 269,0485$$

$$= 0,0538 \text{ kg/Jam}$$

*Blowdown* ( $W_b$ )

$$= \frac{W_e}{(\text{Cycle}-1)} \text{ dipilih cycle 4 kali}$$

$$= 0,7085 \text{ kg/jam}$$

Sehingga jumlah *Make Up Water* ( $W_m$ )

$$W_m = W_e + W_d + W_b$$

$$= 3,0492 \text{ kg/Jam}$$

Perancangan dibuat overdesign 20% sehingga

$$W_m = 3,6591 \text{ kg/jam}$$

b. Kebutuhan air pembangkit *steam*/pemanas

**Tabel 5.3** Total kebutuhan air pemanas

No	Alat	Kode	Kebutuhan Steam (kg/Jam)
1	Heater-01	HE-01	1.914,3865
2	Heater-02	HE-02	122,8978
<b>Jumlah</b>			<b>2.037,2843</b>

$$\text{Perancangan dibuat overdesign 20\%} = 2.444,7411 \text{ kg/jam}$$

*Blowdown*

$$= 15\% \times \text{Kebutuhan steam}$$

$$= 15\% \times 2.444,7411$$

$$= 366,7112 \text{ kg/jam}$$

*Steam Trap*

$$= 5\% \times \text{Kebutuhan steam}$$

$$= 5\% \times 366,7112$$

$$= 122,2371 \text{ kg/jam}$$

Kebutuhan air *make up* untuk *steam*

$$= \text{Blowdown} + \text{steam trap}$$

$$= 366,7112 + 122,2371$$

$$= 488,9482 \text{ kg/jam}$$

Perancangan dibuat overdesign 20%, sehingga

$$= 586,7379 \text{ kg/jam}$$

c. Kebutuhan air domestik

**Tabel 5.4** Total kebutuhan air domestik

No	Keterangan	Kebutuhan Air (kg/jam)
1	Karyawan	11.730,0564
2	Perumahan	13.333,3333
<b>Total</b>		<b>25.063,3897</b>

- Kebutuhan air karyawan

Menurut standar WHO, kebutuhan air per orang yaitu berkisar antara 100-120 liter/hari.

Diambil kebutuhan air tiap orang:

$$= 100 \text{ liter/hari}$$

$$= 4,0729 \text{ kg/Jam}$$

$$\text{Jumlah karyawan} = 120 \text{ orang}$$

$$\text{Kebutuhan air untuk semua karyawan} = 488,7523 \text{ kg/jam}$$

- Kebutuhan air area mess

$$\text{Jumlah mess} = 20 \text{ rumah}$$

$$\text{Penghuni setiap mess} = 4 \text{ orang}$$

$$\text{Kebutuhan air untuk mess} = 13.333,34 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kebutuhan total air domestik} = 25.063,3897 \text{ kg/jam}$$

d. Kebutuhan *service water*

Kebutuhan *service water* diperkirakan sekitar 500 kg/jam yang akan dipergunakan untuk bengkel, laboratorium, pemadam kebakaran, dan lain-lain.

## 5.2 Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)

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

Kapasitas	: 2.782,071 kg/jam
Jenis	: <i>Water Tube Boiler</i>
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 pH nya yaitu sekitar 10,5– 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi. Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 350 °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 produksi.

### 5.3 Unit Pembangkit Listrik

Pabrik difenilamin ini menggunakan listrik yang diperoleh dari PLN dan generator diesel. Generator diesel disediakan untuk mengantisipasi apabila listrik dari PLN mengalami gangguan. Berikut spesifikasi generator yang digunakan :

Kapasitas : 158,7508 kW

Jenis : *Generator Set*

Jumlah : 1

Berikut rincian untuk kebutuhan listrik pabrik :

a. Kebutuhan listrik kebutuhan proses

**Tabel 5.5** Kebutuhan listrik alat proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		HP	Watt
Reaktor	R-01	26,32	19.626,824
Crystallizer	CR-01	7,5	5.592,75
Centrifuge	CF-01	0,05	37,285
Screw Conveyor	SC-01	1,69	1.260,233
Ball Mill	BM-01	15	11.185,5
Vibrating Screen	VS-01	4	2.982,8
Bucket Elevator	BE-01	5	3.728,5
Pompa Proses	P-01	0,125	93,2125
	P-02	0,75	559,275
	P-03	0,05	37,285
	P-04	0,5	372,85
	P-05	0,167	124,5319
	P-06	0,083	61,8931
	P-07	0,05	37,285
<b>Total</b>		<b>61,285</b>	<b>45.700,225</b>

Total power yang digunakan yaitu = 45,7002 kW

b. Kebutuhan listrik utilitas

**Tabel 5.6** Kebutuhan listrik utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Cooling Tower	CT-01	5	3.728,5000
Kompresor Udara Tekan	KU-01	3	2.237,1000
Blower	BL-01	5	3.728,5000
Pompa	PU-01	1	745,7000
	PU-02	1,5	1.118,5500
	PU-03	1,5	1.118,5500
	PU-04	0,05	37,2850
	PU-05	1	745,7000
	PU-06	1	745,7000
	PU-07	0,13	96,9410
	PU-08	0,5	372,8500
	PU-09	0,25	186,4250
	PU-10	0,05	37,2850
	PU-11	2	1.491,4000
	PU-12	0,5	372,8500
	PU-13	0,05	37,2850
	PU-14	0,05	37,2850
	PU-15	0,05	37,2850
	PU-16	0,05	37,2850
	PU-17	0,05	37,2850
	PU-18	0,125	93,2125
	PU-19	0,166	123,7862
	PU-20	0,05	37,2850
	PU-21	0,05	37,2850
<b>Total</b>		<b>23,121</b>	<b>17.241,3297</b>

Total power yang dibutuhkan = 17.241,3 Watt

Total listrik yang dibutuhkan untuk motor penggerak = 62.941,6 Watt

c. Kebutuhan listrik alat kontrol

Power yang dibutuhkan untuk alat kontrol diperkirakan 25% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor :

$$P = 15,735 \text{ kW}$$

d. Kebutuhan listrik untuk penerangan

Power yang dibutuhkan untuk alat penerangan diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor :

$$P = 9,441 \text{ kW}$$

e. Kebutuhan listrik untuk kantor

Power yang dibutuhkan untuk alat kantor seperti (AC, komputer, dan lain-lain) diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor :

$$P = 9,441 \text{ kW}$$

f. Kebutuhan listrik untuk bengkel

Power yang dibutuhkan untuk bengkel, laboratorium, dan lain-lain diperkirakan 15% dari total kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor :

$$P = 9,441 \text{ kW}$$

g. Kebutuhan listrik perumahan

Setiap rumah diperkirakan memerlukan listrik = 1.000 Watt

Jumlah rumah = 20 unit

Kebutuhan listrik perumahan = 20.000 Watt

$$= 20 \text{ kW}$$

Total kebutuhan listrik pabrik adalah 127,006 kW, dapat dilihat berdasarkan tabel dibawah ini :

**Tabel 5.7** Total kebutuhan listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
1.	Power Plant	45,7002
2.	Utilitas	17,2413
3.	Alat Kontrol	15,7354
4.	Penerangan	9,4412
5.	Peralatan Kantor	9,4412
6.	Bengkel, Laboratorium	9,4412
7.	Perumahan	20,0000
<b>Total</b>		<b>127,0006</b>

#### 5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakain alat *pneumatic control*. Jumlah udara tekan yang dibutuhkan diperkirakan sebesar 28,0368 m<sup>3</sup>/jam pada tekanan 5,5 bar. Pada dasarnya, proses yang terjadi pada unit ini adalah mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrumen udara. Mekanisme atau proses untuk membuat udara tekan dapat diuraikan sebagai berikut. Udara lingkungan ditekan menggunakan *compressor* yang dilengkapi *filter* (penyaring) udara hingga mencapai tekanan 5,5 bar, selanjutnya udara tersebut dialirkan menuju alat kontrol dan alat proses yang membutuhkannya.



## 5.5 Unit Penyedia Dowtherm

Dowtherm A dibutuhkan sebagai pendingin pada alat proses yaitu reaktor (R-01) dan cooler (CL-01) dengan total kebutuhan sebanyak 30.460,1711 kg/jam. Jika menggunakan air sebagai pendingin akan banyak air yang akan teruapkan dan konsumsi air juga akan banyak karena kondisi operasi mendekati titik didih air. Maka, dicari bahan pendingin yang sifat fisik dan kimianya lebih ringan dan dapat bertahan pada suhu tinggi dan tekanan tinggi. Oleh karena itu dipilih dowtherm A sebagai pendingin yang terdiri dari senyawa dipenil eter dan bipenil eter. Senyawa ini memiliki tekanan uap yang sama, sehingga campuran dapat ditangani seolah-olah itu senyawa tunggal. Dowtherm A diperoleh dari PT. Dow Chemical Indonesia, Cilegon.

Karena pendingin yang akan diproses di cooling water adalah dowtherm, dikhawatirkan akan ada dowtherm yang menguap dan terbang ke atmosfer. Oleh karena itu, pengadaan dowtherm sebagai cooling water dlebihkan 10% lebih banyak dari jumlah kebutuhannya.

Jumlah kebutuhan : 30.460,1711 kg/jam

Perancangan overdesign 10% : 33.506,1881 kg/jam

## 5.6 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini digunakan untuk menyediakan bahan yang dipergunakan pada boiler. Bahan bakar yang digunakan adalah solar sebesar 131,225 L/jam.

## 5.7 Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan

Limbah yang diperoleh dari pabrik difenilamin ini adalah limbah cairan.

### a. Limbah Sanitasi

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

### b. Air Limbah Laboratorium dan Limbah Cair dari Proses

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

- COD : maks. 100 mg/l      - BOD : maks. 20 mg/l
- TSS : maks. 80 mg/l      - Oil : maks. 5 mg/l
- pH : 6,5 – 8,5

### c. Limbah Hasil Proses

Pada pabrik ini menghasilkan limbah berupa senyawa dengan fase cair. Untuk menghindari dampak negatif dari limbah ini maka sebelum dibuang ke lingkungan, limbah tersebut diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu lingkungan.

