

**PRA RANCANGAN PABRIK *ISOPROPANOLAMINE*  
DARI AMONIA DAN PROPILEN OKSIDA DENGAN  
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

**PRA RANCANGAN PABRIK**

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



**Oleh :**

<b>Heru Purnomo</b>	<b>18521191</b>
<b>Wendy Firstian Hadwinson Tanaya</b>	<b>18521214</b>

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

**2023**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL**  
**PRA RANCANGAN PABRIK *ISOPROPANOLAMINE* DARI AMONIA**  
**DAN PROPILEN OKSIDA DENGAN KAPASITAS**

**15.000 TON/TAHUN**

**Saya yang bertanda tangan dibawah ini :**

Nama : Heru Purnomo

Nama : Wendy Firstian Hadwinson Tanaya

NIM : 18521191

NIM : 18521214

Yogyakarta, 20 Desember 2023

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan Pabrik ini telah disusun sesuai kaidah ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan pelanggaran, kami bersedia mempertanggungjawabkan sesuai peraturan yang berlaku.

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



**Heru Purnomo**  
**NIM. 18521191**



**Wendy Firstian Hadwinson Tanaya**  
**NIM. 18521214**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**  
**PRA RANCANGAN PABRIK ISOPROPANOLAMINE DARI AMONIA**  
**DAN PROPILEN OKSIDA DENGAN KAPASITAS DENGAN**  
**15.000 TON/TAHUN**



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

**Oleh :**

<b>Heru Purnomo</b>	<b>18521191</b>
<b>Wendy Firstian Hadwinson Tanaya</b>	<b>18521214</b>

**Yogyakarta, 20 Desember 2023**

**Pembimbing 1**



**Dr. Ifa Puspasari, S.T.,M.Eng.**  
**NIP. 155210506**

**Pembimbing 2**



**Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T.,M.Eng.**  
**NIP. 105210101**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PRA RANCANGAN PABRIK ISOPROPANOLAMINE DARI AMONIA DAN**  
**PROPILEN OKSIDA DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**  
**PRARANCANGAN PABRIK**

**Oleh :**

**Nama : Wendy Firstian Hadwinson Tanaya      18521214**

**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, 19 Januari 2024**

**Tim Penguji,**

Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D.

Ketua Penguji

  
(.....) 31/1/24

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

Penguji 1

  
(.....) 24/01/2024

Umi Rofiqah, S.T., M.T.

Penguji 2

  
(.....)

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Kimia**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

  
  
Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam yang kita nantikan syafaatnya di akhirat nanti yaitu baginda Rasullullah, Nabi Muhammad S.A.W.

Tugas Akhir Prarancangan Pabrik yang berjudul “Prarancangan Pabrik *Isopropanolamine* dari Amonia dan Propilen Oksida Kapasitas 15.000 Ton/Tahun”, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT, dengan karunia serta memberikan kesadaran terhadap diri melalui orang sekitar yang membuat saya sadar bahwa Tugas Akhir ini harus dikerjakan
2. Tak lupa berterimakasih kepada diri sendiri yang bersabar dan berusaha untuk berdamai dengan keadaan serta berusaha melawan keburukkan pada diri yang menghalangi pengerjaan Tugas Akhir ini
3. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan yang tiada henti-hentinya

4. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
5. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D, selaku Ketua program studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
6. Ibu Ifa Puspasari, S.T.,M.Eng., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Dr. Dyah Retno Sawitri, ST.,M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberi arahan dan bimbingan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini
7. Seluruh civitas akademik di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
8. Teman-teman Teknik Kimia yang selalu memberikan pengetahuan mereka serta dukungan terhadap saya
9. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, terutama bagi para pembaca serta penyusun, Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, 20 Desember 2023

Penyusun

## LEMBARAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya, karunianya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Saya sangat bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Atas kekuatan yang diberikan-Nya dan ridhonya, saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Rasa syukur yang saya ucapkan kepada Allah yang masih memberikan umur yang panjang untuk kedua orangtua, sehingga doa dan dukungannya yang senantiasa membuat saya selalu semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini. Tak lupa saya berterimakasih kepada diri sendiri yang sangat-sangat *extra* berjuang dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang senantiasa berusaha dan berdamai pada diri sendiri. Terimakasih kepada teman-teman yang sangat baik yang telah membantu dan mengajari dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

Dosen pembimbing I ibu Ifa Puspasari, S.T.,M.Eng.,Ph.D dan dosen pembimbing II ibu Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T.,M.Eng yang telah bersedia meluangkan waktu ditengah kesibukannya untuk membimbing, mengarahkan, memberi ilmu, dan menasehati saya. Teman-teman seperjuangan saya di Teknik Kimia yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Atas segala kenangan yang telah saya dapatkan di dalam kelas maupun di luar kelas. Semoga kita semua sukses baik dunia maupun akhirat.

Heru Purnomo

## **LEMBARAN PERSEMBAHAN**

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas rahmatnya, karunianya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Saya sangat bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan untuk bisa menuntut ilmu dan menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Atas kekuatan yang diberikan-Nya dan ridhonya, saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Rasa syukur yang saya ucapkan kepada Allah yang masih memberikan umur yang panjang untuk kedua orangtua, sehingga doa dan dukungannya yang senantiasa membuat saya selalu semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini. Tak lupa saya berterimakasih kepada diri sendiri yang sangat-sangat extra berjuang dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang senantiasa berusaha dan berdamai pada diri sendiri. Terimakasih kepada teman-teman yang sangat baik yang telah membantu dan mengajari dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

Dosen pembimbing I ibu Ifa Puspasari, ST., M.Eng.,Ph.D dan dosen pembimbing II ibu Dr. Dyah Retno Sawitri, ST., M.Eng yang telah bersedia meluangkan waktu ditengah kesibukannya untuk membimbing, mengarahkan, memberi ilmu, dan menasehati saya. Teman-teman seperjuangan saya di Teknik Kimia yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Atas segala kenangan yang telah saya dapatkan di dalam kelas maupun di luar kelas. Semoga kita semua sukses baik dunia maupun akhirat.

Wendy Firstian Hadwinson Tanaya



## DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBARAN PERSEMBAHAN .....	vii
LEMBARAN PERSEMBAHAN .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN .....	xvi
ABSTRAK .....	xviii
ABSTRACT .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Kapasitas Perancangan .....	2
1.3 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	3
1.3.1 <i>Supply</i> .....	3
1.3.2 <i>Demand</i> .....	4
1.3.3 Ketersediaan Bahan Baku.....	6
1.3.4 Kapasitas Pabrik Komersial .....	7
1.3.5 Penentuan Kapasitas Perancangan .....	7
1.4 Tinjauan Pustaka.....	7
1.4.1 Isopropanolamin .....	7
1.4.2 Proses Pembuatan Isopropanolamin .....	8
1.4.3 Tinjauan Proses Secara Umum.....	11
1.5 Tinjauan Termodinamika.....	12
1.6 Tinjauan Kinetika .....	19
BAB II PERANCANGAN PRODUK .....	21
2.1 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pendukung dan Produk.....	21
2.1.1 Sifat fisis Bahan Baku, Bahan pendukung dan Produk.....	21
2.1.2 Sifat Kimia Bahan Baku, Bahan Pendukung dan Produk .....	24

2.1.3	Studi Kebahayaan Bahan Baku dan Produk .....	27
2.2	Pengendalian Kualitas .....	29
2.2.1	Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	30
2.2.2	Pengendalian Kualitas Proses Produksi.....	30
2.2.3	Pengendalian Kualitas .....	32
2.2.4	Pengendalian Kuantitas .....	33
BAB III PERANCANGAN PROSES.....		34
3.1	Diagram Alir Proses dan Material .....	34
3.2	Uraian Proses .....	36
3.2.1	Tahap Persiapan Bahan Baku dan Bahan Pembantu .....	36
3.2.2	Tahap Proses Reaksi.....	36
3.2.3	Tahap Pemisahan.....	36
3.2.4	Tahap Pemurnian dan Penyimpanan .....	37
3.3	Spesifikasi Alat.....	38
3.3.1	Reaktor .....	38
3.3.2	Spesifikasi Alat Pemisah.....	39
3.3.3	Spesifikasi Tangki Penyimpanan .....	44
3.3.4	Spesifikasi Alat Transportasi Bahan .....	48
3.3.5	Spesifikasi Alat Penukar Panas .....	53
3.4	Neraca Massa Total .....	66
3.5	Neraca Panas.....	68
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....		73
4.1	Lokasi Pabrik.....	73
4.1.1	Faktor Utama Penentuan Lokasi Pabrik.....	73
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik.....	75
4.2	Tata Letak Pabrik.....	77
4.3	Tata Letak Alat Proses.....	82
4.4	Organisasi Perusahaan .....	85
4.4.1	Struktur Perusahaan.....	95
4.4.2	Jam Kerja Karyawan .....	96
4.4.3	Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji.....	99
4.4.4	Fasilitas dan Hak Karyawan.....	101
BAB V UTILITAS .....		103
5.1	Unit Penyediaan dan Pengelolaan Air .....	103

5.1.1	Unit Penyediaan Air .....	103
5.2	Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System) .....	114
5.3	Unit Pembangkit Listrik .....	115
5.4	Unit Penyedia Udara Tekan .....	119
5.5	Unit Penyedia Bahan Bakar .....	119
5.6	Unit Pengelolaan Limbah atau Air Buangan .....	120
5.7	Spesifikasi Alat Utilitas .....	121
BAB VI EVALUASI EKONOMI .....		145
6.1	Penaksiran Harga Alat .....	146
6.2	Dasar Perhitungan .....	147
6.3	Perhitungan Biaya Ekonomi .....	147
6.3.1	Modal (Capital Investment) .....	147
6.3.2	Total Biaya Produksi (Total Production Cost) .....	149
6.4	Analisa Keuntungan .....	152
6.5	Analisa Kelayakan .....	153
BAB VII PENUTUP .....		158
7.1	Kesimpulan .....	158
7.2	Saran .....	159
DAFTAR PUSTAKA .....		161
LAMPIRAN .....		162

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Data Kapasitas Pabrik Isopropanolamin di Dunia.....	2
<b>Tabel 1.2</b> Daftar Impor .....	3
<b>Tabel 1.3</b> Proyeksi 5 Tahun Ke Depan Kebutuhan Isopropanolamin.....	6
<b>Tabel 1.4</b> Daftar Pabrik Isopropanolamin di Dunia.....	7
<b>Tabel 1.5</b> Daftar Proses Isopropanolamin.....	9
<b>Tabel 1.6</b> Harga $\Delta H$ Alat Masing-masing Komponen.....	12
<b>Tabel 1.7</b> Harga $\Delta G$ Masing-masing Komponen .....	13
<b>Tabel 1.8</b> Harga $\Delta H$ Masing-masing Komponen .....	15
<b>Tabel 1.9</b> Harga $\Delta G$ Masing-masing Komponen .....	15
<b>Tabel 1.10</b> Harga $\Delta H$ Masing-masing Komponen .....	17
<b>Tabel 1.11</b> Harga $\Delta G$ Masing-masing Komponen .....	17
<b>Tabel 2.1</b> Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	21
<b>Tabel 3.1</b> Spesifikasi Heater 1 .....	53
<b>Tabel 3.2</b> Spesifikasi Heater 2.....	54
<b>Tabel 3.3</b> Spesifikasi Cooler 1.....	55
<b>Tabel 3.4</b> Spesifikasi Cooler 2.....	56
<b>Tabel 3.5</b> Spesifikasi Cooler 3.....	56
<b>Tabel 3.6</b> Spesifikasi Cooler 4.....	57
<b>Tabel 3.7</b> Spesifikasi Condensor 1 .....	58
<b>Tabel 3.8</b> Spesifikasi Condensor 2 .....	59
<b>Tabel 3.9</b> Spesifikasi Condensor 3 .....	59
<b>Tabel 3.10</b> Spesifikasi Condensor 4 .....	60
<b>Tabel 3.11</b> Spesifikasi Reboiler 1.....	61
<b>Tabel 3.12</b> Spesifikasi Reboiler 2.....	62
<b>Tabel 3.13</b> Spesifikasi Reboiler 3.....	62
<b>Tabel 3.14</b> Spesifikasi Accumulator 1.....	63
<b>Tabel 3.15</b> Spesifikasi Accumulator 2.....	64
<b>Tabel 3.16</b> Spesifikasi Accumulator 3.....	65
<b>Tabel 3.17</b> Neraca Massa Total .....	66
<b>Tabel 3.18</b> Neraca Massa Reaktor .....	66
<b>Tabel 3.19</b> Neraca Massa Separator .....	67
<b>Tabel 3.20</b> Neraca Massa Menara Distilasi 1 .....	67
<b>Tabel 3.21</b> Neraca Massa Menara Distilasi 2 .....	68
<b>Tabel 3.22</b> Neraca Massa Menara Distilasi 3 .....	68
<b>Tabel 3.23</b> Neraca Panas Separator .....	68
<b>Tabel 3.24</b> Neraca Panas Heater 1 .....	69
<b>Tabel 3.25</b> Neraca Panas Heater 2 .....	69
<b>Tabel 3.26</b> Neraca Panas Cooler 1.....	69
<b>Tabel 3.27</b> Neraca Panas Cooler 2.....	69
<b>Tabel 3.28</b> Neraca Panas Cooler 3.....	70
<b>Tabel 3.29</b> Neraca Panas Cooler 4.....	70
<b>Tabel 3.30</b> Neraca Panas Condensor 1 .....	70

<b>Tabel 3.31</b> Neraca Panas Menara Distilasi 1 .....	70
<b>Tabel 3.32</b> Neraca Panas Menara Distilasi 2 .....	71
<b>Tabel 3.33</b> Neraca Panas Menara Distilasi 3 .....	72
<b>Tabel 4.1</b> Rincian Luas Area Pabrik .....	80
<b>Tabel 4.2</b> Jadwal Karyawan Non Shift .....	96
<b>Tabel 4.3</b> Jadwal Karyawan Shift .....	97
<b>Tabel 4.4</b> Kerja Setiap Kelompok .....	98
<b>Tabel 4.5</b> Kerja Setiap Kelompok .....	98
<b>Tabel 4.6</b> Rincian Gaji Karyawan .....	100
<b>Tabel 5.1</b> Kebutuhan Air Pendingin .....	112
<b>Tabel 5.2</b> Kebutuhan Air Steam .....	112
<b>Tabel 5.3</b> Kebutuhan Air Total .....	114
<b>Tabel 5.4</b> Unit Pembangkit Listrik .....	116
<b>Tabel 5.5</b> Unit Kebutuhan Listrik Utilitas .....	117
<b>Tabel 5.6</b> Kebutuhan Listrik .....	118
<b>Tabel 5.7</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 1 .....	121
<b>Tabel 5.8</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 2 .....	121
<b>Tabel 5.9</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 3 .....	122
<b>Tabel 5.10</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 4 .....	123
<b>Tabel 5.11</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 5 .....	124
<b>Tabel 5.12</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 6 .....	124
<b>Tabel 5.13</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 7 .....	125
<b>Tabel 5.14</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 8 .....	126
<b>Tabel 5.15</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 9 .....	127
<b>Tabel 5.16</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 10 .....	127
<b>Tabel 5.17</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 11 .....	128
<b>Tabel 5.18</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 12 .....	129
<b>Tabel 5.19</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 13 .....	130
<b>Tabel 5.20</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 14 .....	130
<b>Tabel 5.21</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 15 .....	131
<b>Tabel 5.22</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 16 .....	132
<b>Tabel 5.23</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 17 .....	133
<b>Tabel 5.24</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 18 .....	133
<b>Tabel 5.25</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 19 .....	134
<b>Tabel 5.26</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 20 .....	135
<b>Tabel 5.27</b> Spesifikasi Pompa Utilitas 21 .....	135
<b>Tabel 5.28</b> Spesifikasi Bak Utilitas .....	136
<b>Tabel 5.29</b> Spesifikasi Bak Utilitas .....	137
<b>Tabel 5.30</b> Spesifikasi Bak Utilitas .....	137
<b>Tabel 5.31</b> Spesifikasi Bak Utilitas .....	137
<b>Tabel 5.32</b> Spesifikasi Bak Utilitas .....	138
<b>Tabel 5.33</b> Spesifikasi Bak Utilitas .....	138
<b>Tabel 5.34</b> Spesifikasi Bak Utilitas .....	138
<b>Tabel 5.35</b> Spesifikasi Tangki Utilitas .....	139
<b>Tabel 5.36</b> Spesifikasi Tangki Utilitas .....	139
<b>Tabel 5.37</b> Spesifikasi Tangki Utilitas .....	139

<b>Tabel 5.38</b> Spesifikasi Tangki Utilitas.....	140
<b>Tabel 5.39</b> Spesifikasi Tangki Utilitas.....	140
<b>Tabel 5.40</b> Spesifikasi Tangki Utilitas.....	140
<b>Tabel 5.41</b> Spesifikasi Tangki Utilitas.....	140
<b>Tabel 5.42</b> Spesifikasi Tangki Utilitas.....	141
<b>Tabel 5.43</b> Spesifikasi Tangki Utilitas.....	141
<b>Tabel 5.44</b> Spesifikasi Tangki Utilitas.....	142
<b>Tabel 5.45</b> Spesifikasi Tangki Utilitas.....	142
<b>Tabel 5.46</b> Spesifikasi Screening.....	142
<b>Tabel 5.47</b> Spesifikasi Screening.....	142
<b>Tabel 5.48</b> Spesifikasi Cooling Tower .....	143
<b>Tabel 5.49</b> Spesifikasi Blower Cooling Tower.....	143
<b>Tabel 5.50</b> Spesifikasi Mixed Bed.....	143
<b>Tabel 5.51</b> Spesifikasi Dearator.....	144
<b>Tabel 6.1</b> Physical Plant Cost .....	148
<b>Tabel 6.2</b> Direct Plant Cost.....	148
<b>Tabel 6.3</b> Fixed Capital Investment.....	149
<b>Tabel 6.4</b> Working Capital .....	149
<b>Tabel 6.5</b> Manufacturing Cost .....	150
<b>Tabel 6.6</b> Direct Manufacturing Cost .....	150
<b>Tabel 6.7</b> Indirect Manufacturing Cost.....	151
<b>Tabel 6.8</b> Fixed Manufacturing Cost.....	151
<b>Tabel 6.9</b> General Expenses.....	152
<b>Tabel 6.10</b> Total Production Cost.....	152
<b>Tabel 6.11</b> Fa (Fixed Cost) .....	155
<b>Tabel 6.12</b> Ra (Regulated Cost) .....	155
<b>Tabel 6.13</b> Va (Variable Cost).....	155