## 5.8 Spesifikasi Alat Utilitas

### 5.8.1 Perancangan alat pengolahan air

#### 1. *Screening* (FU-01)

**Tabel 5.8** Spesifikasi screening

<b>Spesifikasi umum</b>	
Bahan	Aluminium
Kode	FU-01
Fungsi	Menyaring kotoran-kotoran berukuran besar
<b>Dimensi</b>	
Diameter lubang saringan (cm)	1
Panjang saringan (ft)	10
Lebar saringan (ft)	8
Jumlah air yang diolah (kg/jam)	36.544,1663

#### 2. Bak pengendapan awal (BU-01) / sedimentasi

**Tabel 5.9** Spesifikasi bak pengendapan awal /sedimentasi

Nama alat	Bak pengendapan awal / sedimentasi
Kode	BU-01
Fungsi	Mengendapkan kotoran yang terbawa dari air sungai
Bentuk	Seperti balok
Bahan	Beton bertulang
Volume (m <sup>3</sup> )	333,5661
Waktu tinggal (jam)	8
<i>Overdesign</i> (%)	20
<b>Dimensi</b>	
Tinggi (m)	4,3689

**Tabel 5.10** Spesifikasi bak pengendapan awal /sedimentasi (lanjutan)

Panjang (m)	8,7378
Lebar (m)	8,7378
Kapasitas bak pengendapan (m <sup>3</sup> /jam)	41,6958

### 3. Bak flokulator / bak penggumpal (B-02)

**Tabel 5.11** Spesifikasi bak flokulator/bak penggumpal

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Bak flokulator / bak penggumpal
Fungsi	(B-02)
Volume bak (m <sup>3</sup> )	39,5773
<i>Overdesign</i> (%)	20
Waktu pengendapan (jam)	1
<b>Dimensi</b>	
Diameter (m)	3,6942
Tinggi (m)	3,6942
Bentuk	Silinder tegak
<b>Jenis pengaduk</b>	
Jenis pengaduk	<i>Marine propeller 3 blade</i>
Diameter pengaduk (m)	1,2314
Jarak pengaduk (m)	0,9236
Jarak cairan dalam tangki (m)	3,3248
Jumlah <i>baffle</i> (buah)	4
Lebar <i>baffle</i> (m)	0,1627
Jumlah pengaduk	1
Power motor (HP)	2

#### 4. Tangki larutan alum (TU-01)

**Tabel 5.12** Spesifikasi tangki larutan alum

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Tangki larutan alum (tawas)
Fungsi	Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5%
Kebutuhan larutan alum (kg/jam)	0,1418
Waktu penyimpanan (hari)	14
Konsentrasi alum dalam air (ppm)	425
Bentuk	Silinder tegak
<i>Overdesign</i> (%)	20
Volume alum (m <sup>3</sup> )	2,8580
Diameter (m)	1,1490
Tinggi (m)	2,2980

#### 5. Bak pengendapan I (BU-03)

**Tabel 5.13** Spesifikasi bak pengendapan I

<b>Spesifikasi umum</b>	
Fungsi	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa air dari sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi)
Waktu tinggal	6 jam
Bentuk	Bak persegi
Bahan	Beton bertulang
Volume (m <sup>3</sup> )	237,6658
<i>Overdesign</i> (%)	20
<b>Dimensi</b>	
Tinggi (m)	3,9021
Panjang (m)	7,8043
Lebar (m)	7,8043
Kapasitas bak pengendapan (m <sup>3</sup> /jam)	39,6110

## 6. Bak pengendapan II (BU-04)

**Tabel 5.14** Spesifikasi bak pengendapan II

<b>Spesifikasi umum</b>	
Fungsi	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa air dari sungai dengan proses flokulasi (memberi kesempatan untuk proses flokulasi O <sub>2</sub> )
Waktu tinggal (jam)	8
Bentuk	Bak persegi
Bahan	Beton bertulang
Volume (m <sup>3</sup> )	89,6582
<i>Overdesign</i> (%)	20
<b>Dimensi</b>	
Tinggi (m)	2,8195
Panjang (m)	5,6391
Lebar (m)	5,6391
Kapasitas bak pengendapan (m <sup>3</sup> /jam)	11,2073

## 7. Bak saringan pasir / *Sand Filter* (SF-01)

**Tabel 5.15** Bak saringan pasir / *sand filter*

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Bak saringan pasir
Fungsi	Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai
Kecepatan penyaringan (gpm/ft <sup>2</sup> )	4
Diameter partikel (in)	0,0394
Material	Spheres
Tinggi lapisan pasir (m)	1,0994
<b>Dimensi</b>	
Volume (m <sup>3</sup> )	3,7977
Tinggi (m)	0,9828
Panjang (m)	1,9657
Lebar (m)	1,9657

## 8. Bak penampungan sementara ( BU-05)

Tabel 5.16 Bak penampung sementara

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Bak penampungan sementara
Fungsi	Menampung sementara raw water setelah disaring di <i>sand filter</i>
Waktu tinggal	1 jam
Bentuk	Bak persegi
Bahan	Beton bertulang
Volume (m <sup>3</sup> )	33,9326
<i>Overdesign</i> (%)	20
<b>Dimensi</b>	
Tinggi (m)	2,0395
Panjang (m)	4,0790
Lebar (m)	4,0790
Kapasitas bak penampungan (m <sup>3</sup> /jam)	28,2772

### 5.8.2 Pengolahan air sanitasi (*domestic water*)

#### 1. Tangki Klorinasi / Karbon aktif (TU-02)

Tabel 5.17 Spesifikasi tangki klorinasi

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Tangki klorinasi
Fungsi	Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga
Waktu tinggal	1 jam
Bentuk	Tangki silinder berpengaduk
<i>Overdesign</i> (%)	20%
<b>Dimensi</b>	
Tinggi (m)	3,3712
Diameter (m)	3,3712
Volume (m <sup>3</sup> )	30,0762
Kapasitas (m <sup>3</sup> /jam)	25,0634

## 2. Tangki kaporit (TU-03)

Tabel 5.18 Spesifikasi tangki kaporit

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Tangki kaporit
Fungsi	Menampung kebutuhan kaporit selama 1 bulan yang akan dimasukkan kedalam tangki klorinasi (TU-03)
Waktu tinggal	4 minggu
Bentuk	Silinder tegak
Kebutuhan kaporit (kg)	0,1802
Kebutuhan kaporit 30 hari (kg)	129,7405
<i>Overdesign</i> (%)	20
<b>Dimensi</b>	
Volume (m <sup>3</sup> )	0,0662
Diameter (m)	0,4386
Tinggi (m)	0,4386

## 3. Tangki air bersih (TU-04)

Tabel 5.19 Spesifikasi tangki kaporit

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Tangki air bersih
Fungsi	Menampung air untuk keperluan kantin dan rumah tangga
Waktu tinggal	24 jam
Bentuk	Silinder tegak
<i>Overdesign</i> (%)	20
<b>Dimensi</b>	
Volume (m <sup>3</sup> )	721,8256
Diameter (m)	9,7242
Tinggi (m)	9,7242
Kapasitas (m <sup>3</sup> /jam)	25,0634

#### 4. Tangki air bertekanan (TU-05)

Tabel 5.20 Spesifikasi tangki air bertekanan

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Tangki air bertekanan
Fungsi	Menampung air untuk keperluan layanan umum
Waktu tinggal	24 jam
Bentuk	Silinder tegak
<i>Overdesign</i> (%)	20
<b>Dimensi</b>	
Volume (m <sup>3</sup> )	14,4000
Diameter (m)	2,6373
Tinggi (m)	2,6373
Kapasitas ( m <sup>3</sup> /jam)	0,5000

#### 5.8.3 Pengolahan air pendingin

##### 1. Bak air pendingin (BU-06)

Tabel 5.21 Spesifikasi bak air pendingin

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Bak air pendingin
Fungsi	Menampung kebutuhan air pendingin dan proses
Waktu tinggal	24 jam
Bentuk	Bak persegi panjang
<i>Overdesign</i> (%)	20
<b>Dimensi</b>	
Volume (m <sup>3</sup> )	7,7486
Panjang (m)	2,4932
Tinggi (m)	2,4932
Lebar (m)	2,4932
Kapasitas (m <sup>3</sup> /jam)	0,2690

## 2. Cooling tower (CT-01)

Tabel 5.22 Spesifikasi *cooling tower*

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	<i>Cooling tower</i>
Fungsi	Mendinginkan air pendingin setelah digunakan
Luas tower (m <sup>2</sup> )	0,0254
<i>Mass velocity liquid</i> ( lb/jam.ft <sup>2</sup> )	2172,6556
Kebutuhan udara (ft <sup>3</sup> /jam)	5435,5138
<b>Dimensi</b>	
Tinggi (m)	8,6985
Panjang (m)	1,8631
Lebar (m)	1,8631
<b>Difusi unit</b>	
H1 (Btu/lb)	44,1
H2 (Btu/lb)	98,1
<b>Tinggi difusi</b>	
Tinggi unit difusi (m)	2,2074
Jumlah <i>spray</i>	10
Kecepatan volumetrik udara ( lb/jam.ft <sup>2</sup> )	1448,4371

## 3. Blower cooling tower (BLU-01)

Tabel 5.23 Spesifikasi *blower cooling tower*

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	<i>blower cooling tower</i>
Fungsi	Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan diinginkan
Kebutuhan udara (ft <sup>3</sup> /jam)	5435,5138
Suhu (°C)	30
tekanan (psi)	18,5373

## 5.8.4 Pengolahan air proses

### 1. *Mixed bed* (MB-01)

**Tabel 5.24** Spesifikasi *mixed bed*

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	<i>Mixed bed</i>
Fungsi	Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion Cl, SO <sub>4</sub> dan NO <sub>3</sub>
Waktu tinggal	19 jam
Bentuk	Silinder tegak
<i>Overdesign</i> (%)	20%
<b>Dimensi</b>	
Volume (m <sup>3</sup> )	2111,2738
Diameter (m)	1,8515
Tinggi (m)	1,3970
Kapasitas (m <sup>3</sup> /jam)	2,4447

### 2. Tangki NaCl (TU-06)

**Tabel 5.25** Spesifikasi tangki NaCl

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Tangki NaCl
Fungsi	Menampung larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation <i>exchanger</i>
Bentuk	Tangki silinder
<i>Overdesign</i> (%)	20
<b>Dimensi</b>	
Volume (m <sup>3</sup> )	0,0129
Diameter (m)	1,2123
Tinggi (m)	1,2123

### 3. Tangki *deaerator* (DE-01)

**Tabel 5.26** Spesifikasi tangki NaOH

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Tangki <i>deaerator</i>
Fungsi	Menghilangkan gas CO <sub>2</sub> dan O <sub>2</sub> yang terikat dalam <i>feed water</i> yang menyebabkan kerak pada reboiler
Waktu tinggal	1 jam
Bentuk	Tangki silinder tegak
<i>Overdesign</i> (%)	20
<b>Dimensi</b>	
Volume (m <sup>3</sup> )	2,9337
Diameter (m)	1,5518
Tinggi (m)	1,5518

### 4. Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (TU-08)

**Tabel 5.27** Spesifikasi tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Fungsi	Menyimpan tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Waktu tinggal	4 bulan
Bentuk	Tangki silinder tegak
<i>Overdesign</i> (%)	20
<b>Dimensi</b>	
Volume (m <sup>3</sup> )	2,9820
Diameter (m)	1,5603
Tinggi (m)	1,5603

## 5. Tangki air demin (TU-07)

Tabel 5.28 Spesifikasi tangki air demin

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Tangki air demin
Fungsi	Menampung air beba mineral sebagai air proses dan air umpan <i>boiler</i>
Waktu tinggal	24 jam
Bentuk	Silinder tegak
<i>Overdesign</i> (%)	20
<b>Dimensi</b>	
Volume (m <sup>3</sup> )	70,4085
Diameter (m)	4,4763
Tinggi (m)	4,4763
Kapasitas (m <sup>3</sup> /jam)	2,4447