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Grafik Impor Isopropanolamin di Indonesia.....	4
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Kualitatif.....	34
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Alir Kuantitatif.....	35
<b>Gambar 4.1</b> Lokasi Pendirian Pabrik.....	73
<b>Gambar 4.2</b> Tata Letak Alat Proses.....	84
<b>Gambar 4.3</b> Struktur Organisasi.....	95
<b>Gambar 5.1</b> Diagram Alir Pompa Utilitas.....	119
<b>Gambar 6.1</b> Grafik Indeks Harga Alat.....	146
<b>Gambar 6.2</b> Grafik Evaluasi Ekonomi.....	157

## 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 : Power motor, HP

Ts : Tebal dinding, in

$\Delta P_T$  : *Pressure drop*, psia

ID : Diameter Dalam, in

OD : Diameter Luar, in

Th : Tebal Atap, in

Re : Bilangan Reynold

Di : Diameter pengaduk, m

ZL : Tinggi cairan, 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 : Heat transfer factor

hi : Inside film coefficient, Btu/jam ft<sup>2</sup>°F

ho : Outside film coefficient, Btu/jam ft<sup>2</sup>°F

LMTD : Long mean temperature different, °F

k : Konstanta kinetika reaksi, 1/waktu

Wf : Total tinggi atap, in

ΔH : Entalpi, kJ/Jam

th : Tebal Atap, in

Wb : Lebar penyekat, m

Zi : Jarak pengaduk dari tangki, in

F : *Allowable Stress*, psia

E : Efisiensi pengelasan

Icr : Jari-jari sudut dalam, in

W : Tinggi pengaduk, m

## ABSTRAK

Isopropanolamin banyak digunakan dalam industri kimia sebagai surfaktan, bahan kosmetik, absorber dalam *refinery gas*, *metal working*, bahan tambahan dalam industri semen, dan lain-lain. Untuk memenuhi kebutuhan isopropanolamin dalam negeri dan peluang ekspor, maka dirancang pabrik isopropanolamin dengan kapasitas 15.000 ton/tahun menggunakan bahan baku propilen oksida dan amonia. Pabrik direncanakan berdiri di kawasan industri Palembang, Sumatera Selatan pada tahun 2026. Reaksi pembentukan isopropanolamin dari propilen oksida dan amoniak melalui proses Ammonolisis. Hasil reaksi adalah Monoisopropanolamin (MIPA), Diisopropanolamin (DIPA), dan Triisopropanolamin (TIPA). Reaksi berlangsung pada suhu 32°C dan tekanan 1 atm dalam reaktor alir tangki berpengaduk. Konversi propilen oksida untuk reaksi ini adalah 98,8%. Produk yang dihasilkan adalah MIPA, DIPA dan TIPA dengan rasio berat produk adalah 49,3%, 45,5%, dan 5,2%. Unit pendukung proses pabrik meliputi unit pengadaan air, steam, udara tekan, tenaga listrik, dan bahan bakar. Pabrik juga didukung laboratorium yang mengontrol mutu bahan baku dan produk serta bahan buangan pabrik berupa cairan dan gas. Limbah cair berasal dari air buangan sanitasi.. Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT), dengan struktur organisasi line and staff. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift* dengan jumlah karyawan 138 orang. Hasil analisis ekonomi diperoleh, ROI (*Return on Investment*) sebelum dan sesudah pajak sebesar 41% dan 32,58%, POT (*Pay Out Time*) sebelum dan sesudah pajak selama 2 dan 2,3 tahun, BEP (*Break Event Point*) 59,81%, dan SDP 46,98%. Sedangkan DCF (*Discounted Cash Flow*) sebesar 16,70%. Jadi dari segi ekonomi pabrik tersebut layak dipertimbangkan untuk didirikan.

## ABSTRACT

Isopropanolamine is widely used in the chemical industry as a surfactant, cosmetic ingredient, absorber in gas refineries, metal working, additives in the cement industry, and others. To meet domestic demand for isopropanolamine and export opportunities, an isopropanolamine plant with a capacity of 15,000 tons/year is designed using propylene oxide and ammonia as raw materials. The factory is planned to be established in the Palembang industrial area, South Sumatra in 2026. The reaction for the formation of isopropanolamine from propylene oxide and ammonia is through the ammonolysis process. The products of the reaction are Monoisopropanolamine (MIPA), Diisopropanolamine (DIPA), and Triisopropanolamine (TIPA). The reaction took place at 32°C and 1 atm pressure in a stirred tank flow reactor. The conversion of propylene oxide for this reaction is 98.8%. The products produced are MIPA, DIPA and TIPA with product weight ratios of 49.3%, 45.5% and 5.2%. Factory process support units include water, steam, compressed air, electric power, and fuel procurement units. The factory is also supported by a laboratory that controls the quality of raw materials and products as well as factory waste materials in the form of liquids and gases. Liquid waste comes from sanitary waste water. The form of the company chosen is a Limited Liability Company (PT), with a line and staff organizational structure. The employee work system based on the division of working hours consists of shift and non-shift employees with a total of 138 employees. Economic analysis results obtained, ROI (Return on Investment) before and after tax of 41% and 32.58%, POT (Pay Out Time) before and after tax for 2 and 2.3 years, BEP (Break Event Point) 59, 81%, and SDP 46.98%. Meanwhile DCF (Discounted Cash Flow) is 16.70%. So from an economic point of view the factory is worth considering to set up.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan disertai kemajuan sektor perindustrian telah menuntut semua negara kearah industrialisasi. Indonesia adalah salah satu negara yang berkembang dalam pembangunan disegala bidang. Pembangunan sektor industri di Indonesia mengalami peningkatan, yaitu salah satunya pembangunan pada sektor industri kimia. Namun tingkat impor luar negeri masih besar dibandingkan ekspornya. Isopropanolamin adalah salah satu contohnya yang memiliki kegunaan cukup banyak, baik sebagai bahan baku ataupun penunjang proses industri, isopropanolamin ini masih diimpor dari luar negeri. Karena impor hal ini menyebabkan kurangnya devisa negara, sehingga memerlukan suatu usaha penanggulangannya. Yaitu salah satunya dengan mendirikan sebuah pabrik untuk memenuhi kebutuhan Indonesia.

Monoisopropanolamin (1-amino-2-propanol) yaitu suatu senyawa organik yang memiliki rumus molekul  $\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{NH}_2$  atau  $\text{C}_3\text{H}_9\text{NO}$ , atau bisa disebut dengan MIPA. Senyawa ini berupa cairan kental, memiliki bau yang khas mirip amoniak, mudah terbakar, dan beracun. MIPA mempunyai beberapa fungsi pada bidang-bidang industri kimia yaitu pada industri tekstil sebagai pencerah dan pelembut, di industri refinery LNG dan amina sebagai penyerap gas, mempunyai sifat sebagai surfaktan yang digunakan untuk bahan baku detergen formula pada bidang kosmetik, campuran pengeras bahan semen, bahan membuat plastik, dan lain-lain.

Kebutuhan monoisopropanolamin di Indonesia masih harus diimpor dari luar negeri yaitu China. Indonesia merupakan negara penghasil amonia yang kapasitasnya cukup besar. Dan ketersediaan propilen oksida dunia menjadi jaminan pemenuhan bahan baku pembuatan isopropanolamin yang memungkinkan pabrik isopropanolamin untuk didirikan. Dengan didirikan pabrik ini diharapkan dapat membuka kesempatan untuk ahli teknologi, membuka lapangan pekerjaan baru, menghemat devisa negara, serta membuka peluang bagi pabrik lainnya yang menggunakan produk pabrik tersebut.

## 1.2 Kapasitas Perancangan

**Tabel 1.1** Data Kapasitas Pabrik Isopropanolamin di Dunia

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Nanjing Hongbaoli Co., Ltd	China	20.000
Ningbo Petrochemical Economic and Technological Development Zone	China	20.000
BASF	Jerman	15.000
The Dow Chemical Company	United States	50.000

Isopropanolamin dalam aplikasinya umum digunakan sebagai *additive agents*, sehingga hanya digunakan dalam jumlah yang sedikit. Penentuan kapasitas pabrik isopropanolamin ini mengacu kepada pabrik yang telah berdiri dan mempunyai kapasitas terkecil, yaitu BASF company di Jerman yang mempunyai kapasitas 15.000 ton/tahun, dengan pertimbangan keuntungan sudah diperoleh oleh

industri tersebut meskipun dalam kapasitas yang terbilang tidak terlalu besar.

### 1.3 Penentuan Kapasitas Pabrik

Dengan adanya pabrik isopropanolamin di Indonesia dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri, serta menambah lapangan pekerjaan baru dan meningkatkan devisa negara dengan pengadaan ekspor isopropanolamin. Perancangan kapasitas pabrik ini juga didasarkan dengan beberapa pertimbangan seperti ketersediaan bahan baku, kebutuhan produk kedepannya dan kapasitas pabrik yang telah didirikan di dalam maupun luar negeri.

#### 1.3.1 Supply

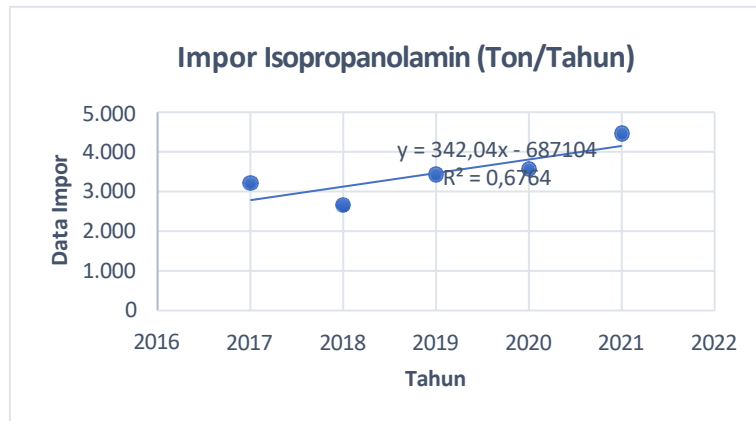
*Supply* terdiri dari penjumlahan data impor dengan produksi dalam negeri.

##### a. Impor

Data import 5 tahun terakhir kebutuhan isopropanolamin yang di tinjau dari Badan Pusat Statistic (BPS) berikut dalam Tabel 1.2 dibawah ini:

**Tabel 1.2** Daftar Impor

<b>Tahun</b>	<b>Impor (Ton/tahun)</b>
2017	3.214
2018	2.653
2019	3.426
2020	3.579
2021	4.462



**Gambar 1.1** Grafik Impor Isopropanolamin di Indonesia

Dari gambar 1.1 grafik hubungan antara kebutuhan impor isopropanolamin pada tahun 2026 diperoleh persamaan  $y = 342,04x - 687104$ . Maka dengan menggunakan persamaan tersebut dapat diketahui bahwa jumlah impor isopropanolamin di Indonesia pada tahun 2026 sebesar:

$$y = 342,04x - 687104$$

$$y = ((342,04) \cdot 2026) - (687104)$$

$$y = 13.872$$

b. Produk dalam negeri

Pabrik yang memproduksi propanolamin di Indonesia belum ada, sehingga produk dalam negeri isopropanolamin belum tersedia.

**1.3.2 Demand**

*Demand* terdiri dari nilai ekspor dan ditambah dengan nilai konsumsi dalam negeri.

a. Ekspor

Data ekspor isopropanolamin di Indonesia belum tersedia

dikarenakan belumnya terdapat pabrik yang memproduksi isopropanolamin di Indonesia. Tetapi terdapat data impor dari beberapa negara di Asia yang menjadikan pabrik ini sangat berpotensi berdiri di Indonesia sebagai komoditas ekspor.

Jumlah dari data impor tersebut sebesar 313.954 ton/tahun

b. Konsumsi Dalam Negeri

Data konsumsi dari produk isopropanolamin ini tidak ditemukan, maka dari itu diasumsikan bahwa nilai impor isopropanolamin digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Isopropanolamin ini adalah produk intermediet salah satunya adalah bahan tambahan dalam pembuatan perekat aspal, bahan penyerap gas CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, dan gas alam lainnya, bahan dalam pembuatan kosmetik, dan lain-lain.

Pada perhitungan kebutuhan Isopropanolamin di dalam negeri digunakan metode rata-rata persen pertumbuhan menggunakan data impor dengan mencari % pertumbuhan pada tahun ke-n menggunakan persamaan.

$$\% \text{ Pertumbuhan} = \frac{(\text{Konsumsi tahun } n - \text{konsumsi tahun } n - 1)}{\text{konsumsi tahun } n - 1} \times 100$$

Dari nilai rata-rata pertumbuhan yang digunakan untuk memperkirakan kebutuhan isopropanolamin didalam negeri pada tahun yang akan datang dapat dilihat pada table 1.3 yaitu :



**Tabel 1.3** Proyeksi 5 Tahun Ke Depan Kebutuhan Isopropanolamin

IMPOR	
TAHUN	Ton/Tahun
2022	5.598
2023	7.023
2024	8.812
2025	11.057
2026	13.872

Dari hasil perhitungan dengan kebutuhan isopropanolamin menggunakan nilai rata-rata pertumbuhan didapatkan bahwa kebutuhan pada tahun 2026 adalah sebesar 13.872 Ton/tahun.

### 1.3.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang diperlukan untuk memproduksi isopropanolamin ini yaitu Propilen oksida dan amoniak, bahan baku propilen oksida sendiri yang di impor dari Singapura yaitu *Shell Chemical Co.,Ltd* yang menghasilkan produk propilen oksida sebesar 500.000 ton/tahun ([www.shell.com.sg](http://www.shell.com.sg)).

Sedangkan amoniak berasal dari pabrik-pabrik besar di Indonesia seperti PT. Pupuk Kaltim, PT. Petrokimia Gresik, dan PT. Pupuk Sriwijaya memiliki produksi yang cukup besar. Kebutuhan amoniak dipenuhi oleh PT. Pupuk Sriwijaya yang menghasilkan produk amoniak sebesar 1.323.800 ton/tahun ([www.pusri.co.id](http://www.pusri.co.id)).

### 1.3.4 Kapasitas Pabrik Komersial

Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maka diperlukan data kapasitas pabrik yang telah didirikan sebelumnya. Berikut beberapa pabrik isopropanolamin yang berada di dunia yang dijadikan acuan untuk menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan:

**Tabel 1.4** Daftar Pabrik Isopropanolamin di Dunia

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Nanjing Hongbaoli Co., Ltd*	China	20.000
Ningbo Petrochemical Economic and Technological Development Zone**	China	20.000
BASF***	Jerman	15.000
The Dow Chemical Company****	United States	50.000

### 1.3.5 Penentuan Kapasitas Perancangan

Mempertimbangkan hal-hal yang diatas maka ditetapkan kapasitas perancangan pabrik isopropanolamin yang akan didirikan sebesar 15.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sisanya untuk di ekspor ke negara-negara tetangga yang dibutuhkan.

## 1.4 Tinjauan Pustaka

### 1.4.1 Isopropanolamin

Isopropanolamin adalah senyawa organik yang berupa cairan, isopropanolamin dibuat dari amonia dan propilen oksida, isopropanolamin juga termasuk dalam zat alkanol amina. Dalam pembuatan isopropanolamin

terdapat tiga produk yang didapatkan yaitu (1-amino-2-propil alkohol (MIPA), diisopropanolamine (DIPA) (1,1' imino--2-propil alkohol, disebut DIPA pendek) dan tiga jenis produk homolog tri-isopropanolamine (1,1,1 " nitrogen base-2-propil alkohol; disebut singkat TIPA). MIPA adalah cairan tidak berwarna dibawah suhu normal, DIPA dan TIPA menjadi putih atau kuning samar bentuk lilin padat kristal, etanol, larut dalam air, etilena glikol dan aseton sedikit larut dalam hidro karbon dan eter. Karena keduanya mengandung amino dalam molekulnya, mengandung hidroksil, oleh karena itu memiliki sifat keseluruhan amina dan alkohol, menjadi bahan baku pembuatan zat aktif, senyawa penyerap gas asam dan oksaza, memiliki tujuan industri yang luas. (Nanjing Hongbaoli Co., Ltd.)

#### **1.4.2 Proses Pembuatan Isopropanolamin**

Pada umumnya isopropanolamin diperoleh dari reaksi antara propilen oksida dengan amoniak dalam jumlah yang berlebih. Metode ini menghasilkan monoisopropanolamin sebagai produk primer serta diisopropanolamin dan triisopropanolamin sebagai produk sekunder.

Prosedur pembuatan isopropanolamin dalam industri terbagi dalam dua proses, yaitu *anhydrous* proses dan *aqueous* proses.

**Tabel 1.5** Daftar Proses Isopropanolamin

Parameter	<i>Anhydrous</i>	<i>Aqueous</i>
Bahan Baku	Propilen Oksida Amonia	Amonia Propilen Oksida
Katalis	Cation Exchange Resin	H <sub>2</sub> O
Suhu (°C)	150°C	32°C
Tekanan (atm)	110	1
Konversi	90%	98,8%
Selektivitas	-	MIPA 49,3% DIPA 45,5% TIPA 5,2%
Reaktor	CSTR	CSTR
Kekurangan	Membutuhkan biaya yang kurang lebih sangat besar	-

a. Proses *Anhydrous*

Propilen oksida direaksikan dengan amonia dalam fase cair dengan rasio molar 1:10 sampai 1:80 pada tekanan 40 atm sampai 200 atm dan pada *temperature* antara 20°C sampai 250°C. Kondisi operasi yang disarankan dalam proses *anhydrous* ini adalah pada tekanan 110 atm dan *temperature* 150°C, dengan rasio molar propilen oksida dan amoniak 1:40. Konversi propilen oksida sebesar 95%. Amonia dan propilen oksida dalam *storage tank* dipompa ke dalam *mixer* untuk dicampur, kemudian dipompa menuju *preheater*

untuk dipanaskan dari suhu 35°C menjadi 75°C. Campuran ini kemudian diumpankan kedalam reaktor yang berisi katalis *cation exchange resin*. Keluaran reaktor yang berisi campuran monoisopropanolamin, diisopropanolamin, triisopropanolamin, dan ammonia yang tidak bereaksi diumpankan ke dalam menara distilasi untuk dipisahkan (United States Patent, 1972).

b. Proses *Aqueous*

Isopropanolamin dapat diperoleh dengan mereaksikan propilen oksida cair dan larutan ammonia pada tekanan atmosferis 1 atm dan *temperature* 60°C.

Reaksi antara propilen oksida dan amoniak adalah sebagai berikut :

1.  $C_3H_6O + NH_3 \rightarrow C_3H_9NO$
2.  $C_3H_6O + C_3H_9NO \rightarrow C_6H_{15}NO_2$
3.  $C_3H_6O + C_6H_{15}NO_2 \rightarrow C_9H_{21}NO_3$

Konversi terhadap propilen oksida adalah sebesar 98,8%, dan distribusi berat produk yang dihasilkan yaitu monoisopropanolamin 49,3%, diisopropanolamin 45,5%, dan triisopropanolamin 5,2% (Huang et.al., 2001).

Berdasarkan tinjauan proses diatas dapat dilihat bahwa proses pembuatan isopropanolamin dengan metode *aqueous phase* adalah proses yang paling baik untuk dipilih. Kelebihan

proses ini adalah:

1. Konversi terhadap Propilen Oksida tinggi.
2. Kondisi operasi sangat menguntungkan jika ditinjau dari segi keamanan dan perancangan alat. Reaktor bekerja pada suhu dan tekanan yang mudah dicapai.
3. Biaya investasi dan biaya operasi rendah.

### **1.4.3 Tinjauan Proses Secara Umum**

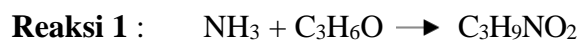
Reaksi pembentukan isopropanolamin ini ialah reaksi aminasi propilen oksida, yaitu dengan mereaksikan propilen oksida amonia. Reaksi berlangsung pada fase cair dan bersifat eksotermis. Reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Produk yang keluar dari reaktor adalah berupa monoisopropanolamin (MIPA), diisopropanolamin (DIPA), triisopropanolamin (TIPA), air serta sisa amonia dan propilen oksida.

Amonia dari tangki penyimpanan dialirkan ke dalam *Mixer* untuk dicampurkan dengan air, lalu diumpkan ke dalam reaktor, sedangkan propilen oksida dari tangki penyimpanan langsung diumpkan ke dalam reaktor. Amonia dan propilen oksida masuk reaktor mempunyai perbandingan mol tertentu. Produk keluar reaktor kemudian masuk ke dalam separator drum. Amonia dan propilen oksida sebagai hasil atas kemudian di *recycle* ke *Mixer*. Hasil bawah yang terdiri dari sisa propilen oksida, air dan produk masuk ke menara distilasi. Hasil atas menara distilasi pertama yang mengandung air dan sisa propilen oksida di *recycle* ke *Mixer*,

sedangkan hasil bawah yang mengandung produk dan sedikit air diumpankan ke menara distilasi kedua. Di menara distilasi kedua ini monoisopropanolamin dan air akan menjadi hasil atas kemudian dikondensasikan dan didinginkan. Produk monoisopropanolamin untuk selanjutnya disimpan dalam tangki penyimpanan. Hasil bawahnya didistilasi lagi dalam menara distilasi ketiga untuk mendapatkan masing-masing produk diisopropanolamin dan triisopropanolamin, kemudian produk-produk ini didinginkan dan disimpan dalam tangki penyimpanan.

### 1.5 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (endotermis/eksotermis) dan arah reaksi (*reversible/irreversible*).



Harga  $\Delta H_f^\circ$  (entalpi) masing-masing komponen dapat dilihat pada Tabel 1.6 sebagai berikut:

**Tabel 1.6** Harga  $\Delta H_f^\circ$  Alat Masing-masing Komponen

Komponen	Harga $\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)
$\text{NH}_3$	-45,90
$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	-92,86
$\text{C}_3\text{H}_9\text{NO}$	-239,12

(Yaws, 1999)

Perhitungannya :

$$\begin{aligned} \Delta H_r^\circ &= \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\ &= \Delta H_f^\circ \text{ C}_3\text{H}_9\text{NO} - (\Delta H_f^\circ \text{ NH}_3 + \Delta H_f^\circ \text{ C}_3\text{H}_6\text{O}) \end{aligned}$$

$$= -239,12 - (-45,90 - 92,86)$$

$$= -100,36 \text{ kJ/mol}$$

Karena harga  $\Delta H_r^0$  negatif, maka reaksi bersifat eksotermis.

**Tabel 1.7** Harga  $\Delta G$  Masing-masing Komponen

Komponen	Harga $\Delta G$ (kJ/mol)
NH <sub>3</sub>	-16,40
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	-25,98
C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> NO	-108,25

(Yaws, 1999)

Perhitungannya :

$$\Delta G_f^0 = \Delta G \text{ produk} - \Delta G \text{ reaktan}$$

$$\Delta G_f^0 = \Delta G \text{ C}_3\text{H}_9\text{NO} - (\Delta G \text{ C}_3\text{H}_6\text{O} + \Delta G \text{ NH}_3)$$

$$= (-108,25) - (-25,98 - 16,40) \text{ kJ/mol}$$

$$= -65,87 \text{ kJ/mol}$$

Dari Smith Van Ness Equation (13.11a)

$$\ln K = \frac{-\Delta G_f^0}{RT}$$

$$= \frac{-(-65,87) \text{ kJ/mol}}{8,314 \cdot 10^3 \text{ kJ/mol} \cdot 298,15 \text{ K}}$$

$$= 26,5731$$

$$K_{298,15} = 3,472 \times 10^{11}$$

Dari Smith Van Ness Equation (13.15)

$$\ln \frac{K}{K'} = \frac{H_{298,15}}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T'} \right)$$

dengan :

$K'$  = Konstanta kesetimbangan pada 298.15 K



$K$  = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi

$T'$  = Suhu standar = 298,15 K

$T$  = Suhu operasi = 305,15 K

$R$  = tetapan gas ideal =  $8,314 \times 10^{-3}$  kJ/mol.K

$H_{298,15}$  = Panas reaksi standar pada 298.15 K, kJ/mol

Pada suhu 32°C. (305,15 K) besarnya konstanta kesetimbangan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \ln \frac{K}{K'} &= \frac{H_{298,15}}{R} \frac{1}{T} \frac{1}{T'} \\ &= \frac{100,36 \frac{kJ}{mol}}{8,314 \times 10^{-3} \frac{kJ}{mol}} \cdot \frac{1}{305,15 K} \cdot \frac{1}{298,15 K} \end{aligned}$$

$$\ln \frac{K}{K'} = 0,929$$

$$\frac{K}{K'} = 2,531$$

$$K = 2,531 \times 3,472 \cdot 10^{11}$$

$$K = 8,788 \times 10^{11}$$

Karena harga konstanta kesetimbangan  $> 1$ , maka reaksi pembentukan  $C_3H_9NO$  berlangsung searah, ke arah kanan (*irreversible*).



Harga  $\Delta H_f^0$  masing-masing komponen pada suhu 298,15 K dapat dilihat pada Tabel 1.8 sebagai berikut :

**Tabel 1.8** Harga  $\Delta H_f^\circ$  Masing-masing Komponen

Komponen	Harga $\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)
$C_3H_6O$	-92,86
$C_3H_9NO$	-239,12
$C_3H_{15}NO_2$	-454,25

(Yaws, 1999)

Perhitungannya :

$$\begin{aligned}\Delta H_r^\circ &= \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\ &= \Delta H_f^\circ C_3H_{15}NO_2 - (\Delta H_f^\circ C_3H_{15}NO + \Delta H_f^\circ C_3H_6O) \\ &= -454,25 - (-239,12 - 92,86) \\ &= -122,27 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Karena harga  $\Delta H_r^\circ$  negatif, maka reaksi bersifat eksotermis.

**Tabel 1.9** Harga  $\Delta G$  Masing-masing Komponen

Komponen	Harga $\Delta G$ (kJ/mol)
$C_3H_6O$	-25,98
$C_3H_6NO$	-108,25
$C_3H_{15}NO_2$	-215,54

(Yaws, 1999)

Perhitungannya :

$$\begin{aligned}\Delta G_f^\circ &= \Delta G \text{ produk} - \Delta G \text{ reaktan} \\ \Delta G_f^\circ &= (\Delta G C_3H_{15}NO_2) - (\Delta G C_3H_6O + \Delta G C_3H_9NO) \\ &= (-215,54) - (-25,98 - 108,25) \text{ kJ/mol} \\ &= -81,31 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Dari Smith Van Ness Equation (13.11a)

$$\begin{aligned}\ln K &= \frac{-\Delta G_f^\circ}{RT} \\ &= \frac{-(-81,31)\text{kJ/mol}}{8,314 \cdot 10^3 \text{ kJ/mol} \cdot 298,15\text{K}} \\ &= 32,802\end{aligned}$$

$$K = 1,761 \times 10^{14}$$

Dari Smith Van Ness Equation (13.15)

$$\ln \frac{K}{K'} = \frac{H_{298,15}}{R} \frac{1}{T} - \frac{1}{T'}$$

dengan :

$K'$  = Konstanta kesetimbangan pada 298.15 K

$K$  = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi

$T'$  = Suhu standar = 298,15 K

$T$  = Suhu operasi = 305,15 K

$R$  = tetapan gas ideal =  $8,314 \times 10^{-3}$  kJ/mol.K

$H_{298,15}$  = Panas reaksi standar pada 298.15 K, kJ/mol

Pada suhu 32°C (305,15 K) besarnya konstanta kesetimbangan dapat

dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\ln \frac{K}{K'} &= \frac{H_{298,15}}{R} \frac{1}{T} - \frac{1}{T'} \\ &= \frac{122,27 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}}{8,314 \times 10^3 \text{ kJ/mol}} \cdot \frac{1}{305,15 \text{ K}} - \frac{1}{298,15 \text{ K}}\end{aligned}$$

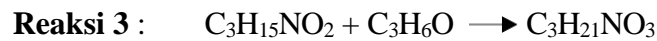
$$\ln \frac{K}{K'} = 1,132$$

$$\frac{K}{K'} = 3,100$$

$$K = 3,100 \times 1,761 \cdot 10^{14}$$

$$K = 5,459 \times 10^{14}$$

Karena harga konstanta kesetimbangan  $> 1$ , maka reaksi pembentukan  $C_3H_{15}NO_2$  berlangsung searah, ke arah kanan (*irreversible*).



Harga  $\Delta H_f^\circ$  masing-masing komponen dapat dilihat pada Tabel 1.10 sebagai berikut :

**Tabel 1.10** Harga  $\Delta H_f^\circ$  Masing-masing Komponen

Komponen	Harga $\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)
$C_3H_6O$	-92,86
$C_3H_{15}NO_2$	-454,25
$C_3H_{21}NO_3$	-663,65

(Yaws, 1999)

Perhitungannya :

$$\begin{aligned} \Delta H_r^\circ &= \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\ &= \Delta H_f^\circ C_3H_{21}NO_3 - (\Delta H_f^\circ C_3H_{15}NO_2 + \Delta H_f^\circ C_3H_6O) \\ &= -663,65 - (-454,25 - 92,86) \\ &= -116,54 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Karena harga  $\Delta H_r^\circ$  negatif, maka reaksi bersifat eksotermis.

**Tabel 1.11** Harga  $\Delta G$  Masing-masing Komponen

Komponen	Harga $\Delta G$ (kJ/mol)
$C_3H_6O$	-25,98
$C_3H_{15}NO_2$	-215,54
$C_3H_{21}NO_3$	-328,44

(Yaws, 1999)

Perhitungannya :

$$\begin{aligned}\Delta G_f^0 &= \Delta G \text{ produk} - \Delta G \text{ reaktan} \\ &= (\Delta G \text{ C}_3\text{H}_2\text{NO}_3) - (\Delta G \text{ C}_3\text{H}_6\text{O} + \Delta G \text{ C}_3\text{H}_{15}\text{NO}_2) \\ &= (-328,44) - (-25,98 - 215,54) \text{ kJ/mol} \\ &= -86,92 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Dari Smith Van Ness Equation (13.11a)

$$\begin{aligned}\ln K &= \frac{-\Delta G_f^0}{RT} \\ &= \frac{-(-86,92) \text{ kJ/mol}}{8,314 \cdot 10^3 \text{ kJ/mol} \cdot 298,15 \text{ K}} \\ &= 35,0651\end{aligned}$$

$$K = 1,693 \times 10^{15}$$

Dari Smith Van Ness Equation (13.15)

$$\ln \frac{K}{K'} = \frac{H_{298,15}}{R} \frac{1}{T} - \frac{1}{T'}$$

dengan :

$K'$  = Konstanta kesetimbangan pada 298.15 K

$K$  = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi

$T'$  = Suhu standar = 298,15 K

$T$  = Suhu operasi = 305,15 K

$R$  = tetapan gas ideal =  $8,314 \times 10^{-3}$  kJ/mol.K

$H_{298,15}$  = Panas reaksi standar pada 298.15 K, kJ/mol

Pada suhu 32°C (305,15 K) besarnya konstanta kesetimbangan dapat

dihitung sebagai berikut :

$$\ln \frac{K}{K'} = \frac{H_{298,15}}{R} \frac{1}{T} - \frac{1}{T'}$$

$$= \frac{116,54 \frac{kJ}{mol}}{8,314 \times 10^3 \frac{kJ}{mol}} \cdot \frac{1}{305,15 K} \cdot \frac{1}{298,15 K}$$

$$\ln \frac{K}{K'} = 1,078$$

$$\frac{K}{K'} = 2,940$$

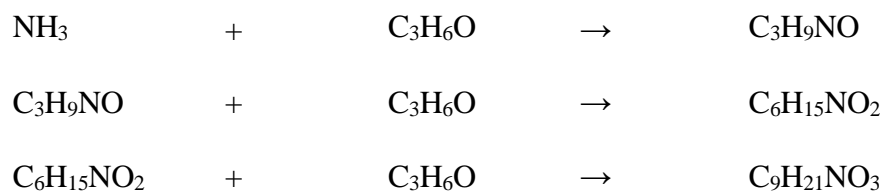
$$K = 2,940 \times 1,693 \cdot 10^{15} / 22$$

$$K = 4,977 \times 10^{15}$$

Karena harga konstanta kesetimbangan  $> 1$ , maka reaksi pembentukan  $C_3H_{21}NO_3$  berlangsung searah, ke arah kanan (*irreversible*).

## 1.6 Tinjauan Kinetika

Proses pembuatan isopropanolamin dari amoniak dan propilen oksida, telah dipelajari bahwa faktor yang paling berpengaruh pada reaksi pembentukan isopropanolamin adalah rasio mol reaktan antara amoniak dan propilen oksida, serta suhu operasi yang digunakan. Reaksi pembuatan Isopropanolamin merupakan reaksi eksotermis dan irreversible.



Berikut merupakan daftar nilai kinetika reaksi pada pembuatan *Isopropanolamine* yang didapatkan dari (*Nanjing University of Chemical Technology, Nanjing 210009*).

Persamaan laju reaksi simultan dapat dituiskan sesuai persamaan 2.1-2.3

$$\frac{dc_{mipa}}{dt} = k_1 \cdot C_{NH_3} \cdot C_{po} - k_2 \cdot C_{mipa} \cdot C_{po} \quad (2.1)$$

$$\frac{dc_{dipa}}{dt} = k_2 \cdot C_{mipa} \cdot C_{po} - k_3 \cdot C_{dipa} \cdot C_{po} \quad (2.2)$$

$$\frac{dc_{tipa}}{dt} = k_3 \cdot C_{dipa} \cdot C_{po} \quad (2.3)$$

Dimana nilai k1, k2 dan k3 dapat dihitung dengan persamaan arhenius seperti pada persamaan 2.4

$$k = A \cdot \exp \frac{Ea}{RT} \quad (2.4)$$

Dengan :

$$A_1 = 4,200 \times 10^7$$

$$A_2 = 4,963 \times 10^7$$

$$A_3 = 5,508 \times 10^6$$

Sehingga :

$$k_1 = 4,200 \times 10^7 \exp (-5,842 \times 10^4/RT) \text{ L/mol.menit}$$

$$k_2 = 4,963 \times 10^7 \exp (-5,445 \times 10^4/RT) \text{ L/mol.menit}$$

$$k_3 = 5,508 \times 10^6 \exp (-5,508 \times 10^4/RT) \text{ L/mol.menit}$$

$$T = 305^\circ\text{K} (32^\circ\text{C})$$

(Nanjing University 2001)

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pendukung dan Produk

##### 2.1.1 Sifat fisis Bahan Baku, Bahan pendukung dan Produk

Tabel 2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

Sifat Fisis	Bahan Baku			Produk		
	Amoniak	Propilen Oksida	Air	MIPA	DIPA	TIPA
Rumus Molekul	NH <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	H <sub>2</sub> O	C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> NO	C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>2</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>3</sub>
Fase	Cair	Cair	Cair	Cair	Cair	Cair
Berat Molekul	17,03g/gmol	58,04g/gmol	18,02g/gmol	75,11g/gmol	133,19g/gmol	191,27g/gmol
Titik Leleh	-77,7°C	-	-	2°C	33°C	48°C
Titik Didih (1atm)	-33,4°C	35°C	100°C	159°C	249°C	305°C
Temperature Kritis	132,4°C	209,1°C	374°C	337°C	393°C	468°C
Spesifik Gravitasi	0,639	0,829	-	0,96	0,992	0,994
Batas Eksplosif di Udara	16-25% vol (650°C)	-	-	-	-	-
Batas Eksplosif di Oksigen	15-79% vol (650°C)	-	-	-	-	-



## 2.1.2 Sifat Kimia Bahan Baku, Bahan Pendukung dan Produk

### 1. Amonia (Kirk-Othmer, 1999)

- Amonia stabil pada suhu rendah, tetapi terdekomposisi menjadi hidrogen dan nitrogen pada suhu yang tinggi. Pada tekanan atmosfer dekomposisi terjadi pada 450 – 500°C, sebaliknya dengan keberadaan katalis dekomposisi terjadi pada suhu 300°C dan dekomposisi mendekati lengkap pada suhu 500 – 600°C.
- Disintesis dengan proses *Haber Bosch* dengan bahan bakunya adalah gas alam sebagai sumber H<sub>2</sub> yang direaksikan dengan nitrogen  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
- Oksidasi amonia pada temperatur yang tinggi menghasilkan nitrogen dan air.
- Reaksi halogenasi Halogen bereaksi dengan amonia. Klorin dan bromin melepaskan nitrogen dari amonia yang berlebihan untuk menghasilkan gram-garam.
- Reaksi antara amonia dengan karbondioksida menghasilkan

ammonium karbamat, reaksinya sebagai berikut :  $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{NH}_2\text{CO}_2\text{NH}_4$  Ammonium karbamat kemudian terdekomposisi menjadi urea dan air.