## 6. Tangki NaOH (TU-09)

Tabel 5.29 Spesifikasi tangki NaOH

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Tangki NaOH
Fungsi	Menampung larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion <i>exchanger</i>
Bentuk	Tangki silinder
<i>Overdesign</i> (%)	20
<b>Dimensi</b>	
Volume (m <sup>3</sup> )	0,0262
Diameter (m)	1,5345
Tinggi (m)	1,5345

## 7. Tangki Dowterm (TU-10)

Tabel 5.29 Spesifikasi tangki dowterm

<b>Spesifikasi umum</b>	
Nama alat	Tangki dowterm
Fungsi	Menampung kebutuhan dowterm
Bentuk	Tangki silinder tegak
<i>Overdesign</i> (%)	20
<b>Dimensi</b>	
Volume (m <sup>3</sup> )	832,6723
Diameter (m)	10,1984
Tinggi (m)	10,1984

**Tabel 5.30** Spesifikasi alat pompa utilitas

<b>Pompa</b>	<b>PU-01</b>	<b>PU-02</b>	<b>PU-03</b>	<b>PU-04</b>	<b>PU-05</b>
Fungsi	Mengalirkan air dari sungai menuju <i>screener</i>	Mengalirkan air sungai dari <i>screener</i> ke <i>Reservoir</i>	Mengalirkan air dari Bak <i>reservoir</i> menuju Bak Koagulasi dan Flokulasi	Mengalirkan alum dari Tangki Alum menuju ke Bak Koagulasi dan Flokulasi	Mengalirkan air dari Bak Koagulasi/ flokulasi menuju ke Bak Pengendap
Jenis	<i>Centrifugal Pump Single Stage</i>				
Tipe	<i>Axial Flow Impeller</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Radial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>				
Kapasitas (gpm)	188,852	179,409	170,4389	0,006	170,4389
Spesifikasi					
<i>Head</i> Pompa (ft.lbf/lbm)	10,44	14,7129	14,6800	4,3689	3,7997
Sch.	40	40	40	40	40
Tenaga Pompa (HP)	0,75	1	1	0,0002	0,6868
Tenaga Motor (HP)	1	1,5	1,5	0,05	1

**Tabel 5.30** Spesifikasi alat pompa utilitas (lanjutan)

<b>Pompa</b>	<b>PU-06</b>	<b>PU-07</b>	<b>PU-08</b>	<b>PU-09</b>	<b>PU-10</b>
Fungsi	Mengalirkan air dari Bak pengendap I menuju Bak Pengendap II	Mengalirkan air dari Bak Pengendap II menuju Bak <i>Sand Filter</i>	Mengalirkan air dari Bak <i>Sand Filter</i> menuju Bak Penampung Sementara	Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara menuju area kebutuhan air	Mengalirkan kaporit dari Bak Tangki Kaporit menuju Tangki Klorinasi
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Tipe	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>mixed flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>
Bahan	<i>Commercial steel</i>				
Kapasitas (gpm)	170,4389	48,2229	146,1301	146,1301	2,19
Spesifikasi					
<i>Head</i> Pompa (ft lbf/lbm)	3,7997	1,4097	2,1041	1,3112	0,43
Sch.	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Tenaga Pompa (HP)	0,6868	0,0721	0,3388	0,2084	0,0005
Tenaga Motor (HP)	1	0,125	0,5	0,25	0,05

**Tabel 5.30** Spesifikasi alat pompa utilitas (lanjutan)

<b>Pompa</b>	<b>PU-11</b>	<b>PU-12</b>	<b>PU-13</b>	<b>PU-14</b>	<b>PU-15</b>
Fungsi	Mengalirkan air dari Tangki Klorinasi menuju Tangki air bersih	Mengalirkan air dari Tangki air bersih menuju kebutuhan domestik	Mengalirkan air dari Tangki air service menuju kebutuhan air service	Mengalirkan air dari Bak air pendingin menuju <i>Cooling Tower</i>	Mengalirkan air dingin dari <i>Cooling Tower</i> ke <i>recycle</i> dari Bak Air Dingin
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Tipe	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Mixed flow impeelers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>	<i>Axial Flow Impellers</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>				
Kapasitas (gpm)	129,52	129,52	2,58	1,3904	1,3904
Spesifikasi					
<i>Head</i> Pompa (ft lbf/lbm)	10,02	1,30	1,3	9,1250	5,3848
Sch.	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Tenaga Pompa (HP)	1,2961	0,35	0,0043	0,0161	0,0079
Tenaga Motor (HP)	2	0,5	0,05	0,05	0,5

**Tabel 5.30** Spesifikasi alat pompa utilitas (lanjutan)

<b>Pompa</b>	<b>PU-16</b>	<b>PU-17</b>	<b>PU-18</b>	<b>PU-19</b>	<b>PU-20</b>
Fungsi	Mengalirkan larutan NaCl dari Tangki NaCl menuju <i>Mixed bed</i>	Mengalirkan alira dari <i>mixed bed</i> menuju tangki air demin	Mengalirkan air dari tangki demin menuju tangki <i>deareator</i>	Mengalirkan larutan N2H4 dari tangki penampungan menuju <i>deareator</i>	Mengalirkan air dari dearator menuju boiler
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Tipe	<i>Radial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Mixed flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>				
Kapasitas (gpm)	0,0765	12,6339	12,6339	12,9326	12,6339
	Spesifikasi				
<i>Head</i> Pompa (ft lbf/lbm)	1,2179	1,6842	4,7635	1,5991	1,8823
Sch.	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Tenaga Pompa (HP)	0,0003	0,0282	0,0798	0,0428	0,0315
Tenaga Motor (HP)	0,05	0,05	0,125	0,166	0,05

**Tabel 5.30** Spesifikasi alat pompa utilitas (lanjutan)

<b>Pompa</b>	<b>PU-21</b>	<b>PU-22</b>
Fungsi	Mengalirkan larutan NaOH dari Tangki NaOH menuju <i>Mixed bed</i>	Mengalirkan dowertherm dari tangki menuju alat proses
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	
Tipe	<i>Radial flow impellers</i>	<i>Axial flow impellers</i>
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	
Kapasitas (gpm)	1,0119	157,41
	Spesifikasi	
<i>Head</i> Pompa (ft lbf/lbm)	1,7782	1,72
Sch.	40,00	40,00
Tenaga Pompa (HP)	0,0024	0,034
Tenaga Motor (HP)	0,05	0,5

## **BAB VI**

### **EVALUASI EKONOMI**

Evaluasi ekonomi prarancangan pabrik difenilamin merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam pendirian suatu pabrik. Dengan dilakukannya evaluasi ekonomi bisa untuk memperkirakan modal investasi untuk mengetahui apakah pabrik yang sedang dirancang layak atau tidak jika didirikan. Salah satu bagian penting dari perancangan pabrik ini adalah estimasi harga dari alat – alat yang akan digunakan dalam kebutuhan pabrik, karena harga alat tersebut digunakan sebagai dasar alasan untuk estimasi evaluasi analisa ekonomi tentang kelayakan investasi penanaman modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan melihat kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang akan diperoleh kedepannya, lamanya modal penanaman investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik impas atau balik modal.

Hal - Hal yang perlu ditinjau atau di analisa pada perancangan pabrik difenilamin ini antara lain :

1. Profitability
2. Percent Return of Investment (ROI)
3. Pay Out Time (POT)
4. Break Even Point (BEP)
5. Shut Down Point (SDP)
6. Discounted Cash Flow (DCF)

Untuk meninjau faktor-faktor di atas perlu dilakukan penafsiran terhadap beberapa faktor yaitu :

1. Penentuan modal industri (Total Capital Investment), yang terdiri dari:
  - Fixed Capital Investment (Modal tetap)
  - Working Capital (Modal Kerja)
2. Penentuan biaya produksi total (Total Production Costs), yang terdiri dari:
  - Biaya pengeluaran (Manufacturing Costs)
  - Biaya pengeluaran Umum (General Expense)
3. Pendapatan Modal Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:
  - Biaya Tetap (Fixed Cost)
  - Biaya Variabel (Variable Cost)
  - Biaya Mengambang (Regulated Cost)

### **6.1 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 diketahui 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 6.1** Indeks harga alat pada tahun 1991-2014

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1991	361,3
2	1992	358,2
3	1993	359,2
4	1994	368,1
5	1995	381,1
6	1996	381,7
7	1997	386,5
8	1998	389,5
9	1999	390,6
10	2000	394,1
11	2001	394,3
12	2002	395,6
13	2003	402
14	2004	444,2
15	2005	468,2
16	2006	499,6
17	2007	525,4
18	2008	575,4
19	2009	521,9
20	2010	550,8
21	2011	585,7
22	2012	584,6
23	2013	567,3
24	2014	576,1

(Sources : [www.chemengonline.com/pci](http://www.chemengonline.com/pci))

Dari tabel 6.1 diperoleh persamaan regresi linear untuk  $y=9,4935x-18553$ . Pabrik difenilamin dari anilin ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2026 dan akan beroperasi pada tahun 2027. Dari persamaan regresi linear tersebut diperoleh indeks harga alat pada tahun 2027 yaitu sebesar 680,831.

Untuk memperkirakan harga alat dapat menggunakan persamaan pendekatan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan ditentukan berdasarkan harga

pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga (Aries dan Newton, 1955).

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (6.1)$$

Dimana :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2027

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : *Index* harga pada tahun 2027

Ny : *Index* harga pada tahun referensi

## 6.2 Dasar Perhitungan

Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi pabrik difenilamin adalah :

1. Kapasitas produksi : 33.000 ton/tahun
2. Satu tahun operasi : 330 hari
3. Pabrik didirikan tahun: 2026
4. Pabrik beroperasi tahun: 2027
5. Nilai kurs mata uang : \$1 = Rp 14.653
6. Umur alat : 10 tahun

### 6.2.1 Perkiraan harga alat

Harga alat yang akan diperkirakan terdiri dari alat proses dan alat untuk utilitas. Perkiraan harga alat pabrik difenilamin ini berdasarkan data CEP dan didapat perkiraan harga seperti berikut :

**Tabel 6. 2** Perkiraan harga alat proses

<b>Nama Alat</b>	<b>Kode Alat</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Dalam USD (\$)</b>	<b>IDR (Rp)</b>
Tangki Penyimpanan C6H5NH2	T-01	1	1.299.400	23.072.980.236,37
Tangki Penyimpanan HCl	T-02	1	124.003,06	1.846.690.737,71
Reaktor <i>Batch</i>	R-01	6	1.764.181,96	26.272.727.072,29
Dekanter	DC-01	1	62.836,16	935.775.018,05
<i>Crystallizer</i>	CR-01	1	1.030.775,42	15.350.616.757,23
<i>Centrifuge</i>	CF-01	1	267.321,98	3.981.039.071,11
<i>Screw Conveyor</i>	SC-01	1	7.511,72	111.866.842,77
<i>Ball Mill</i>	BM-01	1	187.673,86	2.794.895.404,96
<i>Vibrating Screen</i>	VS-01	1	14.188,81	211.304.036,33
Silo C12H11NH	S-01	1	478.365,64	7.123.964.653,56
<i>Heater</i>	HE-01	1	33.623,91	500.737.296,19
<i>Heater</i>	HE-02	1	12.877,24	191.771.730,45
<i>Heater</i>	HE-03	1	20.150,50	300.087.244,88
<i>Cooler</i>	CL-01	1	153.215,32	2.281.728.459,58
<i>Bucket Elevator</i>	BE-01	1	22.535,17	335.600.528,30
Pompa	P-01	2	17.646,59	262.798.297,29
Pompa	P-02	2	17.646,59	262.798.297,29
Pompa	P-03	2	10.731,03	159.809.775,38
Pompa	P-04	2	23.846,74	355.132.834,18
Pompa	P-05	2	17.646,59	262.798.297,29
Pompa	P-06	2	10.731,03	159.809.775,38
Pompa	P-07	2	10.731,03	159.809.775,38
<i>Expansion Valve</i>	EXP-01	2	109,70	1.633.621,98
<b>Total</b>			<b>5.837.563,18</b>	<b>86.936.375.763,92</b>