- Pemanasan amonia dengan logam yang reaktif seperti magnesium menghasilkan nitrit :  $3 \text{Mg} + 2 \text{NH}_3 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2 + 3 \text{H}_2$
- Reaksi antara amonia dengan air bersifat *reversibel* dan menghasilkan amonia cair  $\text{NH}_3(\text{aq})$ , kelarutan amoniak turun dengan cepat dengan naiknya temperatur
- Reaksi antara amonia dengan propilen oksida akan membentuk mono-di- dan triisopropanolamin.

## 2. Propilen Oksida

- Reaksi antara propilen oksida dengan air akan membentuk propilen glikol, dipropilen glikol, tripropilen glikol, dan poliglikol lain dengan berat molekul lebih tinggi.
- Reaksi antara propilen oksida dengan alkohol juga akan dihasilkan propilen glikol

## 3. Air (Pudjaatmaka, 1984)

- Merupakan senyawa kovalen polar
- Merupakan elektrolit lemah dan mampu menghantarkan listrik karena terionisasi  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$
- Bersifat netral
- Dapat menguraikan garam menjadi asam dan basa

- Pelarut yang baik
- Bereaksi dengan oksida logam membentuk hidroksida yang bersifat basa dan bila bereaksi dengan oksida non logam membentuk asam

#### **4. Monoisopropanolamin (Ulmann, 1999)**

- Reaksi monoisopropanolamin dengan asam akan membentuk garam.
- Dengan bantuan air, monoisopropanolamin bereaksi dengan CO<sub>2</sub> membentuk carbamat.
- Monoisopropanolamin bereaksi dengan asam atau asam klorida membentuk amida.

#### **5. Diisopropanolamin (Ulmann, 1999 dan Perry, 1997)**

- Reaksi diisopropanolamin dengan asam akan membentuk garam.
- Dengan bantuan air, diisopropanolamin bereaksi dengan CO<sub>2</sub> membentuk karbamat.
- Diisopropanolamin bereaksi dengan asam atau asam klorida membentuk amides.
- Memiliki kelarutan yang tak terhingga dalam air dan ether.

#### **6. Triisopropanolamin (Ulmann, 1999 dan Perry, 1997)**

- Reaksi triisopropanolamin dengan asam akan membentuk garam.
- Memiliki kelarutan yang tak terhingga dalam air dan sedikit

larut dalam eter.

### 2.1.3 Studi Kebahayaan Bahan Baku dan Produk

#### 1. Amonia

- *Flammability*: tak mudah terbakar
- *Toxicity*: Beracun menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan
- *Reactivity*: Reaktif terhadap Oksidator, Air Raksa, Oksigen, senyawa silver, nitrogen trichloride, hydrogen peroxide, silver, antimony hydride, halogens, Asam, Kalsium, Chlorin, Klorit, garam auric, perchlorates, natrium hipoklorit, senyawa mercury, halogen oxides Logam berat, Garam logam berat, Klorida asam, Anhidrida asam.
- *Body Contact*: Menyebabkan kulit terbakar dan kerusakan mata.
- *Corrosivity*: Bahan yang dapat menyebabkan korosif pada tembaga dan timah

#### 2. Propilen Oksida

- *Flammability*: cairan dan uap mudah menyala
- *Toxicity*: Beracun apabila tertelan dan terhirup
- *Reactivity*: reaktif terhadap senyawa yang mengandung ion hidrogen labil, seperti air, amonia dan asam organik
- *Body Contact*: menyebabkan iritasi parah dan kemungkinan luka bakar

- *Corrosivity*: bahan yang bersifat korosif

### 3. Air

- *Flammability*: Tidak mudah terbakar, *category* 0.
- *Toxicity*: Tidak beracun, *category* 0.
- *Reactivity*: Tidak reaktif, *category* 0.
- *Body Contact*: Tidak menyebabkan iritasi, *category* 0.
- *Corrosivity*: Bahan tidak mengalami korosi, *category* 0.

### 4. Monoisopropanolamin

- *Flammability*: Cairan mudah terbakar
- *Toxicity*: Jika tertelan dapat menyebabkan luka bakar pada mulut dan tenggorokan
- *Reactivity*: Stabil pada suhu dan tekanan lingkungan normal.
- *Body Contact*: Jika kena kulit Menyebabkan kulit terbakar parah dan kerusakan mata
- *Corrosivity* : Bahan tidak korosi,Penghambat/pencegah korosi

### 5. Diisopropanolamin

- *Flammability*: Cairan dan uap yang sangat mudah terbakar.
- *Toxicity*: Beracun bila terhirup dan berbahaya jika tertelan
- *Reactivity*: Reaktif terhadap bahan tertentu
- *Body Contact*: Menyebabkan luka bakar kulit yang parah dan kerusakan mata
- *Corrosivity*: Bahan tidak mengalami korosi

## 6. Triisopropanolamin

- *Flammability*: Mudah menyala
- *Toxicity*: Berbahaya pada kehidupan perairan dengan efek jangka panjang
- *Reactivity*: Reaktif terhadap bahan tertentu
- *Body Contact*: Menyebabkan iritasi mata yang serius
- *Corrosivity*: Bahan tidak mengalami korosi

### 2.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan kegiatan yang dilakukan agar kebijaksanaan terkait standar atau mutu dapat tercermin pada hasil akhir. Pengawasan kualitas dapat membuat perusahaan selalu berusaha memperbaiki kualitas serta mengurangi kerugian akibat adanya kerusakan-kerusakan. (Sofyan Assauri, 2004). Dikutip dari sebuah jurnal oleh Heni Nastiti, Sofyan Assauri menjelaskan bahwa terdapat beberapa tujuan dilakukannya pengendalian kualitas antara lain sebagai berikut :

1. Agar barang hasil produksi berhasil memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan.
2. Agar biaya inspeksi menjadi serendah mungkin
3. Agar biaya untuk mendesain produk dan proses pada kualitas tertentu dapat menjadi serendah mungkin
4. Agar biaya produksi menjadi serendah mungkin

(Sumber: Sofyan Assauri: 2004).

Pengendalian kualitas pada pabrik isopropanolamin ini terdiri dari pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk. Agar produk yang diproduksi dapat sesuai dengan spesifikasi yang dirancang maka proses produksi memerlukan pengawasan dan pengendalian agar didapatkan mutu sesuai standar serta waktu produksi berjalan sesuai jadwal yang ada.

### **2.2.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku**

Pengendalian kualitas bahan baku dilakukan untuk mengawasi kualitas bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi agar memenuhi syarat yang ditentukan untuk proses. Pada pabrik Isopropanolamin ini diharapkan produk hasil produksi dapat mencapai standar mutu yang telah ditentukan serta jumlah produksi dan jadwal yang tepat sesuai dengan perencanaan. Oleh karena itu, sebelum proses produksi dimulai perlu dilakukan pengecekan bahan baku berupa pengecekan kemurnian ammonia dan phosphorus propilen oksida, tekanan dan temperature pada gas, dan lainnya. Apabila didapatkan yang tidak sesuai maka akan dilakukan tindakan lebih lanjut.

### **2.2.2 Pengendalian Kualitas Proses Produksi**

Dalam pengendalian proses produksi pabrik Isopropanolamin dilakukan pada alat-alat pengendalian yang berfungsi sebagai *system control*. Adapun tujuan dilakukannya pengendalian kualitas proses produksi adalah agar proses dapat berjalan dengan lancar serta menghasilkan produk dengan kualitas tinggi dan seragam sesuai dengan spesifikasi yang ingin

dicapai. Penerapan pengendalian kualitas proses produksi dilakukan pada setiap tahapan produksi dari awal hingga akhir. Semua kegiatan pengontrolan dilakukan di laboratorium atau menggunakan alat kontrol. Apabila terjadi ketidaksesuaian maka indikator yang telah dipasang akan mendeteksi dan memberikan peringatan seperti nyala lampu, alarm dan lainnya. Adapun alat kontrol yang digunakan berupa kontrol terhadap kondisi proses seperti suhu dan tekanan. Terdapat beberapa alat kontrol yang memerlukan pengesetan pada situasi tertentu sebagai berikut :

#### 1. Alat Sistem Kontrol

- Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, *thermocouple*.
- *Controller* dan indikator, meliputi level indikator dan *control*, *temperature indicator control*, *pressure control*, *flow control*.
- *Actuator* digunakan untuk *manipulate* agar variabelnya sama dengan variabel *controller*. Alat yang digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve*. untuk sensor suhu.

#### 2. Aliran Sistem Kontrol

- Aliran pneumatis (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*. Contohnya : ( $\neq$ )
- Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*. Contohnya : (----)
- Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan level) digunakan untuk



flow dari sensor ke *controller*. Contohnya : (\_\_\_\_)

Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan dalam melaksanakan kegiatan pengendalian proses produksi antara lain sebagai berikut :

1. Pengawasan proses secara langsung dimana terdapat sebuah *team quality control* yang terjun langsung dalam mengawasi setiap proses mulai dari bahan maupun alat produksi.
2. Pengawasan otomatis melalui panel kontrol biasanya dipasang pada alat- alat produksi seperti tekanan, suhu, jumlah material dalam suatu alat dan sebagainya.
3. Pengawasan kondisi parameter mesin, pengawasan ini dilakukan dalam pengaturan parameter mesin produksi yang sedang bekerja. Apabila ditemukan ketidaksesuaian maka pengaturannya harus diatur lagi untuk memenuhi standar yang diinginkan.

### **2.2.3 Pengendalian Kualitas**

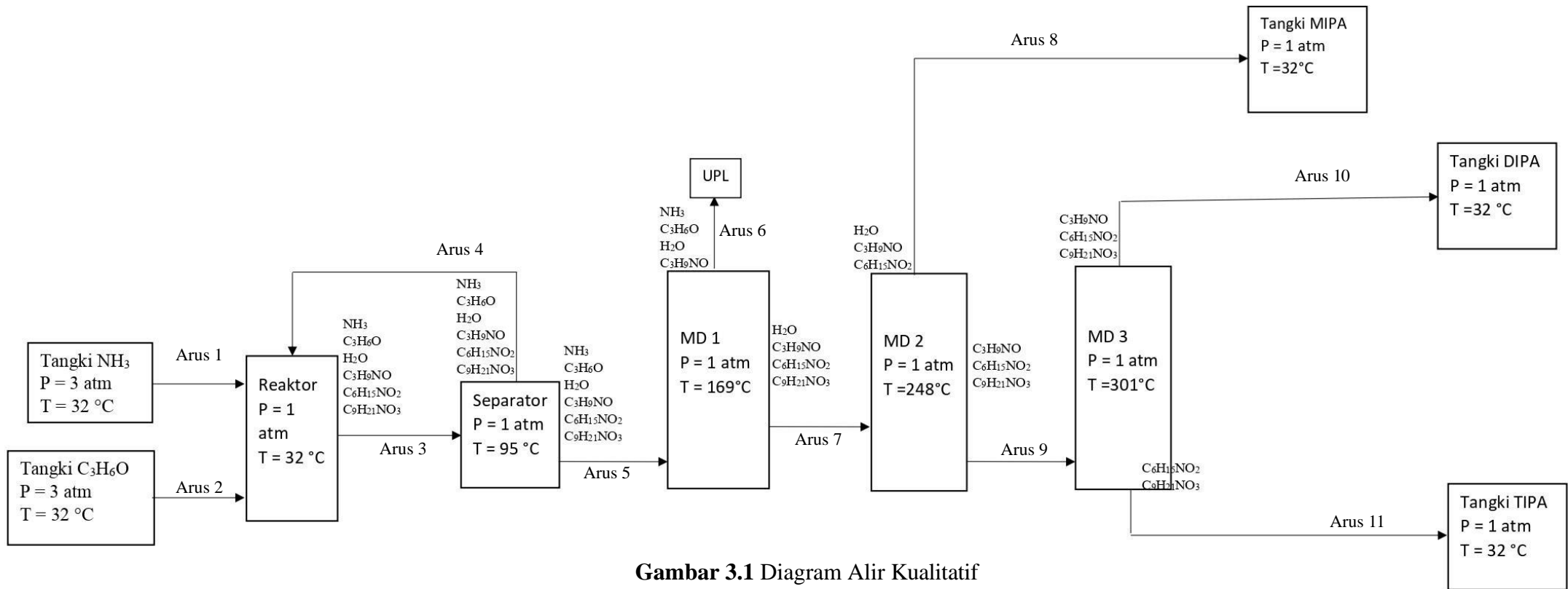
Pengendalian kualitas produk dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan produk yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Untuk mendapatkan produk Isopropanolamin yang bermutu maka harus dilakukan pengendalian kualitas bahan baku serta *system control* sehingga Isopropanolamin siap untuk dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka dilakukan uji densitas, viskositas, volatilitas, kemurnian produk dan komposisi komponen produk.

#### **2.2.4 Pengendalian Kuantitas**

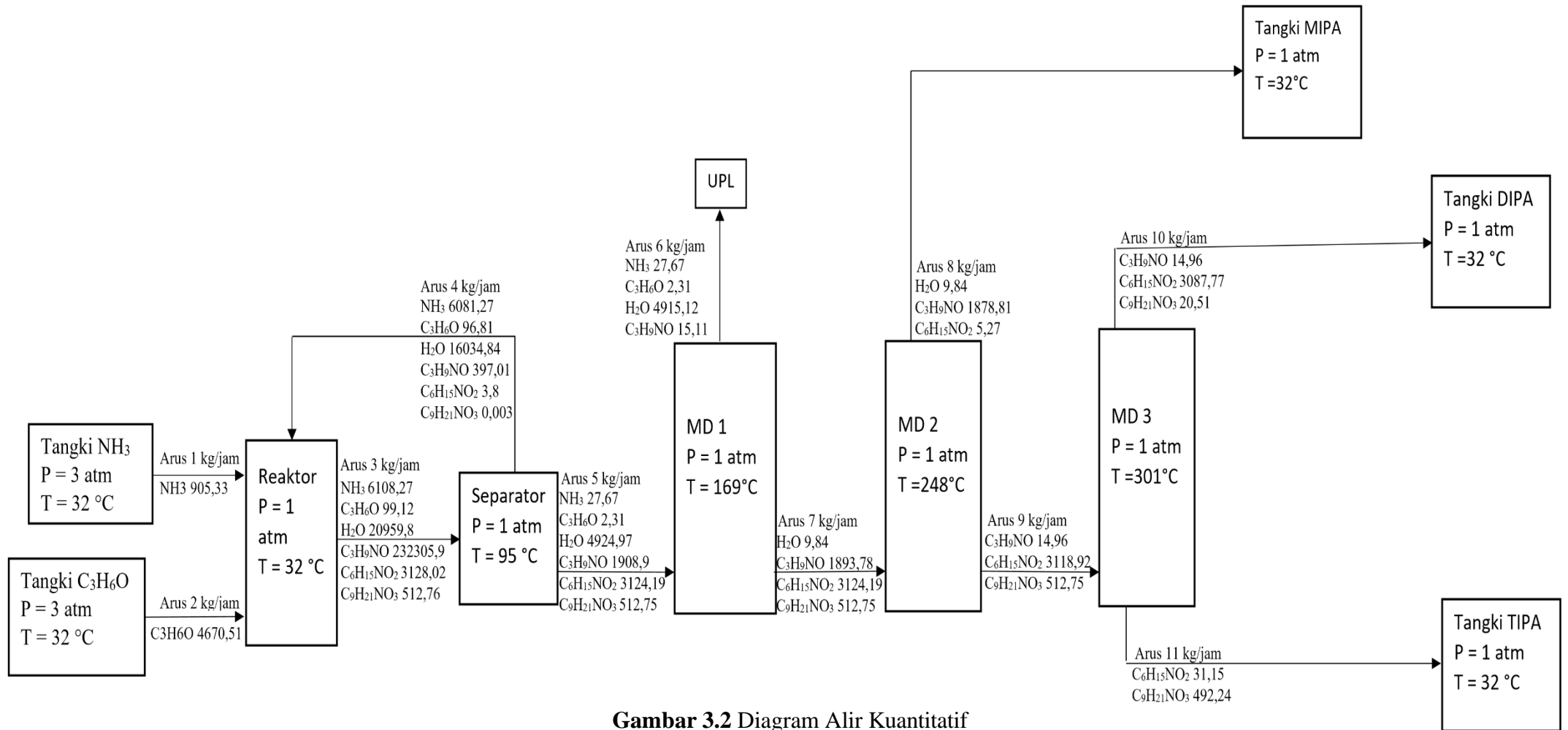
Pengendalian kuantitas digunakan untuk menjaga dan memelihara kuantitas yang diinginkan, disesuaikan dengan kebutuhan prospek usaha pabrik. Kesalahan dalam pengendalian kuantitas dapat terjadi karena beberapa faktor, diantaranya human error, kesalahan dalam mesin, *inventory control* yang tidak terkendali, dan sebagainya. Perbaikan kuantitas tersebut dapat dilakukan dengan pengidentifikasian masalah dan melakukan evaluasi.

**BAB III**  
**PERANCANGAN PROSES**

**3.1 Diagram Alir Proses dan Material**



**Gambar 3.1** Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3.2 Diagram Alir Kuantitatif

## **3.2 Uraian Proses**

Proses produksi Isopropanolamin dari amoniak dan propilen oksida secara umum dapat dibagi menjadi tahap persiapan bahan baku, reaksi, pemisahan dan pemurnian, dan penyimpanan.

### **3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku dan Bahan Pembantu**

Produksi Isopropanolamin dengan kapasitas 15.000 ton/tahun menggunakan bahan baku amoniak cair yang memiliki kemurnian 25% dengan impuritis air 75 % dan Propilen oksida yang memiliki kemurnian 99,8% dengan impuritis air 0,2 % disimpan dalam fase cair dalam tangki (T-01) dan (T-02) dengan kondisi temperature 32°C dan tekanan 2 atm, sebelum masuk ke reaktor tekanan di turunkan menjadi 1 atm dengan *expansion valve*, lalu ke dua cairan masuk ke reaktor (R-01).

### **3.2.2 Tahap Proses Reaksi**

Setelah melalui tahapan persiapan bahan baku dan masuk ke dalam reaktor (R-01) jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) karena berlangsung pada fase cair-cair serta bersifat homogen. Reaktor bekerja secara endotermis dengan kondisi operasi isothermal.

### **3.2.3 Tahap Pemisahan**

Setelah cairan bereaksi di reaktor (R-01) cairan akan dinaikkan suhunya dengan HE-01 dengan suhu 95°C dan masuk kedalam separator (SP-01) yang akan di pisahkan, arus atas pada separator (SP-01) akan di *recyle* ke reaktor sedangkan arus bawah akan masuk ke menara distilasi 1 (MD-01),sebelum masuk kedalam MD-01 cairan dipanaskan dengan

HE-02 dengan suhu 103°C, pada menara distilasi 1 (MD-01) akan dipisahkan sebagian besar bahan air dan beberapa bahan lainnya yang dimana bagian arus atas pada MD-01 akan di UPL, dan arus bawah pada MD-01 akan dialirkan ke menara distilasi 2 (MD-02). Di menara distilasi 2 (MD-02) akan memisahkan larutan produk utama yaitu Monoisopropanolamin dengan produk sampingnya yaitu Diisopropanolamin dan Triisopropanolamin, dimana hasil atas yaitu Monoisopropanolamin dan hasil bawah Diisopropanolamin dan Trisopropanolamin. Setelah terjadi pemisahan produk utama dengan produk samping, produk samping akan dialirkan ke menara distilasi 3 (MD-03) dimana pada MD-03 ini memisahkan 2 produk samping yaitu Diisopropanolamin dan Triisopropanolamin, dimana hasil atas adalah Diisopropanolamin dan hasil bawah Triisopropanolamin.

#### **3.2.4 Tahap Pemurnian dan Penyimpanan**

Produk utama yaitu terdapat pada menara distilasi 2 (MD-02) hasil atas, dan akan didinginkan dengan *Cooler 2* (CL-02), setelah cairan produk didinginkan cairan tersebut akan dialirkan menuju tangki penyimpanan 3 (T-03) produk dengan suhu 32°C dengan tekanan 1 atm.

Pada produk samping yaitu terdapat di menara distilasi 3 (MD-03) hasil atas, Diisopropanolamin akan didinginkan dengan *Cooler 4* (CL-04), setelah didinginkan cairan tersebut akan dialirkan ke tangki penyimpanan 4 (T-04) dengan suhu 32°C juga. Produk samping yang terdapat pada hasil bawah MD-03 yaitu Triisopropanolamin juga

didinginkan dengan *Cooler 4 (CL-04)*, setelah cairan didinginkan cairan tersebut akan dialirkan ke tangki penyimpan 5 (T-05) dengan suhu 32°C.

### 3.3 Spesifikasi Alat

#### 3.3.1 Reaktor

##### 1. Spesifikasi Umum

Kode : R-01

Fungsi : Tempat mereaksikan amonia cair dan propilen oksida menjadi Monoisopropanolamin

Fase : Cair-cair

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Jumlah 1

##### 2. Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 32°C

##### 3. Konstruksi dan Material

Bahan : *Stainless steel SA 240 grade 3 type 316*

Diameter : 2,08 m

Tinggi total : 4,15 m

Tinggi *head* : 0,51 m

Tebal *shell* : 0,3125 in

Tebal *head* : 0,25 in

##### 4. Spesifikasi Khusus

Jenis pengaduk : *Turbin 6 blade disk*

Diameter pengaduk	: 0,69 in
Tinggi pengaduk	: 2,7 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,1180 m
Jumlah <i>baffle</i>	: 4
Kecepatan pengaduk	: 155 rpm
Power pengaduk	: 1,5 hP

### 3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah

#### 1. Separator

Kode	: SP-01
Fungsi	: Memisahkan sebagian besar bahan baku untuk dikembalikan ke reaktor
Jenis	: <i>Vertikal Drum</i>
Material	: <i>Stainless steel type 316</i>
Kondisi Operasi	: 95°C, 1 atm

#### Spesifikasi

Volume	: 11,18 m <sup>3</sup>
Diameter	: 1,49 m
Tinggi <i>Shell</i>	: 6,41 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,1875 inch

#### Head

Tipe	: <i>Torispherical dished head</i>
Tebal	: 0,25 inch
Material	: <i>Stainless steel type 316</i>



Tinggi penyangga drum : 3,04 m

Tinggi Separator : 7,02 m

Tinggi Separator total : 10,07 m

## 2. Menara Distilasi 1

Kode : MD-01

Fungsi : Memisahkan amoniak dan propilen oksida dan sebagian besar air

Jenis : *Menara Plate with sieve tray*

Tipe : *Sieve tray*

Material : *Stainless steel type 316*

### Kondisi Operasi

a. Suhu umpan : 103,97 °C

Tekanan : 1 atm

b. Suhu distilat : 99,42 °C

Tekanan : 0,94 atm

c. Suhu bottom : 169, °C

Tekanan : 3,96 atm

### Spesifikasi Shell

Diameter : 3,50 m

Tinggi *shell* : 12,64 m

Tinggi menara : 13,22 m

Seksi atas : 4,57 m

Seksi bawah : 8,34 m

*Support* : 0,99 m

Tebal atas dan bawah : 0,1875 in dan 0,4375 in

Material : Stainless steel type 316

### ***Head***

Jenis : *Torispherical dished head*

Tebal atas dan bawah : 0,25 in dan 0,75 in

Tinggi *head* atas & bawah : 0,27 m dan 0,31 m

Material : *Stainless steel type 316*

### ***Tray***

Jenis tray : *Sieve tray*

Diameter hole : 0,01 m

Banyak lubang 482

*Feed plate* 8

Jumlah plate aktual 24

*Plate spacing* : 0,3 m

## **3. Menara Distilasi 2**

Kode : MD-02

Fungsi : Memisahkan produk MIPA, DIPA dan TIPA

Jenis : Menara *Plate* dengan *sieve tray*

Tipe : *Sieve tray*

Material : *Stainless steel type 316*

### **Kondisi Operasi**

a. Suhu umpan : 169,41 °C

Tekanan	: 1 atm
b. Suhu distilat	: 153,36 °C
Tekanan	: 0,95 atm
c. Suhu bottom	: 248,72 °C
Tekanan	: 1,12 atm

### **Spesifikasi *Shell***

Diameter	: 0,8 m
Tinggi sheel	: 10,05 m
Tinggi menara	: 10,35 m
Seksi atas	: 3,12 m
Seksi bawah	: 7,07 m
Support	: 0,99 m
Tebal atas dan bawah	: 0,1875 in dan 0,25 in
Material	: <i>Stainless steel type 316</i>

### ***Head***

Jenis	: <i>Torispherical dished head</i>
Tebal atas dan bawah	: 0,1875 in dan 0,25 in
Tinggi head atas & bawah	: 0,13 m dan 0,17 m
Material	: <i>Stainless steel type 316</i>

### ***Plate***

Jenis	: <i>Sieve tray</i>
<i>Feed plate</i>	: 6
Jumlah plate aktual	: 35

*Plate spacing* : 0,3 m

#### **4. Menara Distilasi 3**

Kode : MD-03

Fungsi : Memisahkan produk DIPA dan TIPA

Jenis : Menara *plate* dengan *sieve tray*

Tipe : *Sieve tray*

Material : *Stainless steel type 316*

#### **Kondisi Operasi**

a. Suhu umpan : 248,76 °C

Tekanan : 1 atm

b. Suhu distilat : 250,15 °C

Tekanan : 0,96 atm

c. Suhu bottom : 301,49 °C

Tekanan : 1,08 atm

#### **Spesifikasi Shell**

Diameter : 0,95 m

Tinggi sheel : 8,76 m

Tinggi menara : 9,12 m

Seksi atas : 6,06 m

Seksi bawah : 2,86 m

Support : 0,99 m

Tebal atas dan bawah : 0,1875 in dan 0,25 in

Material : *Stainless steel type 316*

### ***Head***

Jenis	: <i>Torispherical dished head</i>
Tebal atas dan bawah	: 0,1875 in dan 0,25 in
Tinggi head atas dan bawah	: 0,16 m dan 0,20 m
Material	: <i>Stainless steel type 316</i>

### ***Plate***

Jenis	: <i>Sieve tray</i>
<i>Feed plate</i>	6
Jumlah plate aktual	15
<i>Plate spacing</i>	: 0,3 m

## **3.3.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan**

### **1. Tangki Penyimpanan Bahan Baku NH<sub>3</sub>**

Kode	: T-01
Fungsi	: Menyimpan kebutuhan larutan NH <sub>3</sub>
Lama Penyimpanan	: 14 Hari
Fase	: Cair
Jumlah Tangki	1
Jenis Tangki	: Silinder tegak dengan dasar flat bottom dan bagian atas conical roof
Kondisi Operasi	: 32°C, 3 atm

### **Spesifikasi**

Material	: Stainless Steel SA-301 grade B
Volume Tangki	: 82735,46 ft <sup>3</sup>

Diameter : 18,23 m  
Tinggi : 9,14 m  
Tebal Shell : 0,26 in  
Tebal Head : 0,3 in

## 2. Tangki Penyimpanan Bahan Baku $C_3H_6O$

Kode : T-02  
Fungsi : Menyimpan kebutuhan larutan  
 $C_3H_6O$   
Lama Penyimpanan : 14 Hari  
Fasa : Cair  
Jumlah Tangki : 1  
Jenis Tangki : Silinder tegak dengan dasar flat  
bottom dan bagian atas conical roof  
Kondisi Operasi : 32°C, 3 atm

### Spesifikasi

Material : Stainless Steel SA-301 grade B  
Volume Tangki : 74627,20 ft<sup>3</sup>  
Diameter : 18,28 m  
Tinggi : 7,31 m  
Tebal Shell : 0,25 in  
Tebal Head : 0,3 in

## 3. Tangki Penyimpanan Produk $C_3H_9NO$

Kode : T-03

Fungsi : Menyimpan Produk  
Monoisopropanolamine ( $C_3H_9NO$ )  
Lama Penyimpanan : 14 Hari  
Fasa : Cair  
Jumlah Tangki : 1  
Jenis Tangki : Silinder tegak dengan dasar flat  
bottom dan bagian atas conical roof  
Kondisi Operasi : 32 °C, 1 atm

#### **Spesifikasi**

Material : Stainless Steel SA-301 grade B  
Volume Tangki : 25936,73 ft<sup>3</sup>  
Diameter : 12,71 m  
Tinggi : 5,48 m  
Tebal Shell : 0,1875 in  
Tebal Head : 0,1901 in

#### **4. Tangki Penyimpanan produk $C_6H_{15}NO_2$**

Kode : T-04  
Fungsi : Menyimpan Produk  
Diisopropanolamine ( $C_6H_{15}NO_2$ )  
Lama Penyimpanan : 14 Hari  
Fasa : Cair  
Jumlah Tangki : 1  
Jenis Tangki : Silinder tegak dengan dasar flat

bottom dan bagian atas conical roof

Kondisi Operasi : 32°C, 1 atm

### **Spesifikasi**

Material : Stainless Steel SA-301 grade B

Volume Tangki : 40780,92 ft<sup>3</sup>

Diameter : 15,24 m

Tinggi : 7,31 m

Tebal Shell : 0,25 in

Tebal Head : 0,25 in

## **5. Tangki Penyimpanan Produk C<sub>9</sub>H<sub>21</sub>NO<sub>3</sub>**

Kode : T-05

Fungsi : Menyimpan Produk  
Triisopropanolamine (C<sub>9</sub>H<sub>21</sub>NO<sub>3</sub>)

Lama Penyimpanan : 14 Hari

Fasa : Cair

Jumlah Tangki : 1

Jenis Tangki : Silinder tegak dengan dasar flat  
bottom dan bagian atas conical roof

Kondisi Operasi : 32°C, 1 atm

### **Spesifikasi**

Material : Stainless Steel SA-301 grade B

Volume Tangki : 6560,64 ft<sup>3</sup>

Diameter : 9,14 m



Tinggi	: 3,65 m
Tebal Shell	: 0,1875 in
Tebal Head	: 0,1901 in

### 3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

#### 1. Pompa 1

Kode	: P-01
Fungsi	: Mengalirkan Amoniak cair menuju reaktor
Tipe	: Centrifugal Pump Single Stage
Impeller	: Mixed Flow Impeller
Jumlah	1
Suhu fluida	: 32°C
Kapasitas	: 7,332 m <sup>3</sup> /jam
Head	: Single Stage
Power motor	: 0,050 HP (standar)
Putaran	: 1546,83 rpm

#### 2. Pompa 2

Kode	: P-02
Fungsi	: Mengalirkan Propilen Oksida menuju reaktor
Tipe	: Centrifugal Pump Single Stage
Impeller	: Mixed Flow Impeller
Jumlah	1
Suhu fluida	: 32°C

Kapasitas : 6,883 m<sup>3</sup>/jam  
Head : Single Stage  
Power motor : 0,050 HP (standar)  
Putaran : 1533,41 rpm

### **3. Pompa 3**

Kode : P-03  
Fungsi : Mengalirkan Keluaran reaktor menuju separator  
Tipe : Centrifugal Pump Single Stage  
Impeller : Mixed Flow Impeller  
Jumlah : 1  
Suhu fluida : 95°C  
Kapasitas : 55,48 m<sup>3</sup>/jam  
Head : Single Stage  
Power motor : 0,050 HP (standar)  
Putaran : 14073,96 rpm

### **4. Pompa 4**

Kode : P-04  
Fungsi : Mengalirkan keluaran condensor 1  
Tipe : Centrifugal Pump Single Stage  
Impeller : Mixed Flow Impeller  
Jumlah : 1  
Suhu fluida : 95°C

Kapasitas : 41,06 m<sup>3</sup>/jam  
Head : Single Stage  
Power motor : 0,750 HP (standar)  
Putaran : 8719,27 rpm

#### **5. Pompa 5**

Kode : P-05  
Fungsi : Mengalirkan keluaran bawah separator  
Tipe : Centrifugal Pump Single Stage  
Impeller : Mixed Flow Impeller  
Jumlah : 1  
Suhu fluida : 104,21°C  
Kapasitas : 15,29 m<sup>3</sup>/jam  
Head : Single Stage  
Power motor : 0,050 HP (standar)  
Putaran : 4103,92 rpm

#### **6. Pompa 6**

Kode : P-06  
Fungsi : Mengalirkan keluaran accumulator 1  
Tipe : Centrifugal Pump Single Stage  
Impeller : Mixed Flow Impeller  
Jumlah : 1  
Suhu fluida : 32°C  
Kapasitas : 7,293 m<sup>3</sup>/jam

Head : Single Stage  
Power motor : 0,050 HP (standar)  
Putaran : 2230,97 rpm

#### **7. Pompa 7**

Kode : P-07  
Fungsi : Mengalirkan keluaran bawah dari MD 1  
Tipe : Centrifugal Pump Single Stage  
Impeller : Mixed Flow Impeller  
Jumlah : 1  
Suhu fluida : 153,37°C  
Kapasitas : 7,538 m<sup>3</sup>/jam  
Head : Single Stage  
Power motor : 0,050 HP (standar)  
Putaran : 2234,01 rpm

#### **8. Pompa 8**

Kode : P-08  
Fungsi : Mengalirkan keluaran accumulator 2  
Tipe : Centrifugal Pump Single Stage  
Impeller : Mixed Flow Impeller  
Jumlah : 1  
Suhu fluida : 32°C  
Kapasitas : 2,384 m<sup>3</sup>/jam  
Head : Single Stage

Power motor : 0,050 HP (standar)

Putaran : 1158,90 rpm

### **9. Pompa 9**

Kode : P-09

Fungsi : Mengalirkan keluaran bawah dari MD 2

Tipe : Centrifugal Pump Single Stage

Impeller : Mixed Flow Impeller

Jumlah : 1

Suhu fluida : 248,76°C

Kapasitas : 5,399 m<sup>3</sup>/jam

Head : Single Stage

Power motor : 0,050 HP (standar)

Putaran : 3229,57 rpm

### **10. Pompa 10**

Kode : P-010

Fungsi : Mengalirkan keluaran accumulator 3

Tipe : Centrifugal Pump Single Stage

Impeller : Mixed Flow Impeller

Jumlah : 1

Suhu fluida : 32°C

Kapasitas : 3,749 m<sup>3</sup>/jam

Power motor : 0,050 HP (standar)

Putaran : 1505,15 rpm

## 11. Pompa 11

Kode	: P-011
Fungsi	: Mengalirkan keluaran bawah dari MD 3
Tipe	: Centrifugal Pump Single Stage
Impeller	: Mixed Flow Impeller
Jumlah	1
Suhu fluida	: 32°C
Kapasitas	: 0,603 m <sup>3</sup> /jam
Head	: Single Stage
Power motor	: 0,050 HP (standar)
Putaran	: 825,28 rpm

### 3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

#### 1. Heater 1

**Tabel 3.1** Spesifikasi *Heater 1*

Fungsi	Menaikkan Temperatur dari keluaran reaktor menuju separator dari suhu 32°C menjadi 95°C	
Jenis	Shell and tube	
Tipe	Steam	
<b>KONDISI OPERASI</b>		
	Shell	Tube
Suhu masuk	32°C	110°C
Suhu keluar	95°C	110°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	7587178,6170 Btu/jam	
<b>MECHANICAL DESIGN</b>		

	Shell	Tube
Panjang	16 ft	
Passes	1	2
BWG		16
Buffle	13,25 in	
OD		0,75 in
ID	13,25	0,620 in
A	319,3724 ft <sup>2</sup>	
Pressure Drop	0,422 psi	0,0002 psi
Rd	0,0037 (jam)(ft <sup>2</sup> )(°F)/Btu	