**Tabel 6.3** Harga alat utilitas

No	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Dalam USD (\$)	IDR (Rp)
1	<i>Screening</i>	FU-01	1	61.763,06	919.794.040,51
2	Bak Sedimentasi	BU-01	1	7.034,79	104.764.186,08
3	Bak Koagulasi dan Flokulasi	BU-02	1	7.034,79	104.764.186,08
4	Tangki Larutan Alum	TU-01	1	119,23	1.775.664,17
5	Bak Pengendap I	BU-03	1	7.034,79	104.764.186,08
6	Bak Pengendap II	BU-04	1	7.034,79	104.764.186,08
7	Sand Filter	SF-01	1	5.961,69	88.783.208,54
8	Bak Penampung Sementara	BU-05	1	7.034,79	104.764.186,08
9	Tangki Klorinasi	TU-02	1	25.039,08	372.889.475,88
10	Tangki penyimpan Kaporit	TU-03	1	7.034,79	104.764.186,08
11	Tangki Air Bersih	TU-04	1	110.171,95	1.640.713.693,89
12	<i>Service Water Tank</i>	TU-05	1	27.304,52	406.627.095,13
13	Bak Air Pendingin	BU-06	1	7.034,79	104.764.186,08
14	<i>Cooling Water</i>	CT-01	1	363.662,81	5.415.775.721,17
15	<i>Cooling tower dowtherm</i>	CT-02	1	4.292,41	63.923.910,15
16	<i>Blower Cooling Tower</i>	BL-01	1	4.292,41	63.923.910,15
17	<i>Mixed Bed</i>	MB-01	1	112.377,77	1.673.563.481,05
18	Tangki NaCl	TU-06	1	2.503,91	37.288.947,59
19	Tangki NaOH	TU-09	1	2.503,91	37.288.947,59
20	Tangki dowtherm	TU-10	1	10.731,11	159.809.775,38
21	Tangki Air Demin	TU-07	1	179.208,27	2.668.823.248,83
22	Deaerator	DE-01	1	24.085,21	358.684.162,52
23	Tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	TU-08	1	10.731,03	159.809.775,38

**Tabel 6.3** Harga alat utilitas (lanjutan)

No	Nama alat	Kode alat	jumlah	Dalam USD (\$)	IDR (Rp)
24	Boiler	BO-01	1	3.207,39	47.765.366,20
25	pompa 1	PU-01	2	25.277,55	376.440.804,23
26	pompa 2	PU-02	2	25.277,55	376.440.804,23
27	pompa 3	PU-03	2	25.277,55	376.440.804,23
28	pompa 4	PU-04	2	1.430,80	21.307.970,05
29	pompa 5	PU-05	2	25.277,55	376.440.804,23
30	pompa 6	PU-06	2	25.277,55	376.440.804,23
31	pompa 7	PU-07	2	25.277,55	376.440.804,23
32	pompa 8	PU-08	2	25.277,55	376.440.804,23
33	pompa 9	PU-09	2	25.277,55	376.440.804,23
34	pompa 10	PU-10	2	1.430,80	21.307.970,05
35	pompa 11	PU-11	2	40.539,46	603.725.818,10
36	pompa 12	PU-12	2	40.539,46	603.725.818,10
37	pompa 13	PU-13	2	2.623,14	39.064.611,76
38	pompa 14	PU-14	2	43.162,60	642.790.429,86
39	pompa 15	PU-15	2	43.162,60	642.790.429,86
40	pompa 16	PU-16	2	1.430,80	21.307.970,05
41	pompa 17	PU-17	2	32.193,10	479.429.326,14
42	pompa 18	PU-18	2	32.193,10	479.429.326,14
43	pompa 19	PU-19	2	32.193,10	479.429.326,14
44	pompa 20	PU-20	2	32.193,10	479.429.326,14
45	pompa 21	PU-21	2	2.623,14	39.064.611,76
46	Pompa 22	PU-22	2	25.277,55	376.440.804,23
Total				<b>1.729.771,19</b>	<b>25.760.271.462,77</b>

### 6.3 Perhitungan Biaya

#### 1. Modal (*capital Investment*)

*Capital investment* merupakan biaya yang harus disiapkan sebelum mendirikan dan menjalankan suatu pabrik. *Capital investment* terdiri dari 2 macam yaitu :

##### a. *Fixed capital Investment*

Biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik disebut *fixed capital investment*. Setelah melakukan perhitungan rencana maka pabrik difenilamin ini memerlukan rencana *physical plant cost, direct plant cost, and fixed capital investment* seperti pada tabel berikut :

**Tabel 6.4** *Physical plant cost*

No	Jenis	Harga (Rp)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	110.590.492.631,33
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	27.157.623.157,83
3	<i>Installation cost</i>	19.670.345.182,16
4	Pemipaan	62.867.449.724,68
5	Instrumentasi	27.948.979.042,65
6	Insulasi	4.490.432.121,55
7	Listrik	16.588.573.894,70
8	Bangunan	51.705.000.000,00
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	68.130.000.000,00
<b>Total</b>		<b>389.638.895.754,91</b>

**Tabel 6.5** *Direct plant cost*

No	Jenis Biaya	Harga (Rp)
1	<i>Physical Plant Cost</i>	390.359.244.383,55
2	<i>Engineering and Construction</i>	78.071.848.876,51
<b>Total</b>		<b>468.431.093.259,06</b>

**Tabel 6.6** *Fixed capital investment (FCI)*

No	Fixed Capital	IDR (Rp)
1	Direct Plant Cost	467.566.674.905,89
2	Contractor's fee	46.756.667.490,59
3	Contingency	46.756.667.490,59
<b>Jumlah</b>		<b>561.080.009.887,07</b>

b. *Working capital investment*

*Working capital investment* yaitu modal biaya yang diperlukan dalam mendirikan pabrik atau usaha untuk mengoperasikan suatu pabrik selama kurun waktu tertentu. Ada beberapa sumber modal yang bisa didapatkan dalam pendirian suatu pabrik yaitu bisa dari pinjaman bank, uang pribadi, atau dari pihak investor. Rasio perbandingan antara uang pribadi dengan pinjaman dari bank tergantung dari jumlah uang sendiri dan uang pinjaman bisa menggunakan sharing profit atau sebesar 40:60 atau 30:70 atau perbandingan lainnya menyesuaikan dari uang yang ditanamkan. Tujuan akhir dari penanaman modal adalah mendapatkan keuntungan dari modal yang sudah ditanam, beberapa ciri-ciri investasi yang baik yaitu :

- Bisa menghasilkan laba yang maksimum
- Investasi yang cepat kembali

- Menganut hukum yang baik, teknologi yang memadai , aman , dan lain-lain.

**Tabel 6.7** Working capital investment (WCI)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	42.594.002.374,44
2	<i>Inproses Inventory</i>	139.925.439.136,19
3	<i>Product Inventory</i>	101.763.955.735,41
4	<i>Extended Credit</i>	167.044.200.000,00
5	<i>Available Cash</i>	101.763.955.735,41
	<b>Total</b>	<b>553.091.552.981,45</b>

## 2. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

Manufacturing cost adalah biaya yang harus disediakan atau dikeluarkan untuk melakukan produksi suatu produk dalam pabrik.

### a. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Direct Manufacturing Cost atau biaya langsung adalah biaya pengeluaran yang masih berkaitan langsung dalam pembuatan produk yang berhubungan dengan memproduksi suatu produk dalam pabrik.

**Tabel 6.8** Direct manufacturing cost (DMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)
1	Raw Material	468.534.026.118,88
2	Labor	1.156.000.000,00
3	Supervision	289.000.000,00
4	Maintenance	196.378.003.460,48
5	Plant Supplies	29.456.700.519,07
6	Royalty and Patents	36.749.724.000,00
7	Utilities	147.543.299.705,75
	<b>Total</b>	<b>880.106.753.804,18</b>

b. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

*Indirect Manufacturing Cost* atau biaya tidak langsung adalah biaya-biaya yang tidak ikut terkait langsung oleh unit produksi dalam pabrik.

**Tabel 6.9** *Fixed capital investment (FCI)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)
1	<i>Payroll Overhead</i>	173.400.000,00
2	<i>Laboratory</i>	115.600.000,00
3	<i>Plant Overhead</i>	693.600.000,00
4	<i>Packaging and Shipping</i>	165.373.758.000,00
	<b>Total</b>	<b>166.356.358.000,00</b>

c. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Fixed Manufacturing Cost atau biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan oleh pabrik pada saat kondisi operasi maupun tidak. Pengeluaran yang bersifat konstan atau tetap yang tidak bergantung waktu dan tingkat produksi.

**Tabel 6.10** *Fixed manufacturing cost (FMC)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)
1	<i>Depreciation</i>	56.108.000.988,71
2	<i>Properti taxes</i>	11.221.600.197,74
3	<i>Insurance</i>	5.610.800.098,87
	<b>Total</b>	<b>72.940.401.285,32</b>

**Tabel 6.11** *manufacturing cost*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	880.106.753.804,18
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	166.356.358.000,00
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	72.940.401.285,32
	<b>Total</b>	<b>1.119.403.513.089,50</b>

### 3. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

*General Expenses* atau disebut pengeluaran umum terdiri dari pengeluaran-pengeluaran yang berhubungan dengan fungsi dari perusahaan yang tidak termasuk oleh *Manufacturing cost*. Biaya yang harus dikeluarkan guna untuk kepentingan dalam kelancaran jalannya perusahaan secara keseluruhan.

**Tabel 6.12** *General expenses*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)
1	<i>Administration</i>	36.749.724.000,00
2	<i>Sales Expense</i>	220.498.344.000,00
3	<i>Research</i>	73.499.448.000,00
4	<i>Finance</i>	44.566.862.514,74
<b>Total</b>		<b>375.314.378.514,74</b>

**Tabel 6.13** *Total production cost*

Type of Expenses	Biaya (Rp)
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	1.119.403.513.089,50
<i>General Expenses(GE)</i>	375.314.378.514,74
<b>Total</b>	<b>1.494.717.891.604,24</b>

## 6.4 Total Keuntungan

### 1. Keuntungan sebelum pajak

Total penjualan : Rp 1.837.486.200.000,00

Total biaya produksi : Rp 1.494.717.891.604,24

Keuntungan : Total Penjualan – Total biaya produksi

: Rp 342.768.308.395,76

## 2. Keuntungan sesudah pajak

Pajak	: 22 % x Rp 342.768.308.395,76
	: Rp 75.409.027.847,07
Keuntungan	: Keuntungan Sesudah Pajak
	: Rp 267.359.280.548,69

## 6.5 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan digunakan untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak secara ekonomi. Ada beberapa cara yang dilakukan untuk melihat suatu kelayakan pabrik, antara lain :

### a. *Return on investment (ROI)*

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. Jumlah uang yang diterima atau hilang tersebut disebut laba/rugi atau bunga.

$$\%ROI = \frac{\textit{Profit}}{\textit{Fixed capital investment}} \times 100\% \quad (6.1)$$

#### - *ROI* sebelum pajak

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

$$ROI = \frac{\textit{Keuntungan sebelum pajak}}{\textit{fixed capital investment}} \times 100\% \quad (6.2)$$

$$ROI = \frac{342.768.308.395,76}{561.080.009.887,07} \times 100\%$$

ROI sebelum pajak = 61,09%

- ROI setelah pajak

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan setelah pajak}}{\text{fixed capital investment}} \times 100\% \quad (6.3)$$

$$ROI = \frac{267.359.280.548,69}{561.080.009.887,07} \times 100\%$$

ROI sesudah pajak = 47,65%

b. *Pay Out Time (POT)*

Pay out time adalah angka yang menunjukkan berapa lama waktu pengembalian modal dengan membandingkan besar total modal investasi dengan penghasilan bersih setiap tahun. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang didapat. Perhitungan ini dibutuhkan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang sudah dilakukan akan kembali.

- POT sebelum pajak

$$POT = \frac{\text{fixed capital invesment}}{\text{Keuntungan sebelum pajak} + 0,1 \times \text{fixed capital}} \quad (6.4)$$

$$POT = \frac{561.080.009.887,07}{342.768.308.395,76 + 0,1 \times 561.080.009.887,07}$$

POT sebelum pajak = 1,41 tahun

- POT setelah pajak

$$POT = \frac{\text{fixed capital invesment}}{\text{Keuntungan sesudah pajak} + 0,1 \times \text{fixed capital}}$$

$$POT = \frac{561.080.009.887,07}{267.359.280.548,69 + 0,1 \times 561.080.009.887,07}$$

POT setelah pajak = 1,73 tahun

c. *Break Even Point (BEP)*

*Break Even Point* adalah suatu keadaan perusahaan dimana dengan keadaan tersebut perusahaan tidak mengalami kerugian juga perusahaan tidak mendapatkan keuntungan sehingga terjadi keseimbangan impas. Sehingga dapat dikatakan bahwa perusahaan yang mencapai titik break even point adalah perusahaan yang telah mencapai kesetaraan antara modal yang dikeluarkan untuk produksi dengan pendapatan produk yang dihasilkan. Pabrik akan mengalami kerugian jika beroperasi dibawah *Break Event Point*, dan apabila beroperasi diatas *Break Event Point* pabrik bisa dikatakan untung. Nilai BEP pabrik kimia pada umumnya adalah 40-60% (Aries dan Newton, 1955).

$$BEP = \frac{Fa + 0,3Ra}{Sa - Va - (-0,7Ra)} \times 100\% \quad (6.5)$$

Dimana :

Fa = *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra = *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va = *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa = *Annual Sales Value* pada produksi maksimum *Annual*

**Tabel 6.14** *Annual fixed manufacturing cost (Fa)*

Jenis Biaya	Harga (Rp)
Depresiasi	56.108.000.988,71
Property Taxes	11.221.600.197,74
Asuransi	5.610.800.098,87
<b>TOTAL</b>	<b>72.940.401.285,32</b>

**Tabel 6.15** *Annual regulated expenses (Ra)*

<b>Jenis Biaya</b>	<b>Harga (Rp)</b>
Gaji Karyawan	1.156.000.000,00
Payroll Overhead	173.400.000,00
Supervision	289.000.000,00
Plant Overhead	693.600.000,00
Laboratorium	115.600.000,00
General Expense	375.314.378.514,74
Maintenance	196.378.003.460,48
Plant Supplies	29.456.700.519,07
<b>TOTAL</b>	<b>603.576.682.494,29</b>

**Tabel 6.16** *Annual variabel value (Va)*

<b>Jenis Biaya</b>	<b>Harga (Rp)</b>
Raw Material	468.534.026.118,88
Packaging	146.998.896.000,00
Shipping	18.374.862.000,00
Utilities	147.543.299.705,75
Royalty & Patent	36.749.724.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>818.200.807.824,63</b>

**Tabel 6.17** *Annual sales value (Sa)*

<b>No</b>	<b>Jenis Biaya</b>	<b>Harga (Rp)</b>
1	<i>Annual Sales Value</i>	1.837.486.200.000,00
	Total	1.837.486.200.000,00

Dengan menggunakan rumus dan data diatas maka didapatkan nilai BEP sebesar : 42,56%.

*d. Shut Down Point (SDP)*

*Shut down point* adalah titik di mana suatu aktivitas produksi dalam pabrik harus berhenti, hal ini disebabkan ada beberapa penyebab diantaranya yaitu variable cost yang sangat tinggi, atau keputusan yang

salah dalam pengambilan keputusan yang mengakibatkan cost tidak ekonomis dan menyebabkan pabrik tidak menghasilkan profit yang diharapkan. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.

$$SDP = \frac{0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100\% \quad (6.6)$$

Didapatkan  $SDP = 30,34\%$

e. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

*Discounted cash flow rate of return* adalah bunga maksimum dimana pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik. Persamaan untuk menghitung DCFR adalah sebagai berikut :

$$\frac{(WC + FCI) \times (1+i)^{10}}{CF} = ((1+i)^9 + (1+i)^8 + \dots + (1+i) + 1) \frac{WC + SV}{CV} \quad (6.7)$$

Dimana :

$FCI = \text{Fixed capital investment}$

WC = *Working capital investment*

SV = *Salvage value* = depresiasi

n = Umur pabrik 10 tahun

i = Nilai DCFR

Sebagai perhitungan digunakan data sebagai berikut

FCI = Rp 561.080.009.887,07

WCI = Rp 553.091.552.981,45

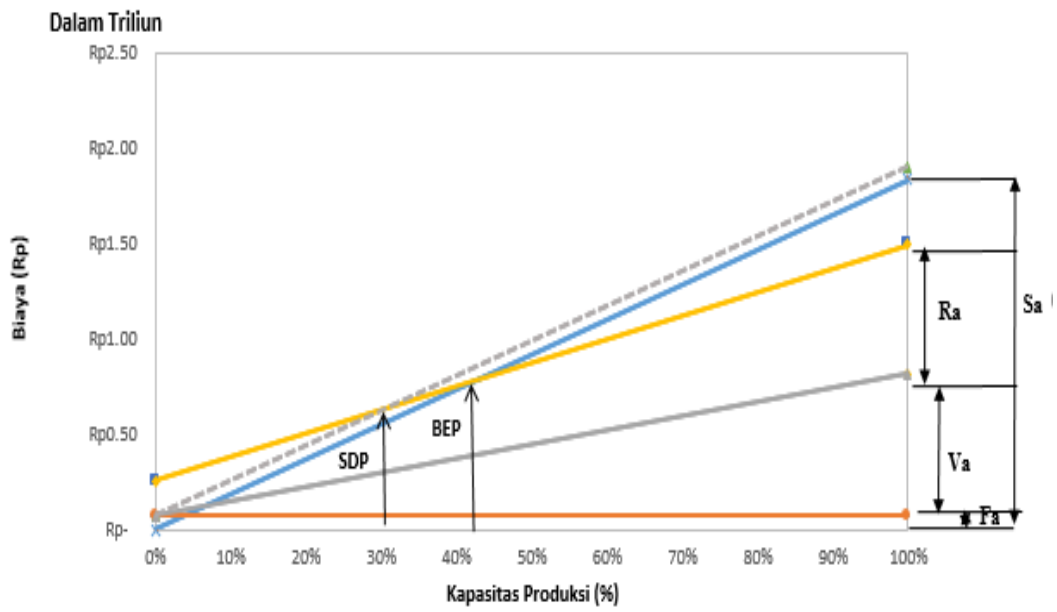
SV = Rp. 56.108.000.988,71

n = 10 tahun

Sehingga diperoleh *trial & error* dapat dihitung nilai DCFR. Diperoleh nilai

DCFR adalah :

DCFR = 33,66%



**Gambar 6.1** Grafik evaluasi ekonomi

## BAB VII

### PENUTUP

#### 7.1 Kesimpulan

Prarancangan pabrik difenilamin dari anilin dengan kapasitas produksi 33.000 ton/tahun, menggunakan katalis asam klorida ini direncanakan didirikan di Kecamatan Kalidoni, Kelurahan Sungai Selincih, Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan., dengan luas area 39.945 m<sup>2</sup>.

Dari hasil perhitungan dan evaluasi ekonomi, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dilihat dari tekanan operasi 6 atm dan suhu operasi yang tinggi sebesar 300°C serta bahan yang berbahaya bagi karyawan, maka pabrik ini termasuk pabrik beresiko tinggi.
2. Dari hasil evaluasi ekonomi diperoleh:
  - a. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 61,09% dan setelah pajak sebesar 47,65%. Diketahui ROI minimal untuk pabrik dengan resiko tinggi (*high risk*) sebelum pajak adalah 44% (Aries dan Newton, 1955).
  - b. Bila dilihat *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 1,41 tahun dan setelah pajak sebesar 1,73 tahun. Diketahui POT maksimal untuk pabrik dengan resiko tinggi (*high risk*) sebelum pajak adalah 2 tahun (Aries & Newton, 1955).
  - c. *Break Even Point* (BEP) yang diperoleh adalah sebesar 42,56% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 30,34%. Diketahui bahwa kisaran BEP yang

menarik adalah 40% – 60% (Aries & Newton, 1955).

d. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 33,66%. Harga DCF yang menarik bagi investor adalah 1,5 – 2,0 kali suku bunga bank. Suku bunga bank rata-rata saat ini adalah 15%, maka DCF minimum yang harus dipenuhi adalah sebesar 22,50%. Dengan demikian, pabrik ini cukup menarik bagi investor karena memberikan keuntungan yang lebih besar daripada jika mereka menyimpan modal di bank.

Berdasarkan analisis di atas pabrik difenilamin dari anilin dengan kapasitas 33.000 ton/tahun, dengan jumlah karyawan 120 pekerja maka pabrik difenilamin cukup menarik untuk dilanjutkan pada tahap perancangan pabrik serta layak dipertimbangkan untuk didirikan.