## 2. Heater 2

**Tabel 3.2** Spesifikasi *Heater 2*

Fungsi	Memanaskan Temperatur dari keluaran separator menuju MD 1 dari suhu 95°C menjadi 103,97°C (Hasil bawah SP-01)	
Jenis	Double Pipe Heat Exchanger	
Tipe	Superheated Steam	
<b>KONDISI OPERASI</b>		
	Shell	Tube
Suhu masuk	95°C	120°C
Suhu keluar	103,97°C	120°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	303621,66 Btu/jam	
<b>MECHANICAL DESIGN</b>		
	Annulus	Tube
Panjang	12 ft	
Hairpin	1 buah	
OD	4,5 in	3,5 in
ID	4 in	3 in

A	41,54 ft <sup>2</sup>	41,79 ft <sup>2</sup>
Pressure Drop	1 psi	0,0010 psi
Rd	0,0039 jam.ft <sup>2</sup> .°F/Btu	

### 3. Cooler 1

**Tabel 3.3** Spesifikasi *Cooler 1*

Fungsi	Mendinginkan keluaran separator sebelum masuk ke reaktor dari suhu 95°C menjadi 32°C	
Jenis	Shell and tube	
Tipe	Fluida pendingin	
<b>KONDISI OPERASI</b>		
	Shell	Tube
Suhu masuk	50°C	10°C
Suhu keluar	32°C	32°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	6536018,921 Btu/jam	
<b>MECHANICAL DESIGN</b>		
	Shell	Tube
Panjang	20 ft	
Passes	1	2
BWG		16
Buffle	20,25 in	
OD		1,25 in
ID	27 in	1,12 in
A	365,930864 ft <sup>2</sup>	
Pressure Drop	0,528 psi	1,42 psi
Rd	0,001 jam.ft <sup>2</sup> .°F/Btu	



#### 4. Cooler 2

**Tabel 3.4** Spesifikasi *Cooler 2*

Fungsi	Mendinginkan produk MIPA ( $C_3H_9NO$ )	
Jenis	Double Pipe Heat Exchanger	
Tipe	Air pendingin	
<b>KONDISI OPERASI</b>		
	Shell	Tube
Suhu masuk	153,35°C	32°C
Suhu keluar	40°C	50°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	595095,1773 Btu/jam	
<b>MECHANICAL DESIGN</b>		
	Annulus	Tube
Panjang	12 ft	
Hairpin	1 buah	
OD	4,5 in	3,5 in
ID	4 in	3 in
A	70,78 ft <sup>2</sup>	70,33 ft <sup>2</sup>
Pressure Drop	0,0538 psi	0,0348 psi
Rd	0,0037 jam.ft <sup>2</sup> .°F/Btu	

#### 5. Cooler 3

**Tabel 3.5** Spesifikasi *Cooler 3*

Fungsi	Mendinginkan produk TIPA sebelum disimpan ( $C_9H_{21}NO_3$ )	
Jenis	Double Pipe Heat Exchanger	
Tipe	Air pendingin	
<b>KONDISI OPERASI</b>		
	Shell	Tube
Suhu masuk	301,50°C	32°C

Suhu keluar	40°C	50°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	422432,4197 Btu/jam	
<b>MECHANICAL DESIGN</b>		
	Annulus	Tube
Panjang	12 ft	
Hairpin	1 buah	
OD	2,38 in	1,9 in
ID	2 in	1,61 in
A	50,86 ft <sup>2</sup>	50,50 ft <sup>2</sup>
Pressure Drop	0,0642 psi	0,0327 psi
Rd	0,00124 jam.ft <sup>2</sup> .°F/Btu	

#### 6. Cooler 4

**Tabel 3.6** Spesifikasi *Cooler 4*

Fungsi	Mendinginkan produk DIPA sebelum disimpan (C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>2</sub> )	
Jenis	Double Pipe Heat Exchanger	
Tipe	Air pendingin	
<b>KONDISI OPERASI</b>		
	Shell	Tube
Suhu masuk	250°C	32°C
Suhu keluar	40°C	50°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	1965696,439 Btu/jam	
<b>MECHANICAL DESIGN</b>		
	Annulus	Tube
Panjang	12 ft	
Hairpin	1 buah	
OD	4,5 in	3,5 in

ID	4 in	3 in
A	168,04 ft <sup>2</sup>	168,35 ft <sup>2</sup>
Pressure Drop	0,3145 psi	1,0371 psi
Rd	0,0060 jam.ft <sup>2</sup> .°F/Btu	

## 7. Condensor 1

**Tabel 3.7** Spesifikasi *Condensor 1*

Fungsi	Mengkondensasikan hasil atas Separator	
Jenis	Shell and tube	
Tipe	Fluida pendingin	
<b>KONDISI OPERASI</b>		
	Shell	Tube
Suhu masuk	95°C	35°C
Suhu keluar	50°C	55°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	3499400,954 Btu/jam	
<b>MECHANICAL DESIGN</b>		
	Shell	Tube
Panjang	16 ft	
Passes	1	2
BWG		16
Buffle	17 in	
OD		1,5 in
ID	17,25 in	1,37 in
A	207,7799479 ft <sup>2</sup>	
Pressure Drop	0,0378 psi	0,3939 psi
Rd	0,00222 jam.ft <sup>2</sup> .°F/Btu	

## 8. Condensor 2

**Tabel 3.8** Spesifikasi *Condensor 2*

Fungsi	Mengkondensasikan hasil atas MD 1	
Jenis	Shell and tube	
Tipe	Fluida pendingin	
<b>KONDISI OPERASI</b>		
	Shell	Tube
Suhu masuk	99,42°C	35°C
Suhu keluar	89,85°C	55°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	5507101,1695 Btu/jam	
<b>MECHANICAL DESIGN</b>		
	Shell	Tube
Panjang	16 ft	
Passes	1	2
BWG		16
Buffle	17 in	
OD		1,5 in
ID	17,25 in	1,37 in
A	247,4688539 ft <sup>2</sup>	
Pressure Drop	0,0067 psi	0,9254 psi
Rd	0,0014 jam.ft <sup>2</sup> .°F/Btu	

## 9. Condensor 3

**Tabel 3.9** Spesifikasi *Condensor 3*

Fungsi	Mengkondensasikan hasil atas MD 2
Jenis	Double Pipe Heat Exchanger
Tipe	Air pendingin
<b>KONDISI OPERASI</b>	

	Shell	Tube
Suhu masuk	153°C	35°C
Suhu keluar	148°C	55°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	2989206,4530 Btu/jam	
<b>MECHANICAL DESIGN</b>		
	Annulus	Tube
Panjang	12 ft	
Hairpin	7 buah	
OD	3,5 in	4,5 in
ID	4 in	4 in
A	165,06 ft <sup>2</sup>	156,72 ft <sup>2</sup>
Pressure Drop	0,3437 psi	0,2849 psi
Rd	0,005286 jam.ft <sup>2</sup> .°F/Btu	

#### 10. Condensor 4

**Tabel 3.10** Spesifikasi *Condensor 4*

Fungsi	Mengkondensasikan hasil atas MD 3	
Jenis	Double Pipe Heat Exchanger	
Tipe	Air pendingin	
<b>KONDISI OPERASI</b>		
	Shell	Tube
Suhu masuk	250°C	35°C
Suhu keluar	245°C	55°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	2176339,3304 Btu/jam	
<b>MECHANICAL DESIGN</b>		
	Annulus	Tube
Panjang	12 ft	

Hairpin	3 buah	
OD	3,5 in	4,5 in
ID	4 in	4 in
A	66,024 ft <sup>2</sup>	59,610 ft <sup>2</sup>
Pressure Drop	0,1096 psi	0,06042 psi
Rd	0,004134 jam.ft <sup>2</sup> .°F/Btu	

### 11. Reboiler 1

**Tabel 3.11** Spesifikasi *Reboiler 1*

Fungsi	Menguapkan sebagian hasil bawah MD 1	
Jenis	Shell and tube	
Tipe	Steam	
<b>KONDISI OPERASI</b>		
	COLD	HOT
Suhu masuk	169°C	200°C
Suhu keluar	169°C	180°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	6176141,207 Btu/jam	
<b>MECHANICAL DESIGN</b>		
	Shell	Tube
Panjang	20 ft	
Passes	1	2
BWG		16
Buffle	14,44 in	
OD		1,25 in
ID	19,25 in	1,12 in
A	911,0241 ft <sup>2</sup>	
Pressure Drop	Diabaikan	02527 psi
Rd	0,00387 jam.ft <sup>2</sup> .°F/Btu	

## 12. Reboiler 2

**Tabel 3.12** Spesifikasi *Reboiler 2*

Fungsi	Menguapkan sebagian hasil bawah MD 2	
Jenis	Shell and Tube	
Tipe	Steam	
<b>KONDISI OPERASI</b>		
	COLD	HOT
Suhu masuk	248°C	300°C
Suhu keluar	248°C	280°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	3713856,309 Btu/jam	
<b>MECHANICAL DESIGN</b>		
	Annulus	Tube
Panjang	12 ft	
Passes	1	2
BWG		11
Buffle	14,44 in	
OD		1,25 in
ID	19,25 in	1,01 in
A	255,0445 ft <sup>2</sup>	
Pressure Drop	Diabaikan	0,3741 psi
Rd	0,00405 jam.ft <sup>2</sup> .°F/Btu	

## 13. Reboiler 3

**Tabel 3.13** Spesifikasi *Reboiler 3*

Fungsi	Menguapkan sebagian hasil bawah MD 3	
Jenis	Shell and Tube	
Tipe	Steam	
<b>KONDISI OPERASI</b>		

	COLD	HOT
Suhu masuk	301°C	340°C
Suhu keluar	301°C	310°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Beban Panas	2233119,087 Btu/jam	
<b>MECHANICAL DESIGN</b>		
	Annulus	Tube
Panjang	12 ft	
Passes	1	2
BWG		10
Baffle	21,75 in	
OD		1,25 in
ID	29 in	0,982 in
A	624,3022 ft <sup>2</sup>	
Pressure Drop	Diabaikan	0,0208 psi
Rd	0,00869 jam.ft <sup>2</sup> .°F/Btu	

#### 14. Accumulator 1

**Tabel 3.14** Spesifikasi *Accumulator 1*

Fungsi	Menampung arus keluaran kondensor pada MD 1 untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar
Jenis	Tangki silinder horizontal
Bahan	Carbon Steel Grade SA-283 C
<b>KONDISI OPERASI</b>	
Suhu	89,85°C
Tekanan	1 atm
<b>DIMENSI TANGKI</b>	
Diameter	0,59 ft
Panjang	50,89 in



Volume Tangki	1,0304 m <sup>3</sup>
<b>TEBAL SHELL</b>	
Plate 1	0,1875 in
<b>DIMENSI HEAD</b>	
Tebal Head	0,1875 in
Tinggi Head	4,14 in
Waktu Tinggal	10 enit

### 15. Accumulator 2

**Tabel 3.15** Spesifikasi *Accumulator 2*

Fungsi	Menampung arus keluaran kondensor pada MD 2 untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar
Jenis	Tangki silinder horizontal
Bahan	Carbon Steel Grade SA-283 C
<b>KONDISI OPERASI</b>	
Suhu	148°C
Tekanan	1 atm
<b>DIMENSI TANGKI</b>	
Diameter	0,449 ft
Panjang	40,64 in
Volume Tangki	0,4514 m <sup>3</sup>
<b>TEBAL SHELL</b>	
Plate 1	0,1875 in
<b>DIMENSI HEAD</b>	
Tebal Head	0,1875 in
Tinggi Head	4,14 in
Waktu Tinggal	10 enit

## 16. Accumulator 3

**Tabel 3.16** Spesifikasi *Accumulator 3*

Fungsi	Menampung arus keluaran kondensor pada MD 3 untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar
Jenis	Tangki silinder horizontal
Bahan	Carbon Steel Grade SA-283 C
<b>KONDISI OPERASI</b>	
Suhu	245°C
Tekanan	1 atm
<b>DIMENSI TANGKI</b>	
Diameter	0,53 ft
Panjang	47,06 in
Volume Tangki	0,7772 m <sup>3</sup>
<b>TEBAL SHELL</b>	
Plate 1	0,1875 in
<b>DIMENSI HEAD</b>	
Tebal Head	0,1875 in
Tinggi Head	4,14 in
Waktu Tinggal	10 enit

No	Spesifikasi alat	<i>Expansion Valve 01</i>	<i>Expansion Valve 02</i>
1	Fungsi	Menurunkan tekanan pada pompa 01 dari tekanan 2 atm ke 1 atm	Menurunkan tekanan pada pompa 02 dari tekanan 2 atm ke 1 atm
2	Jenis	<i>Globe Valve</i>	<i>Globe Valve</i>
3	Jumlah	1	1
4	Kode alat	V-01	V-02
5	Bahan kontruksi	<i>Stainless steel SA 316</i>	<i>Stainless steel SA 316</i>

### 3.4 Neraca Massa Total

**Tabel 3.17** Neraca Massa Total

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)			
	Arus 1	Arus 2	Arus 6	Arus 8	Arus 10	Arus 11
NH <sub>3</sub> (Amonia)	905		27			
H <sub>2</sub> O (air)	4.924		4.915	9		
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O (po)		4.670	2	1.878		
C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> NO (mipa)			15	5	14	
C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>2</sub> (dipa)					3.087	31
C <sub>9</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>3</sub> (tipa)					20	492
total	10.500		10.500			

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

**Tabel 3.18** Neraca Massa Reaktor

NM Reaktor (R-1)	kg/jam			
	input			output
Komponen	Arus 1	Arus 2	Arus 4	Arus 3
NH <sub>3</sub> (Amonia)	905	0	6.081	6.108
H <sub>2</sub> O (air)	4.924	0	16.034	20.959
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O (po)	0	4.670	96	99
C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> NO (mipa)	0	0	397	2.305
C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>2</sub> (dipa)	0	0	3	3.128
C <sub>9</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>3</sub> (tipa)	0	0	0	512
<b>total</b>	<b>33.114</b>			<b>33.114</b>

## 2. Separator (SP-01)

**Tabel 3.19** Neraca Massa Separator

NM Separator (SP)	kg/jam		
	input	output	
Komponen	Arus 3	Arus 4	Arus 5
Amonia	6.108	6.081	27
Air	20.959	16.034	4.924
PO	99	96	2
Mipa	2.305	397	1.908
Dipa	3.128	3	3.124
Tipa	512	0	512
<b>Total</b>	<b>33.114</b>	<b>33.114</b>	

## 3. Menara Distilasi 1 (MD-01)

**Tabel 3.20** Neraca Massa Menara Distilasi 1

NM MD 1	kg/jam		
	input	output	
Komponen	Arus 5	Arus 6	Arus 7
Amonia	27	27	0
Air	4.924	4.915	9
PO	2	2	0
Mipa	1.908	15	1.893
Dipa	3.124	0	3.124
Tipa	512	0	512
<b>Total</b>	<b>10.500</b>	<b>10.500</b>	

#### 4. Menara Distilasi 2 (MD-02)

**Tabel 3.21** Neraca Massa Menara Distilasi 2

NM MD 2	kg/jam		
	input	output	
Komponen	Arus 7	Arus 8	Arus 9
Air	9	9	0
Mipa	1.893	1.878	14
Dipa	3.124	5	3.118
Tipa	512	0	512
Total	5.540	5.540	

#### 5. Menara Distilasi 3 (MD-03)

**Tabel 3.22** Neraca Massa Menara Distilasi 3

NM MD 3	kg/jam		
	input	output	
Komponen	Arus 9	Arus 10	Arus 11
Mipa	14	14	0
Dipa	3.118	3.087	31
Tipa	512	20	492
Total	3.646	3.646	

### 3.5 Neraca Panas

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

**Tabel 3.23** Neraca Panas *Separator*

Komponen	Input	Output
	kj/jam	kj/jam
Q3	13.928.654	-
Q4	-	3.692.077
Q5	-	3.468.098
Q <sub>lepas</sub>	-	6.768.478
Total	13.928.654	13.928.654

## 2. Heater 1 (HE-01)

**Tabel 3.24** Neraca Panas *Heater 1*

<b>Masuk</b>	<b>Kj/jam</b>	<b>Keluar</b>	<b>Kj/jam</b>
<b>Arus masuk</b>	425.898	<b>Arus Keluar</b>	8.013.076
<b>Pemanas</b>	7.587.178		
<b>Total</b>	<b>8.013.076</b>	<b>Total</b>	<b>8.013.076</b>

## 3. Heater 2 (HE-02)

**Tabel 3.25** Neraca Panas *Heater 2*

<b>Masuk</b>	<b>Kj/jam</b>	<b>Keluar</b>	<b>Kj/jam</b>
<b>Arus masuk</b>	2.452.730	<b>Arus Keluar</b>	2.773.069
<b>Pemanas</b>	320.339		
<b>Total</b>	<b>2.773.069</b>	<b>Total</b>	<b>2.773.069</b>

## 4. Cooler 1 (CL-01)

**Tabel 3.26** Neraca Panas *Cooler 1*

<b>Masuk</b>	<b>Kj/jam</b>	<b>Keluar</b>	<b>Kj/jam</b>
<b>Arus masuk</b>	3.077.521	<b>Arus Keluar</b>	305.111
		<b>Pendingin</b>	2.772.410
<b>Total</b>	<b>3.077.521</b>	<b>Total</b>	<b>3.077.521</b>

## 5. Cooler 2 (CL-02)

**Tabel 3.27** Neraca Panas *Cooler 2*

<b>Masuk</b>	<b>Kj/jam</b>	<b>Keluar</b>	<b>Kj/jam</b>
<b>Arus masuk</b>	412.399	<b>Arus Keluar</b>	42.098
		<b>Pendingin</b>	370.300
<b>Total</b>	<b>412.399</b>	<b>Total</b>	<b>412.399</b>

**6. Cooler 3 (CL-03)**

**Tabel 3.28** Neraca Panas *Cooler 3*

<b>Masuk</b>	<b>Kj/jam</b>	<b>Keluar</b>	<b>Kj/jam</b>
<b>Arus masuk</b>	277.931	<b>Arus Keluar</b>	11.244
		<b>Pendingin</b>	266.687
<b>Total</b>	<b>277.931</b>	<b>Total</b>	<b>277.931</b>