## **7.2 Saran**

Dalam perancangan pabrik kimia diperlukan pengetahuan dan pemahaman yang didukung dengan adanya referensi dan pranalar lain yang berhubungan dengan konsep dasar pendirian suatu pabrik. Mempelajari lebih dalam akan seluruh konsep tersebut harapannya akan menjadikan produk difenilamin dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor keluar negeri dimasa yang akan datang yang jumlahnya semakin meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R. S. and Newton, R. D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw-Hill, Book Company, New York.
- Faith, W.L., Keyes, D.B., Clark, R.L., 1975, *Industrial Chemical*, 4th ed., John Willey and Sons Inc., New York.
- Fogler, H. Scott, 1999, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, 3th ed., Prentice-Hall Inc, New Jersey.
- Geankoplis, C. J., 2003, *Transport Processes and Unit Operations*, 4th ed., Allyn and Bacon Inc., 7 Wells Avenue, Massachussets.
- Groggins, P. H., 1995, *Unit Processes in Organic Synthesis*, , 5th ed., McGrawHill, Book Company, New York.
- Huggot, E., 1986, *Handbook of Cane Sugar Engineering*, Series 7, part I, Elsevier Publishing Company, Netherland.
- Kern, D. Q., 1983, *Process Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Company Inc., New York.
- Kirk, R. E. and Othmer, D. F., 1965, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 4th ed., vol. 2, John Wiley & Sons, Canada.
- Brown, G. G., 1978, *Unit Operations*, Modern Asian Edition, John Wiley & Sons, inc., New York.
- Brownell, L. E. and Young, E. H., 1959, *Process Equipment Design*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- McAdams, W. H., 1954, *Heat Transmission*, 3rd ed, McGraw-Hill, Book Company, New York.

McCabe, W. L., Smith, J. C., and Harriot, P., 1993, *Unit Operations of Chemical Engineering*, 5th ed., McGraw-Hill Book Company, Singapore.

Nelson, W.L., 1985, *Petroleum Refinery Engineering*, Mc. Graw Hill Book Company Inc., New York. Perry, R. H. and Green, D., 1999, *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 7th ed., McGraw-Hill, New York.

Smith, J. M. and Van Ness, H. C., 2001, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 6th ed., The McGraw-Hill Companies, Inc. New York.

US Patent No. 2,820,829, 1958, <https://patents.google.com/patent/US282082-9A/en>,

US Patent No. 2,256,196A, 1940, <https://patents.google.com/patent/US225619-6A/en>,

US Patent No. 4,480,127A, 1983 <https://patents.google.com/patent/US448012-7A/en>,

[www.alibaba.com,2022,https://www.alibaba.com/showroom/diphenylamine.html](https://www.alibaba.com/showroom/diphenylamine.html)

## LAMPIRAN A

### PERANCANGAN REAKTOR - 01

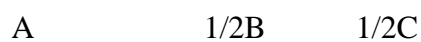
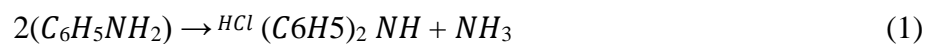
Fungsi : Tempat terjadinya reaksi *cracking* anilin dengan bantuan katalis asam klorida membentuk difenilamin

Jenis : Reaktor *batch*

Kondisi Operasi : Suhu = 300 °C

Tekanan = 6 atm

Reaksi Catalytic cracking:



#### A. Konstanta Laju Reaksi :

Berdasarkan referensi jurnal *Procedia Chemistry (Modeling Of Condensation Reaction Of Aniline To Diphenylamine By PM7 Methode)* dan jurnal US Patent No 3118944 diketahui data nilai A (Faktor *Pre-exponential*) dan nilai Ea (Energi Aktivasi) persamaan Arrhenius sehingga untuk mencari konstanta kinetika reaksi digunakan persamaan berikut:

$$k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}} \text{ atau } \ln k = \frac{-E_a}{RT} + \ln A \quad (1.9)$$

Keterangan :

k= konstanta laju reaksi

$A = \text{factor pre-exponential}$

$E_a = \text{energi aktivasi (J/mol)}$

$T = \text{suhu (}^\circ\text{K)}$

Dalam proses pembuatan difenilamin ini reaksi yang terjadi adalah reaksi

*Catalytic Cracking* dimana data yang diperoleh sebagai berikut:

$$A : 6,07 \times 10^6$$

$$E : 12304,5 \text{ J/mol}$$

$$T : 573 \text{ K}$$

$$k = 6,07 \times 10^6 \times \text{Exp}(-12304,5 / 573)$$

$$k = 0,0029 \text{ 1/min}$$

$$-r_A = \underline{k \cdot C_a}$$

$$-(k \cdot C_a) = d(C_a)/dt$$

$$-(k \cdot C_{a0}(1-x_a)) = (-C_{a0} \cdot d(x_a))/dt$$

$$dt = (d(x_a))/(k(1-x_a))$$

$$t = (1/k) \cdot (-\ln(1-x_a))$$

$$t = 4,0025 \text{ jam}$$

$$t = 4 \text{ jam}$$

## B. Menghitung volume reaktor

a. Densitas campuran

Komponen	A	B	n	Tc	Density (Kg/m <sup>3</sup> )
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	0.3119	0.25	0.28571	699	729.5043096
H <sub>2</sub> O	0.3471	0.274	0.28571	647.13	696.9463791
HCl	0.44134	0.270	0.3167	324.6500	787.8018167

b. Laju volumetrik ( $F_v$ )

Komponen	Massa (kg/jam)	kmol/jam	fraksi massa(xi)	$\rho^\circ$ komponen (kg/m <sup>3</sup> )	$F_v$ (m <sup>3</sup> /jam)
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	7765.549071	83.5005276	0.964201	729.5043	10.64496668
HCl 37%	77.65549071	2.12754769	0.009642	787.8018	0.098572368
H <sub>2</sub> O	210.6641035	11.7035613	0.026157	696.9464	0.302267305
<b>Total</b>	<b>8053.868665</b>	<b>97.3316</b>	<b>1</b>	<b>2214.253</b>	<b>11.04580636</b>

$$F_v = \frac{\text{Massa (kg/jam)}}{\text{Densitas (Kg/L)}}$$

$$F_v = 11045,8063 \text{ L/jam}$$

c. Volume reaktor

$$V = \text{waktu reaksi} \times \text{laju volumetrik}$$

$$V = 4 \times 11045,8063$$

$$V = 44183,2254 \text{ L}$$

$$V = 11671,9710 \text{ Gallon}$$

### C. Optimasi Reaktor

Tujuan dari optimasi yaitu untuk mengetahui berapa jumlah reaktor dan volume reaktor yang akan digunakan berdasarkan dari konversi dan harga reaktor.

Harga reaktor didapat dari web: <http://www.matche.com/equipcost/Reactor.html> kemudian harga tersebut digunakan sebagai pertimbangan jumlah reaktor dengan harga minimal. Bahan reaktor yang dipilih yaitu stainless steel karena tahan terhadap korosi.

Penentuan jumlah reaktor menggunakan rumus : (n)

$$\frac{\text{Waktu pengisian} + \text{pengosongan} + \text{reaksi}}{\text{pengisian}}$$

Waktu pengisian = 1 jam

Waktu reaksi = 4 jam




Waktu pengosongan = 1 jam

Jumlah reaktor (n) = 6 buah reaktor

Penjadwalan reaktor :

Reaktor/Jam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Batch 1	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue					
Batch 2		Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue				
Batch 3			Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue			
Batch 4				Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue		
Batch 5					Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	
Batch 6						Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Blue

Keterangan :

	: Waktu pengisian
	: Waktu reaksi
	: Waktu pengosongan

Jumlah reaktor berpengaruh pada ekonomi sehingga dilakukan optimasi terkait jumlah reaktor yang ekonomis dan didapatkan jumlah reaktor yang ekonomis adalah 6 buah reaktor.

#### **D. Menghitung Dimensi Reaktor**

Berdasarkan buku brownell & young 1959, diketahui perbandingan diameter dan tinggi reaktor yaitu D:H = 1

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Shell} &= \text{Volume cairan} \times 1,2 \\
 &= 44.183,2254 \times 1,2 \\
 &= 53.019,8705 \text{ L} \\
 &= 53,0199 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume shell} &= \frac{\pi}{4} D^2 H \\
 &= \frac{\pi}{4} D^3 \\
 D &= \sqrt[3]{\frac{4 V_{shell}}{\pi}} \\
 D &= \sqrt[3]{\frac{4 \times 53,0199 \text{ m}^3}{3,14}} \\
 D &= 4,0724 \text{ m} \\
 &= 160,3329 \text{ in} \\
 &= 13,3592 \text{ ft} \\
 D &= H \\
 H &= 4,0724 \text{ m} \\
 &= 160,3329 \text{ in} \\
 &= 13,3592 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Digunakan bentuk *head* jenis *Torispherical Flanged & Dished Head* dikarenakan mampu beroperasi hingga tekanan 15 bar ataupun tekanan atmosferic dan harganya lebih ekonomis.

### E. Menghitung Desain Reaktor

$$V_{\text{dish}} = 0,000049D^3$$

$$V_{\text{dish}} = 0,000049 \times (13,3592)^3$$

$$= 0,1168 \text{ ft}^3$$

$$= 0,0033 \text{ m}^3$$

$$= 201,8781 \text{ in}^3$$

Tebal *shell* (ts)=

$$\frac{\text{tekanan desain} \times \text{jari} - \text{jari}}{(\text{Allowable stress} \times \text{efisiensi pengelasan}) - (0,6 \times \text{tekanan desain})} + \text{faktor koreksi}$$

Keterangan :

Tekanan desain = 110,0466 Psi

Jari-jari =  $160,3329/2 = 80,16664 \text{ in}$

Allowable stress = 17100 Psia

Efisiensi pengelasan = 0,8

Faktor koreksi = 0,125

ts = 0,7730 in

ts standart dipilih = 0,875 in

Dengan begitu nilai sf yang didapat berkisar 1,5 in hingga 4 in.

Dipilih sf 2 in, 0,1666 ft.

$$V_{sf} = \frac{\pi}{4} D^2 s f$$

$$V_{sf} = 23,3498 \text{ ft}^3$$

$$= 0,6612 \text{ m}^3$$

$$= 40348,5793 \text{ in}^3$$

$$V_{head} = V_{dish} + V_{sf}$$

$$= 23,4667 \text{ ft}^3$$

$$= 0,6645 \text{ m}^3$$

$$= 40550,4574 \text{ in}^3$$

$$V_{reaktor} = V_{shell} + 2V_{head}$$

$$= 54,3490 \text{ m}^3$$

Material yang digunakan adalah stainless steel SA-167 grade 11 type 316 karena bahan tahan korosi.