**7. Cooler 4 (CL-04)**

**Tabel 3.29** Neraca Panas *Cooler 4*

<b>Masuk</b>	<b>Kj/jam</b>	<b>Keluar</b>	<b>Kj/jam</b>
<b>Arus masuk</b>	1.294.826	<b>Arus Keluar</b>	67.710
		<b>Pendingin</b>	1.227.115
<b>Total</b>	<b>1.294.826</b>	<b>Total</b>	<b>1.294.826</b>

**8. Condensor 1**

**Tabel 3.30** Neraca Panas *Condensor 1*

<b>Masuk</b>	<b>Kj/jam</b>	<b>Keluar</b>	<b>Kj/jam</b>
<b>Arus masuk</b>	3.692.077	<b>Arus Keluar</b>	3.692.077
<b>Total</b>	<b>3.692.077</b>	<b>Total</b>	<b>3.692.077</b>

**9. Menara Distilasi 1**

**Tabel 3.31** Neraca Panas Menara Distilasi 1

<b>Komponen</b>	<b>Input</b>	<b>Output</b>	
	<b>Arus 5</b>	<b>Arus 6</b>	<b>Arus 7</b>
NH <sub>3</sub>	12.764	9.893	0
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	408	329	0

H <sub>2</sub> O	1.628.534	1.329.943	6.005
C <sub>3</sub> H <sub>9</sub> NO	383.133	2.467	717.766
C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>2</sub>	648.960	0	1.219.136
C <sub>9</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>3</sub>	107.687	0	201.824
Jumlah	2.781.489	3.487.366	
Reboiler	6.516.199	-	
Kondensor	-	5.810.322	
Total	9.297.688	9.297.688	

## 10. Menara Distilasi 2

**Tabel 3.32** Neraca Panas Menara Distilasi 2

Komponen	Input	Output	
	Arus 7	Arus 8	Arus 9
H <sub>2</sub> O	6.005	5.125	0
MIPA	717.787	603.733	9.300
DIPA	1.219.171	1.748	1.965.540
TIPA	201.829	0	323.893
Jumlah	2.144.794	610.608	2.298.735
		2.909.343	
Reboiler	3.918.341	-	
Kondenser	-	3.153.792	
Total	<b>6.063.135</b>	<b>6.063.135</b>	



## 11. Menara Distilasi 3

**Tabel 3.33** Neraca Panas Menara Distilasi 3

Komponen	Input	Output	
	Arus 9	Arus 10	Arus 11
MIPA	9.299	9.150	0
DIPA	1.965.329	1.915.939	25.124
TIPA	323.859	12.760	395.420
Jumlah	2.298.488	1.937.850	420.544
		2.358.394	
Reboiler	2.356.074	-	
Kondenser	-	2.296.168	
Total	<b>4.654.563</b>	<b>4.654.563</b>	

## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1 Lokasi Pabrik

Pabrik Isopropanolamine direncanakan akan didirikan di Kawasan industri di Palembang, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Pemilihan lokasi yang lebih spesifik dapat dilihat pada gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Lokasi Pendirian Pabrik

Adapun pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik adalah sebagai berikut

##### 4.1.1 Faktor Utama Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor utama adalah faktor yang mempengaruhi tujuan utama pendirian pabrik secara langsung. Hal ini mencakup proses produksi serta distribusi pada pabrik. Faktor utama yang mempengaruhi proses produksi dan distribusi yaitu :

#### **4.1.1.1 Ketersediaan Bahan Baku**

Pabrik sebaiknya didirikan tidak jauh dari lokasi penyediaan bahan baku dan pemasaran produk, hal ini dilakukan dengan harapan dapat menekan biaya transportasi. Selain itu, sebaiknya pabrik didirikan di lokasi yang dekat dengan Pelabuhan sungai Musi, jika terdapat bahan baku atau produk yang dikirim dari dan ke luar negeri.

Bahan baku pabrik Isopropanolamine yaitu Amonnia dan Propilen Oksida yang didapatkan dari PT Pusri dan PT. Snawlite amonnia, yang menyediakan amonnia sebagai bahan baku proses pabrik. Sedangkan bahan baku propilen oksida yang diimpor dari Singapura.

#### **4.1.1.2 Letak dan Sarana Transportasi**

Lokasi pabrik dekat dengan penghasil bahan baku isopropanolamin yaitu amoniak serta mudah dalam pengadaan bahan baku propilen oksida yang di impor dari Singapura karena pabrik yang dirancang akan didirikan dekat dengan Sungai Musi yang merupakan salah satu jalur transportasi yaitu dengan jalan pengkapalan sehingga mempermudah pemasokan bahan baku dan pemasaran produk baik untuk dalam negeri maupun luar negeri (ekspor). Transportasi lewat darat juga dapat dilakukan dengan mudah. Telekomunikasi di Palembang cukup baik dan berjalan dengan lancar.

#### **4.1.1.3 Utilitas**

Utilitas yang dibutuhkan adalah tenaga listrik, air dan udara. Kebutuhan tenaga listrik didapat dari generator pembangkit tenaga listrik yang dibangun sendiri. Air dapat diambil dari air Sungai Musi dan air tanah. Bahan bakar untuk generator dan boiler dapat diperoleh dari Pertamina sebagai pemasok bahan bakar solar.

#### **4.1.1.4 Keadaan Geografis dan Iklim**

Penentuan suatu kawasan industri terkait dengan masalah tanah, yaitu tidak rawan terhadap bahaya tanah longsor, gempa maupun banjir. Jadi pemilihan lokasi pendirian pabrik di kawasan industri Palembang tepat, karena selain lahan yang masih luas, daerah penghijauan hutan masih cukup banyak sehingga mengurangi kadar polusi yang ditimbulkan oleh pabrik.

#### **4.1.1.5 Tenaga Kerja**

Daerah Palembang merupakan daerah yang memiliki banyak industri, sehingga kepadatan penduduknya pasti tinggi. Disana juga terdapat universitas-universitas ternama sehingga tenaga kerja terdidik dan tidak terdidik dapat tercukupi.

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

#### **4.1.2.1 Perluasan Pabrik**

Pendirian sebuah pabrik tentu perlu mempertimbangkan perancangan perluasan area pabrik dengan tujuan peningkatan kapasitas pabrik guna mengantisipasi meningkatnya permintaan

terhadap produk yang dihasilkan. Hal ini mendorong untuk memilih lokasi yang mempunyai lahan kosong cukup banyak. Kawasan industri Sungai Musi memiliki lahan yang luas dan termasuk tanah datar sehingga memungkinkan untuk memperluas area pabrik.

#### **4.1.2.2 Perizinan**

Kawasan industri Sungai Musi merupakan Kawasan yang disiapkan untuk industri sehingga dapat mendukung pengembangan industri-industri di wilayah tersebut.

#### **4.1.2.3 Lingkungan Masyarakat sekitar**

Lingkungan masyarakat sekitar juga perlu diperhatikan saat mendirikan pabrik. Kawasan industri Gresik memiliki masyarakat yang cukup terbuka dalam pendirian sebuah pabrik karena selain membuka lapangan pekerjaan dan meningkatkan perekonomian, pendirian pabrik tidak akan mengganggu keamanan masyarakat karena sudah dipertimbangkan sebelum pabrik dibangun.

#### **4.1.2.4 Sarana Pendukung**

Sarana pendukung seperti sarana Kesehatan, Pendidikan, ibadah, perbankan dan perumahan turut dipertimbangkan dalam pendirian sebuah pabrik untuk menunjang kehidupan sosial para pekerja. Kawasan industri Sungai Musi sudah menyediakan fasilitas umum yang memadai.

## 4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah penataan lokasi pabrik yang efektif dan fungsional yang disediakan di area sedemikian rupa sehingga dapat mempercepat dan memudahkan pergerakan proses di pabrik. Lokasi pabrik memiliki tempat kerja untuk karyawan, gudang untuk bahan baku, fasilitas produksi, dan ruangan. Selain bangunan fisik penunjang produksi yang tidak termasuk dalam bangunan unit proses produksi. Bangunan fisik ini meliputi kantor, bengkel, laboratorium, kantin, pos jaga, perpustakaan, dll. Bangunan- bangunan, baik bangunan unit proses maupun bangunan pendukung sebaiknya terletak di area yang tidak berbahaya dan tidak mengganggu proses produksi.

Tata letak pabrik dibuat dengan mempertimbangkan berbagai aspek, sehingga proses produksi yang berkelanjutan dan mobilitas karyawan dapat dilakukan dengan aman, mudah dan efisien. Untuk penataan bangunan harus ditata secara sistematis dan idealnya harus terstruktur. Tata letak pabrik dapat dibagi menjadi beberapa area utama yang meliputi:

- a. Area administrasi/perkantoran, laboratorium dan sarana penunjang.
  1. Kantor merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik.
  2. Laboratorium berfungsi sebagai pengawasan mutu bahan baku dan produk, serta sebagai pusat pengembangan.
  3. Fasilitas pendukung bagi karyawan seperti : kantin, masjid, klinik, taman, mess, dan lain lain
- b. Area proses, ruang kontrol dan area perluasan

Area proses merupakan lokasi dimana peralatan proses produksi, bahan baku

dan produk ditempatkan, area ini juga merupakan tempat berlangsungnya kegiatan produksi. Ruang kontrol merupakan area yang berfungsi sebagai pusat pengendalian dan pemantauan jalannya proses produksi. Sedangkan area perluasan adalah lahan kosong yang disediakan untuk perluasan pabrik jika diperlukan.

c. Area penyimpanan, bengkel dan garasi

Area penyimpanan, bengkel dan garasi. Area penyimpanan merupakan area yang berfungsi menyimpan hasil produksi yang berlebih dan alat pendukung proses lainnya. Bengkel diperlukan untuk memperbaiki peralatan yang rusak. Sedangkan garasi digunakan untuk menyimpan sarana transportasi seperti truk dan lain sebagainya.

d. Area utilitas dan power station

Merupakan lokasi yang menyediakan semua kebutuhan pendukung proses dan penyedia energi seperti unit penyedia listrik, air, steam, bahan bakar dan peralatan darurat seperti alat pemadam kebakaran.

e. Area pengolahan limbah

Aspek kelestarian lingkungan juga harus diperhatikan saat mendirikan pabrik. Untuk itu diperlukan suatu area khusus untuk dijadikan tempat pengolahan limbah agar tidak merusak lingkungan. Limbah produksi akan mengalami pemrosesan dan pengujian tambahan untuk memastikan bahan berbahaya berada dalam batas aman untuk dilepaskan ke lingkungan. Rincian luas area pabrik ditunjukkan pada tabel 4.1 sedangkan untuk sketsa tata letak pabrik yang akan dibangun di Kawasan Industri Sungai Musi Palembang dapat dilihat

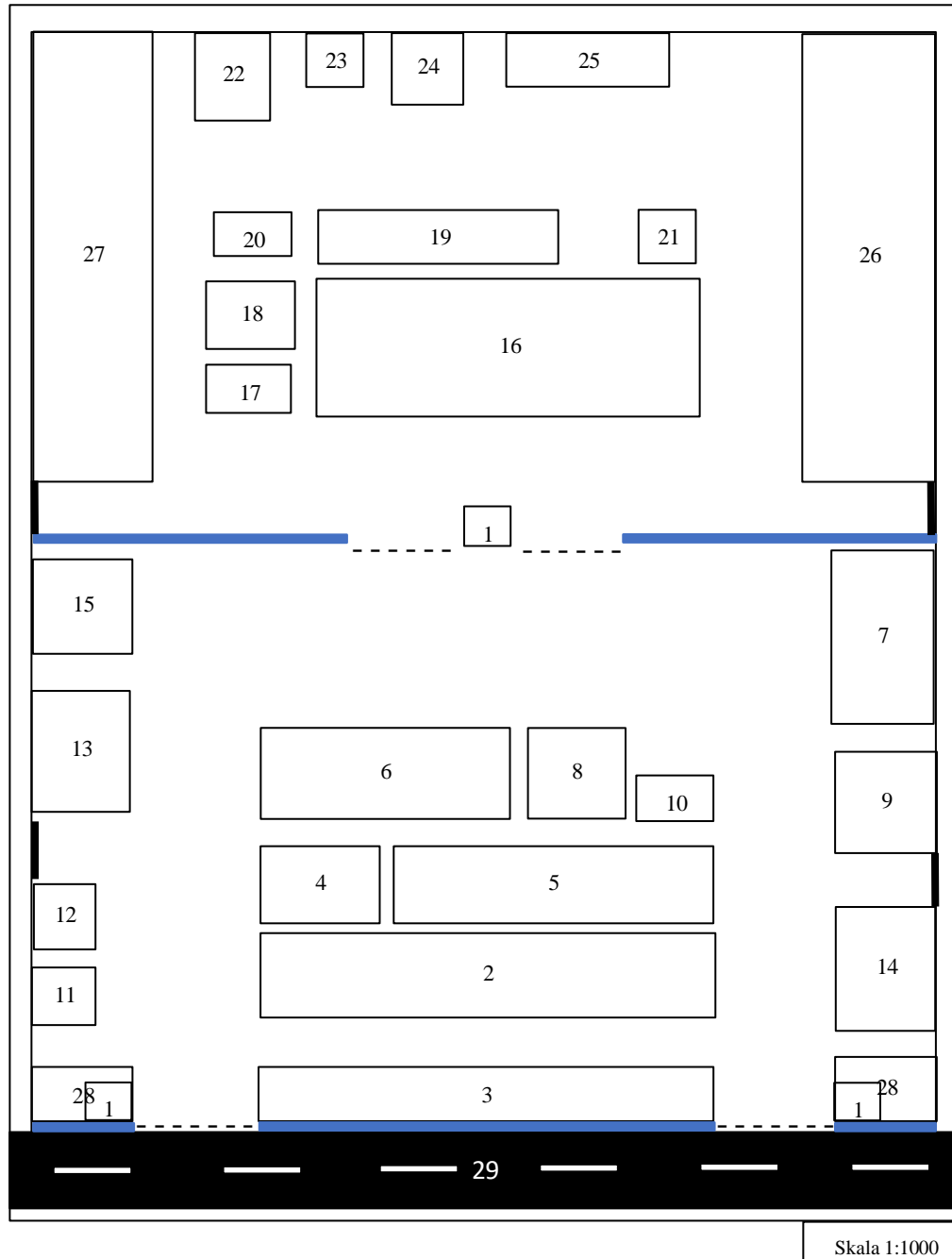
pada gambar diatas.



**Tabel 4.1** Rincian Luas Area Pabrik

No.	Lokasi	Panjang	Lebar	Luas
		m	m	m <sup>2</sup>
1	Pos Keamanan	5	9	45
2	Kantor Utama	80	30	2.400
3	Taman 1	50	20	1.000
4	Perpustakaan	30	15	450
5	Kantor Teknik dan Produksi	18	45	810
6	Masjid	33	15	495
7	Area mess	45	38	1.710
8	Kantin	20	15	300
9	Parkir Karyawan	30	20	600
10	Parkir sepeda	10	8	80
11	Parkir tamu	18	7	126
12	Parkir Direksi	20	10	200
13	Gedung serba guna	13	33	429
14	Poliklinik	20	30	600
15	Power Plant	20	20	400
16	Area Proses	70	90	6.300
17	Control room	28	20	560
18	Laboratorium	30	25	750
19	Area Utilitas	52	32	1.664
20	Control Utilitas	20	15	300
21	Unit pengolahan limbah	15	12	180
22	Unit pemadam kebakaran	16	14	224
23	Bengkel	15	15	225
24	Gudang peralatan	20	13	260
25	Area parkir truk	30	18	540
26	Daerah perluasan 1	30	80	2.400
27	Daerah perluasan 2	30	70	2.100
28	Taman 2	10	4	40
29	Jalan	50	40	2.000
<b>Luas Bangunan</b>				27.188
<b>Luas Tanah</b>				30.000
<b>Total</b>				57.188

Tata letak pabrik secara keseluruhan tersaji dalam gambar



**Gambar 4.2** Tata Letak Keseluruhan Pabrik

Keterangan :

1	Pos Keamanan	16	Area Proses
2	Kantor Utama	17	Control room
3	Taman 1	18	Laboratorium
4	Perpustakaan	19	Area Utilitas
5	Kantor Teknik dan Produksi	20	Control Utilitas
6	Masjid	21	Unit pengolahan limbah
7	Area mess	22	Unit pemadam kebakaran
8	Kantin	23	Bengkel
9	Parkir Karyawan	24	Gudang peralatan
10	Parkir sepeda	25	Area parkir truk
11	Parkir tamu	26	Daerah perluasan 1
12	Parkir Direksi	27	Daerah perluasan 2
13	Gedung serba guna	28	Taman 2
14	Poliklinik	29	Jalan
15	Power Plant		

— Emergency Exit

— ■ Pintu Masuk, Keluar

### 4.3 Tata Letak Alat Proses

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

1. Aliran bahan baku dan produk

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

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan 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.

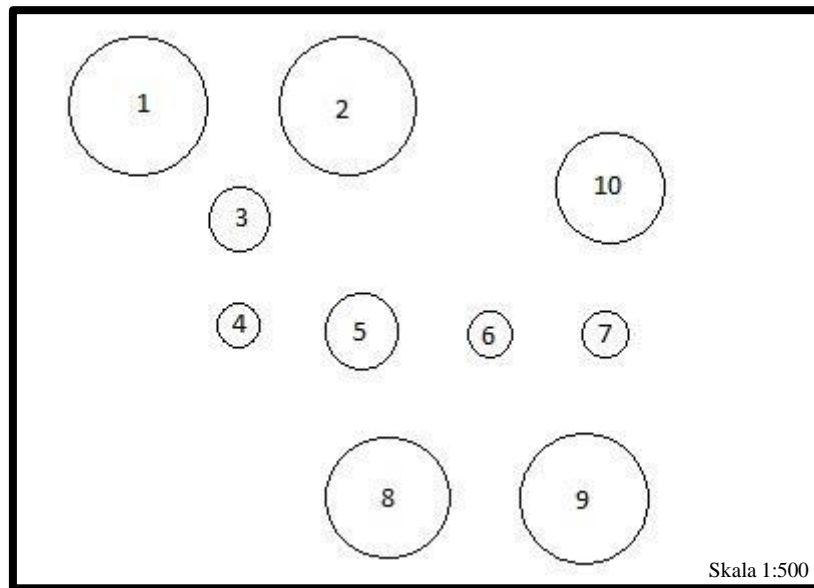
6. Tata letak area proses

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 tersaji dalam gambar 4.3 berikut.