#### **F. Menentukan Tekanan Hidrostatik**

Diketahui : tekanan operasi = 6 atm = 88,188 Psi

Faktor kelonggaran = 20%

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

Densitas campuran = 729,2148 kg/m<sup>3</sup>

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

$$= 3,5175 \text{ Psi}$$

$$P_{design} = (1 + \text{faktor kelonggaran})(P_h + P_0)$$

$$= 110,0466 \text{ Psi}$$

#### **G. Menghitung Tebal Head**

$$OD = ID_{Shell} + 2 t_s$$

$$= 162,0829 \text{ in}$$

OD standart:

$$\text{OD} = 168 \text{ in}$$

$$t_s = 0,875 \text{ in}$$

$$i_{cr} = 10,125 \text{ in}$$

$$r = 144 \text{ in}$$

$$E = 0,8$$

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

$$f = 17100 \text{ Psia}$$

#### H. Menentukan dimensi tutup atas dan bawah

$$th = \frac{PrW}{(2fE-0,2P)} + C$$

keterangan:

th = tebal head, m

w = faktor intensifikasi stress

f = allowable stress

$$= 17100 \text{ psi}$$

E = joint efficiency

$$= 0,80$$

C = corrosion allowance

$$= 0,125$$

P = Tekanan desain = 88,188 psi

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right)$$

$$= 1,6928 \text{ in}$$

$$th = 0,3197 \text{ in}$$

th standart 0,375

ID standart :

$$ID = OD - 2 \text{ ts}$$

$$ID = 166,3 \text{ in}$$

$$a = ID/2 = 83,125 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = 73 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = 133,875 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = 112,221 \text{ in}$$

$$b = r - AC = 31,7792 \text{ in}$$

$$h \text{ head} = sf + b + t \text{ head}$$

$$= 34,1542 \text{ in} = 0,8675 \text{ m}$$

$$h \text{ reaktor} = 2h \text{ head} + h \text{ shell}$$

$$= 5,8074 \text{ m}$$

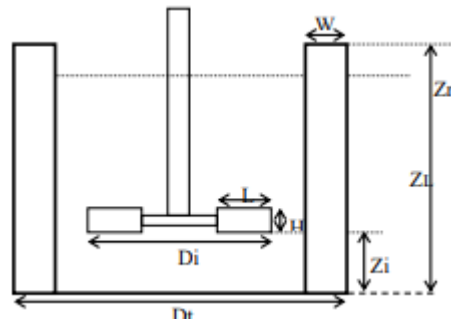
## I. Desain Sistem Pengaduk

Viskositas liquid = 0,1667 cP

$$= 0,0001121 \text{ lb/ft.s}$$

$\rho$ campuran = 729,2148 kg/m<sup>3</sup>

$\rho$ air = 696,9463 kg/m<sup>3</sup>



Keterangan :

$D_i$  = Diameter pengaduk

$D_t$  = Diameter reaktor

$Z_l$  = Tinggi cairan

$W_b$  = Lebar baffle

$Z_i$  = Jarak pengaduk dari dasar tangki

$w_i$  = Tinggi pengaduk

$L$  = Lebar pengaduk

Dimensi :

Pengaduk dipilih jenis blade turbin karena viskositas tidak terlalu besar (tabel power consumption of agitator)

$$D_i = D_t/3 \quad (\text{Brown fig.477 p 507})$$

$$= 55,4167 \text{ in,} = 1,40758 \text{ m}$$

$$Z_i = 0,75 \times D_i \quad (\text{Brown fig.477 p 507})$$

$$= 41,5625 \text{ in,} = 1,055 \text{ m}$$

$$Z_l = 2,7 \times D_i \quad (\text{Brown fig.477 p 507})$$

$$= 149,625 \text{ m}$$

$$W = 0,17 \times D_i \quad (\text{Brown fig.477 p 507})$$

$$= 9,4208 \text{ in,} = 0,2392 \text{ m}$$

$$L = 0,25 \times D_i \quad (\text{Metcalf and Eddy, 1991})$$

$$= 13,8541 \text{ in,}$$

$$H = 0,2 \times D_i \quad (\text{Geankoplis tab. 3.4-1 p. 144})$$

$$= 11,0833 \text{ in,} = 0,2815 \text{ m}$$

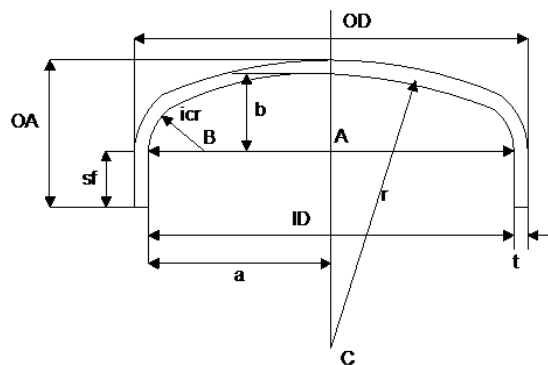
Jumlah *baffle* = 4 buah

Keterangan :		
ID	=	diameter dalam head
OD	=	diameter luar head
a	=	jari-jari dalam head
t	=	tebal head
r	=	jari-jari head
icr	=	jari-jari dalam sudut dish
b	=	tinggi head
sf	=	<i>straight flange</i>
OA	=	tinggi head total
W	=	stress intensification factor for torispherical dished heads

Perancangan head dan bottom tangki Bentuk : torispherical dishead head

Dasar pemilihan : digunakan untuk tangki dengan tekanan dalam rentang 15 psig

(1,020689 atm) – 200 psig (13,60919 atm) dan harga lebih ekonomis.



## J. Menentukan Jumlah *Impeller*

WELH ( Water Equivalent Liquid High)

WELH = h cairan x sg

$$sg = \frac{\rho_{cairan}}{\rho_{air}}$$

$$sg = 1,0463$$

$$\begin{aligned} h \text{ cairan} &= \frac{V_{cairan}}{V_{shell}} H_{shell} \\ &= \frac{44,1832}{53,0198l} 4,0724 \\ &= 3,3937 \text{ m} \end{aligned}$$

WELH = 3,5508 m

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pengaduk} = \sum \text{impeller} &= \frac{WELH}{D} \\ &= 0,8408 \end{aligned}$$

Maka jumlah pengaduk yang digunakan adalah 1 buah

## Putaran Pengaduk

$$\frac{WELH}{2Di} = \left( \frac{\pi Di N}{600} \right)^2$$

$$N = \frac{600}{\pi Di} \sqrt{\frac{WELH}{2 Di}}$$

Di = diameter pengaduk

$$N = 46,4822 \text{ rpm}$$

$$= 0,7747 \text{ rps}$$

Jenis motor dipilih jenis *fixed speed belt* karena paling ekonomis dan mudah dalam pemasangan dan perbaikan.

Kecepatan pengaduk = 56 rpm => 0,9333 rps

### Power Pengadukan

$$N = 0,9333 \text{ rps}$$

$$D_i = 4,6168 \text{ ft}$$

$$\rho = 45,5234 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 0,000112 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Bilangan reynold} = Re &= \frac{\rho \cdot N \cdot D_i^2}{\mu} \\ &= 8.072.822.36 \end{aligned}$$

$$\text{Power pengaduk} = P \frac{P_o \cdot N^2 \cdot D_i^5 \cdot \rho}{G_c}$$

$$P_o = 6$$

$$G_c = 32,174 \text{ lbf} \cdot \text{ft} / \text{lb} \cdot \text{s}^2 \quad (\text{fig.477, Brown page 507})$$

$$P = 14478,7549 \text{ ft} \cdot \text{lbf} / \text{s}$$

$$= 26,3250 \text{ HP}$$

$$\text{Efisiensi motor sebesar} = 0,6 \quad (\text{Peter, Fig. 14.38})$$

$$\text{Daya motor} = \frac{P}{\text{efisiensi motor}} = 30,6104 \text{ HP}$$

$$\text{Daya motor standar} = 40 \text{ HP}$$

### Neraca panas :

Komponen Energi	Masuk(kj/jam)	Keluar(kj/jam)
H1	5.640.789,2977	-
H2	-	4.798.936,6945
$\Delta H_R$	- 379.259,3966	-
Q Pendinginan		462.593,2066
<b>Total</b>	<b>5,261,529.9011</b>	<b>5,261,529.9011</b>

Menghitung kebutuhan pendingin dowtherm

$$Q \text{ pendingin} = 462.593,2066 \text{ kg/jam}$$

$$\Delta H = 22,50 \text{ Kj/kg}$$

$$m = \frac{Q}{\Delta H}$$

$$= 20559,6980 \text{ Kg/jam}$$

Suhu fluida masuk	300 °C	572 °F
Suhu fluida keluar	300 °C	572 °F
Suhu pendingin masuk	30 °C	86 °F
Suhu pendingin Keluar	45 °C	104 °F

$$\Delta TLMTD = \frac{(T_2 - t_1) - (T_1 - t_2)}{\ln \frac{(T_2 - t_1)}{T_1 - t_2}}$$

$$\Delta TLMTD = 472,3714 \text{ °F}$$

**Menghitung luas transfer panas :**

$$A = \frac{Q}{U_D \cdot \Delta TLMTD}$$

Nilai UD untuk heavy organic dan water sebesar 5-75 Btu/ft<sup>2</sup>.f jam ( Kern, Tabel

8, p 840)

$$UD = 75 \text{ btu/jam.ft}^2 \cdot \text{°F}$$

$$Q = 110488,4892 \text{ kcal/jam}$$

$$= 438446,3858 \text{ btu/jam}$$

$$A = 12,2571 \text{ ft}^2$$

$$= 1,1387 \text{ m}^2$$

**Luas selubung reaktor:**

$$A = \pi \cdot D \cdot H$$
$$= 53,9985 \text{ m}^2$$

Karena luas selubung reaktor lebih besar dari luas transfer panas maka menggunakan jaket pendingin.

**Menghitung Tebal Dinding Jaket :**

$$P_{\text{desain}} = 1,2 \times P_{\text{operasi}}$$
$$= 105,8256 \text{ psia}$$

Bahan yang digunakan adalah stainless steel SA-167 grade 11 type 316 dikarenakan tahan korosi dan *allowable stress* cukup tinggi.

$$t_{\text{shell}} = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6P} + C$$

$$t_{\text{shell}} = 1,2441 \text{ in}$$

$$t_{\text{shell standar}} = 1,25 \text{ in}$$

$$\text{OD} = \text{ID jaket} + 2t$$

$$= 174,500 \text{ in}$$

$$\text{ID} = \text{OD} - 2t$$

$$= 177,500 \text{ in}$$

$$= 4,5085 \text{ m}$$

Berdasarkan buku brownell & young didapat:

$$\text{OD Standart} = 180 \text{ in}$$

$$t_s = 1,25 \text{ in}$$

$$i_{cr} = 11 \text{ in}$$

$$r = 170 \text{ in}$$

$$E = 80\%$$

$$C = 0,1250$$

$$F = 17100 \text{ psia}$$

### Menghitung Tebal Bottom

$$\text{Tebal bottom (th)} = \frac{Pr_w}{(2fE-0,2P)} + C$$

$$\text{th} = 0,3198 \text{ in}$$

$$\text{th} = 0,3750 \text{ in}$$

$$a = 88,75 \text{ in}$$

$$= 2,2542 \text{ m}$$

$$AB = 77,75 \text{ in}$$

$$= 1,9748 \text{ m}$$

$$BC = 159 \text{ in}$$

$$= 4,0386 \text{ m}$$

$$AC = 138,6937 \text{ in}$$

$$= 3,5228 \text{ m}$$

$$b = 31,3063 \text{ in}$$

$$= 0,7951 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi head total (OA)} = sf + b + \text{th}$$

$$= 33,6813 \text{ in}$$

$$= 0,8555 \text{ m}$$

### Menentukan Luas Permukaan Transfer Panas :

Luas permukaan tangki untuk tebal head < I in (Brownell & young, 1959)

$$De = OD + \frac{OD}{42} + 2 \cdot sf + \frac{2}{3} icr$$

$$De \text{ (diameter ekivalen)} = 195,6190 \text{ in}$$

$$= 16,3016 \text{ ft}$$

$$A_{\text{total}} = (p \cdot D \cdot H) + (p/4 De^2)$$

$$= 169380,0873 \text{ in}^2$$

$$= 109,2777 \text{ m}^2$$

$$= 1176,2553 \text{ ft}^2$$

### Menentukan Koefisien Perpindahan Panas Antara Reaktor dan Jaket :

Dari persamaan (kern, 20.10, p.718)

$$\frac{hi \cdot Di}{k} = 0,36 \left( \frac{L^2 N \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left( \frac{Cp \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

dengan  $\mu = \mu_w$ , sehingga  $\frac{\mu}{\mu_w} = 1$

$$\rho \text{ (densitas campuran x 0,06248)} = 729,2148 \times 0,06248 = 45,5234 \text{ lb/ft}^3$$

$$Cp \text{ (kap panas larutan camp x 0,4299)} = 700,383 \times 0,4299 = 301,0945 \text{ Btu/lb} \cdot ^\circ\text{F}$$

$$DI \text{ (diameter pengaduk x 0,0833)} = 55,4166 \times 0,0833 = 4,6162 \text{ ft}$$

$$k \text{ (Konduktivitas panas larutan)} = 0,0841 \text{ Btu/jam} \cdot \text{ft}^2$$

$$\mu \text{ (viskositas larutan)} = 0,2034 \text{ lb/ft} \cdot \text{hr}$$

$$hi \text{ (koefisien perpindahan panas)} = 251046,5282 \text{ Btu/jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

### Menghitung Hio

$$hi_o = hi \frac{ID}{OD}$$

$$ID=D1=0,3393 \text{ ft}$$

$$OD=D2=0,3757 \text{ ft}$$

$$Hio = 226766,4053 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{°F}$$

### Menghitung Ho

$$T = 323 \text{ K}$$

$$\rho \text{ dowtherm} = 63,6828 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ dowtherm} = 3,8220 \text{ lb/ft.jam}$$

Gt = Kecepatan Aliran Massa (W) / Luas Penampang(A)

$$Gt = 38,5345 \text{ lb/ft}^2.\text{jam}$$

$$v = Gt/\rho = 0,6051 \text{ ft/jam} = 0,0000051 \text{ m/s}$$

Jadi kecepatan pendingin yang digunakan masih dalam batasan

$$\begin{aligned} Re &= \frac{ID.Gt}{\mu} \\ &= 3,7880 \end{aligned}$$

Nilai Re = 3,7880

Dari (fig.24 kern) diperoleh:

Nilai jH = 3

$$h_o = j_H \frac{k}{De} \left( \frac{C_p \mu}{k} \right)^{\frac{1}{3}} \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^{-0,14}$$

Sehingga diperoleh :

$$Ho = 0,1459 \text{ Btu/ft}^2.\text{°F}$$

**Menghitung Clean Overall Coefficient (Uc) dan Designed Overall Coefficient (Ud) :**

$$U_c = \frac{h_i h_o}{h_i + h_o} \quad (\text{persamaan 6.38 kern, page 121})$$

$$U_c = 0,1459 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

Dari tabel (12 hal 845; kern) : *fouling factor* Rd

Diambil nilai Rd = 0,004 ft/hr.°F/Btu

$$hD = 1/Rd = 250$$

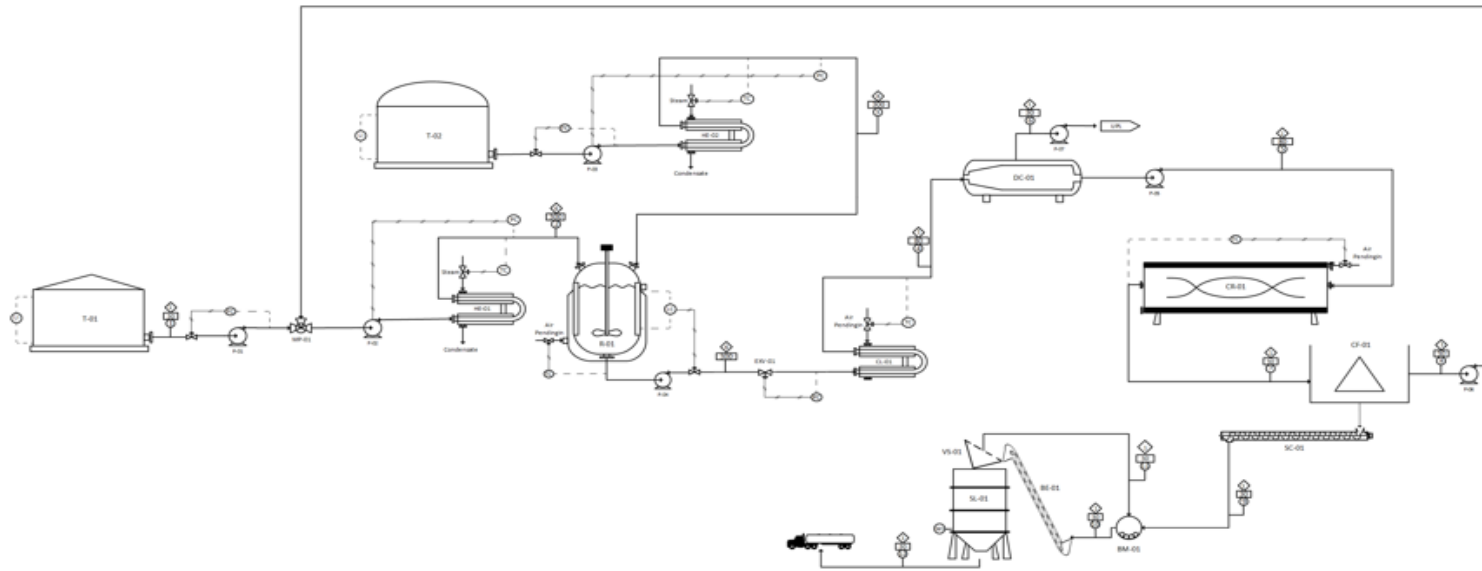
$$U_D = \frac{U_c \cdot hD}{U_c + hD} \quad (\text{Kern page 720, example 20.1})$$

$$U_d = 0,1458 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

## **LAMPIRAN B**

### ***Process Engineering Flow Diagram (PEFD)***

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
PRA RANCANGAN PABRIK DIFENILAMIN DARI ANILIN  
KAPASITAS 33.000 TON/TAHUN**



Komponen	Nomor Arus (Kg/Jam)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
HCl			77.7										
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	4920.9	7765.5		3106.2	2994.4	111.8	2994.4	2844.7	149.7	142.2	7.5	134.7	
(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH (l)				4233.5	4232.2	1.3	0.0009	0.0009					
(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH (s)								4232.2		4232.2	4020.6	211.6	3809.0
NH <sub>3</sub>				270.3		270.3							
NH <sub>4</sub> Cl				113.8		113.8							
NH <sub>2</sub> OH				245.8		245.8							
H <sub>2</sub> O	75.6	78.4	132.2	84.3	3.0	81.2	3.0	2.9	0.2	0.1	0.0076	0.1	
Total	4996.4	7844.0	209.9	8053.9	7229.6	824.2	7229.6	2847.6	4391.1	4163.0	219.104	3943.9	

Keterangan					
BE	Bucket Elevator	R	Reaktor	WI	Weight Indicator
BM	Ball Mill	SL	Silo	◇	Tahanan
CF	Centrifuge	ST	Screen Conveyor	□	Salin
CL	Cooler	T	Tanah	○	Nomor Arus
CK	Crystallizer	VS	Vibrating Screen	◇G	Control Valve
DC	Distiller	FC	Flow Controller	—	Piping
EXY	Expansion Valve	LC	Level Controller	—/—	Signal Pneumatic
HE	Heater	LI	Level Indicator	—	Signal Electric
MV	Mixing Point	PC	Pressure Controller	—	
P	Pompa	TC	Temperature Controller		

  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 2012

**PRA RANCANGAN PABRIK DIFENILAMIN DARI ANILIN**  
**KAPASITAS 33.000 TON/TAHUN**  
 BHSUSUNOLEER  
 Anandhi Yusei (18021800)  
 Rannan Fikri Kusni MSc (18021800)  
 SOEN PERSIBUSING

Faisal Rachid M. In. Drs., M.T., Ph.D.  
 Zaini Mubtaza, S.T., M.Eng.

**LAMPIRAN C**

**KARTU KONSULTASI PRARANCANGAN PABRIK**

## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRERANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Astendri Visral  
No. MHS : 18521093  
2. Nama Mahasiswa : Rausyan Fikri Kamal Ma'rup  
No. MHS : 18521102  
Judul Prarancangan \*) : Prarancangan Pabrik Difenilamin  
dari Anilin : Kapasitas 33.000 ton/tahun  
Mulai Masa Bimbingan : **6 Desember 2021**  
Batas Akhir Bimbingan : **2 Desember 2022**

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	22 Desember 2021	Pengarahana awal	
2	6 Januari 2022	Konsultasi kapasitas produksi	
3	24 Juni 2022	Konsultasi BAB 1 dan BAB 2	
4	21 Agustus 2022	Tata letak pabrik	
5	1 September 2022	Organisasi perusahaan	
6	12 September 2022	Utilitas	
7	15 September 2022	Ekonomi	
8	20 September 2022	Ekonomi dan kesimpulan	

Disetujui Draft Penulisan :  
Yogyakarta, 10 September 2022  
Pembimbing,



Faisal Rasyid M., Ir. Drs., M.T., Ph.D

## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRERANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Astendri Visral  
No. MHS : 18521093  
2. Nama Mahasiswa : Rausyan Fikri Kamal Ma'rup  
No. MHS : 18521102  
Judul Prarancangan \*) : Prarancangan Pabrik Difenilamin  
dari Anilin Kapasitas 33.000  
ton/tahun  
Mulai Masa Bimbingan : **6 Desember 2021**  
Batas Akhir Bimbingan : **2 Desember 2022**

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	27 Desember 2021	Pengarahan awal	
2.	3 Februari 2022	Konsultasi BAB 1 dan BAB 2	
3.	23 Februari 2022	Konsultasi Pemilihan Alat Besar dan diagramalir	
4.	10 Maret 2022	Konsultasi Neraca Massa	
5.	24 Juni 2022	Konsultasi Perancangan Reaktor	
6.	30 Juni 2022	Konsultasi alat mixer	
7.	12 Juli 2022	Konsultasi perancangan alat besar	
8.	3 Agustus 2022	Konsultasi PEFD, alat transportasi, alat penyimpanan bahan	
9.	10 Agustus 2022	Konsultasi alat penukar panas	
10.	11 Agustus 2022	Konsultasi alat kecil	
11	20 September 2022	Ekonomi dan pefd	

Disetujui Draft Penulisan :  
Yogyakarta,  
Pembimbing,



**Tintin Mutiara, S.T., M.Eng.**