**Gambar 4.3** Tata Letak Alat Proses

Keterangan :

- |                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| 1. Tangki amoniak         | 6. Menara Distilasi 2  |
| 2. Tangki Propilen Oksida | 7. Menara Distilasi 3  |
| 3. Reaktor RATB           | 8. Tangki Produk MIPA  |
| 4. Separator              | 9. Tangki Produk DIPA  |
| 5. Menara Distilasi 1     | 10. Tangki Produk TIPA |

## **4.4 Organisasi Perusahaan**

### **4.4.1 Struktur Perusahaan**

Pabrik Isopropanolamin dari amoniak dan propilen oksida ini direncanakan akan didirikan dalam bentuk Perseroan Terbatas. Untuk memperlancar jalannya 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.

Struktur manajemen perusahaan direncanakan terdiri dari 4 level struktural. Pimpinan tertinggi perusahaan adalah President Director yang membawahi 6 Departemen, yaitu Production, Technical Support, Finance, General Affairs, Human Resources, dan Operations Support, yang masing-masing dipimpin oleh seorang Director. President Director dengan keenam Director tersebut disebut dengan direksi perusahaan. Tingkatan manajemen yang terendah adalah manager yang membawahi kelompok – kelompok fungsional multi disiplin. Struktur organisasi perusahaan secara garis besar disajikan dalam bentuk diagram.

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

1. Dewan Direksi

a. Presiden Director

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

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia (S1)

Jumlah : 1 orang

b. Production Director

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kebijaksanaan perusahaan dalam bidang produksi dan kelangsungan proses produksi secara kualitas dan kuantitas.

Pendidikan : Sarjana Teknik Kimia (S1)

Jumlah : 1 orang

Production Director membawahi 4 manager, yaitu :

- 1) Process and Utility Manager
- 2) Quality Control Manager
- 3) Research & Development Manager
- 4) Inventory Control Manager

c. Technical Support Director

Tugas : Bertanggungjawab terhadap kebijaksanaan perusahaan dalam bidang teknologi yang secara langsung mendukung proses produksi dan kelangsungan operasi

Pendidikan : Sarjana Teknik Mesin / Elektro (S1)

Jumlah : 1 orang

Technical Support Director membawahi 3 manager, yaitu :

- 1) Electrical & Instrumentation Manager
- 2) Maintenance Manager
- 3) Information System & Technology Manager

d. General Affairs Director

Tugas : Bertanggungjawab terhadap kebijaksanaan perusahaan dalam bidang hubungan masyarakat dan pemasaran.

Pendidikan : Sarjana Ekonomi/Hukum/Komunikasi S1

Jumlah : 1 orang

General Affairs Director membawahi 2 manager, yaitu :

- 1) Public Relations Manager
- 2) Marketing Manager



e. Finance Director

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kebijaksanaan perusahaan dalam bidang perencanaan dan pengelolaan lalu lintas keuangan dan auditing perusahaan

Pendidikan : Sarjana Ekonomi/Akuntansi/Manajemen S1

Jumlah : 1 orang

General Affairs Director membawahi 2 manager, yaitu :

- 1) Administration Manager
- 2) Auditing Manager
- 3) Budget Planning & Controlling Manager

f. Human Resources Director

Tugas : Bertanggungjawab terhadap kebijaksanaan perusahaan dalam bidang pengembangan kualitas sumber daya manusia.

Pendidikan : Sarjana Psikologi (S1)

Jumlah : 1 orang

Human Resources Director membawahi 2 manager, yaitu :

- 1) Recruitment Manager
- 2) Human Development Manager

g. Operation Support Director

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kebijaksanaan perusahaan dalam mendukung bidang pelayanan umum operasi perusahaan.

Pendidikan : Sarjana Teknik/Kesehatan Masyarakat/Sosial (S1)

Jumlah : 1 orang

Operation Support Director membawahi 2 manager, yaitu :

- 1) Safety, Health & Environment Manager
- 2) Community Service Manager

## 2. Production Department

### a. Process & Utility Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab terhadap kelangsungan proses produksi, penyediaan utilitas dan operasi pabrik secara keseluruhan

Process & Utility Manager Membawahi 2 manager yaitu :

- 1) 2 orang Leader (Sarjana Teknik Kimia)
- 2) 47 orang Operator (D3 Teknik)

### b. Quality Control Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab atas pemeriksaan dan pengendalian kualitas hasil produksi.

Quality Control Manager Membawahi 2 manager yaitu :

- 1) 2 orang Engineer (Sarjana Teknik Kimia)
- 2) 2 orang Analyst (D3 Teknik Kimia / SLTA)

### c. Research and Development Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab atas penelitian dan pengembangan dalam efisiensi proses produksi dan kualitas hasil produksi

Research and Development Manager Membawahi 2 manager yaitu :

- 1) 2 orang Engineer (Sarjana Teknik Kimia)
- 2) 2 orang staff (D3 Kimia / SLTA)

d. Inventory Control Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab atas penelitian dan pengembangan dalam efisiensi proses produksi dan kualitas hasil produksi

Inventory Control Manager Membawahi 2 Manager yaitu :

- 1) 2 orang Engineer (Sarjana Teknik Kimia)
- 2) 2 orang staff (D3 Kimia / SLTA)

3. Technical Support Department

a. Electrical & Instrumentation Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab atas pengawasan, pemeliharaan dan perbaikan alat – alat pembangkit listrik dan transmisi listrik

Electrical & Instrumentation Manager Membawahi 2 Manager :

- 1) 2 orang Electrical Engineer (Sarjana Teknik Elektro)
- 2) 6 orang teknisi (D3 / SLTA)

b. Maintenance Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab atas pemeriksaan dan pemeliharaan peralatan proses produksi.

Maintenance Manager Membawahi 2 Manager yaitu :

1) 2 orang Engineer (Sarjana Teknik Kimia / Mesin)

2) 10 orang teknisi (D3 / SLTA)

c. Information System & Technology Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab atas tersedianya jalur dan akses informasi, serta optimalisasi dan pengamanan jaringan

Information System & Technology Membawahi Manager yaitu :

1) 2 orang Engineer (Sarjana Teknik Informatika/Ilmu Komputer)

2) 4 orang teknisi (D3 / SLTA)

4. General Affairs Department

a. Public Relation Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab membina dan menjaga hubungan baik dengan kosumen, supplier, rekanan, pemerintah dan media.

Membawahi :

1) 2 orang Assistant (Sarjana Teknik Komunikasi/Hukum)

2) 2 orang staff (D3 / SLTA)

b. Marketing Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggung jawab atas pemasaran produk dan peningkatan kepuasan konsumen.

Membawahi :

1) 2 orang Assistant (Sarjana Teknik Ekonomi/Manajemen)

2) 1 orang staff (D3 Ekonomi)

## 5. Finance Department

### a. Auditing Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab atas audit, pemeriksaan kekayaan dan lalu lintas keuangan perusahaan.

Membawahi :

1) 2 orang Auditor (Akuntansi)

2) 2 orang staff (D3 Ekonomi/SLTA)

### b. Budget Planning & Controlling Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab atas perencanaan dan pengendalian anggaran perusahaan

Membawahi :

1) 1 orang assistant (Sarjana Ekonomi/Akuntansi)

2) 1 orang staff (D3 Ekonomi / SLTA)

### c. Administration Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab atas administrasi pabrik, personalia, dan tata usaha.

Membawahi :

1) 4 orang staff (D3 / SLTA)

## 6. Human Resources Department

### a. Recruiting Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab atas perekrutan dan penempatan tenaga kerja baru.

Membawahi :

- 1) 2 orang Assistant (Sarjana Psikologi)
- 2) 2 orang staff (SLTA)

b. Human Development Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab atas pengembangan dan pelatihan keterampilan pegawai.

Membawahi :

- 1) 2 orang Assistant (Sarjana Psikologi)
- 2) 2 orang staff (SLTA)

7. Operation Support Department

a. Safety, Health & Environment Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab terhadap keselamatan dan kesehatan kerja pegawai.

Membawahi :

- 1) 1 orang medical coordinator (Dokter)
- 2) 1 orang engineer (Sarjana Teknik Kimia/Kesehatan Masyarakat)
- 3) 6 orang medical staff (Dokter / Perawat)

b. Plant & Community Service Manager

Tugas : Bertugas dan bertanggungjawab atas pelayanan umum, keamanan dan kebersihan fasilitas perusahaan.

Membawahi :

1) Security

- 1 orang security leader (Pendidikan Satpam)
- 30 orang security staff (Pendidikan Satpam)

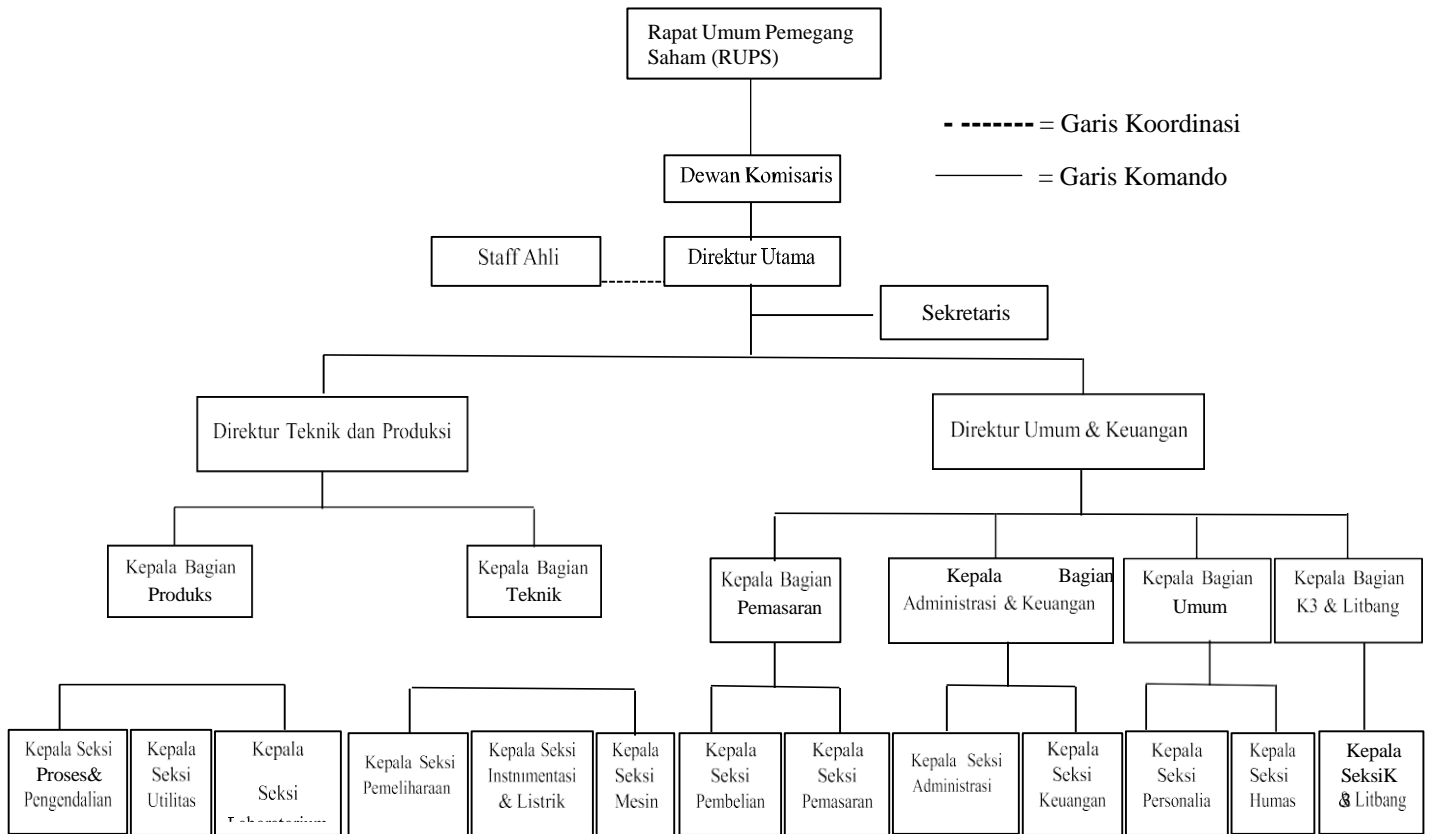
2) Transportation

- 1 orang transportation leader (SLTA)
- 7 orang Driver (SLTA)

3) Cleaning Service

- 4 orang staff (SLTA)

## STRUKTUR ORGANISASI



**Gambar 4.2** Struktur Organisasi



Rincian penggajian karyawan adalah seperti pada tabel berikut :

#### 4.2.2 Jam Kerja Karyawan

Pabrik Isopropanolamin direncanakan untuk dapat berjalan terus menerus selama 330 hari, dan dalam 24 jam setiap hari, selama setahun penuh. Hari-hari diluar jadwal liburan dipergunakan untuk melakukan perbaikan, pembersihan, perawatan, atau shut down. Berikut penggolongan karyawan berdasarkan jam kerja:

- a. Karyawan non shift, atau mereka yang bekerja total 40 jam per minggu selama 5 hari. Sedangkan hari Sabtu, Minggu, dan hari- hari besar diakui sebagai hari libur. Karyawan yang tidak mengelola proses produksi secara langsung dianggap sebagai pekerja non shift. Direktur Utama, Sekretaris, Direktur Teknik dan Produksi, Administrasi, Keuangan, dan Umum, Kepala Bagian, dan bawahannya yang berada di kantor semuanya termasuk pegawai non shift. Rincian jam kerja karyawan non shift adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.2** Jadwal Karyawan Non Shift

Hari	Jam Kerja	Jam Istirahat
Senin – Kamis	07.00 – 16.00	12.00 – 13.00
Jum'at	07.00 – 16.00	11.00 – 13.00

- b. Karyawan shift, atau mereka yang mengelola atau menangani langsung produksi bagian-bagian tertentu dari perusahaan yang memiliki kaitan dengan kelancaran dan keamanan produksi dalam 24 jam setiap harinya. Operator bagian produksi, engineering, gudang, dan bagian lain yang harus siaga menjaga keselamatan dan keamanan pabrik termasuk dalam karyawan shift. Ditinjau dari segi jam kerja, karyawan shift dibagi menjadi tiga shift per hari, antara lain sebagai berikut:

**Tabel 4.3** Jadwal 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

Pada tiap hari kerja, hanya tiga dari empat kelompok (A/B/C/D) yang masuk, sedangkan satu kelompok lagi tidak masuk atau libur. Setiap kelompok bekerja enam hari dalam seminggu dan mendapatkan libur dua hari. Jika ada libur nasional, pegawai yang mempunyai jadwal kerja pada hari itu tidak dapat libur akan tetapi dianggap lembur dan akan memperoleh insentif tambahan. Setiap shift akan dipimpin oleh satu orang kepala shift. Adapun jadwal kerja setiap kelompok yaitu:

**Tabel 4.4** Kerja Setiap Kelompok

Kelompok	Tanggal														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	P	P	P	L	S	S	S	L	M	M	M	L	P	P	P
B	M	M	L	P	P	P	L	S	S	S	L	M	M	M	L
C	S	L	M	M	M	L	P	P	P	L	S	S	S	L	M
D	L	S	S	S	L	M	M	M	L	P	P	P	L	S	S

**Tabel 4.5** Kerja Setiap Kelompok

Kelompok	Tanggal														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	L	S	S	S	L	M	M	M	L	P	P	P	L	S	S
B	P	P	P	L	S	S	S	L	M	M	M	L	P	P	P
C	M	M	L	P	P	P	L	S	S	S	L	M	M	M	L
D	S	L	M	M	M	L	P	P	P	L	S	S	S	L	M

Keterangan :

P = *Shift* Pagi (07.00 – 15.00)

S = *Shift* Sore (15.0 – 23.00)

M = *Shift* Malam (23.00 – 07.00)

L = Libur

#### **4.4.3 Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji**

Jumlah tenaga kerja disesuaikan dengan kebutuhan agar pekerjaan dapat diselesaikan secara efektif.. Berikut dibawah ini rincian jumlah tenaga kerja dan sistem gaji masing-masing.

**Tabel 4.6 Rincian Gaji Karyawan**

No.	Jabatan	jumlah	gaji/bulan	total gaji/bulan
1	Direktur Utama	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
4	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
5	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
6	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
7	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
8	Ka. Bag. Litbang	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
9	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
10	Ka. Bag. K3	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
11	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
12	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
13	Ka. Sek. Proses	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
14	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
15	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
16	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
17	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
18	Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
19	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
20	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
21	Ka. Sek. Humas	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
22	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
23	Ka. Sek. K3	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
24	Karyawan Personalia	2	Rp 9.500.000	Rp 19.000.000
25	Karyawan Humas	2	Rp 9.500.000	Rp 19.000.000
26	Karyawan Litbang	3	Rp 9.500.000	Rp 28.500.000
27	Karyawan Pembelian	3	Rp 9.500.000	Rp 28.500.000
28	Karyawan Pemasaran	2	Rp 9.500.000	Rp 19.000.000
29	Karyawan Administrasi	3	Rp 9.500.000	Rp 28.500.000
30	Karyawan Kas/Anggaran	2	Rp 9.500.000	Rp 19.000.000
31	Karyawan Proses	28	Rp 10.500.000	Rp 289.000.000
32	Karyawan Pengendalian	2	Rp 10.500.000	Rp 21.000.000
33	Karyawan Laboratorium	4	Rp 10.500.000	Rp 42.000.000
34	Karyawan Pemeliharaan	4	Rp 10.500.000	Rp 42.000.000
36	Karyawan K3	6	Rp 9.500.000	Rp 57.000.000
39	Sekretaris	2	Rp 10.000.000	Rp 20.000.000
40	Dokter	2	Rp 11.000.000	Rp 22.000.000
41	Perawat	4	Rp 8.500.000	Rp 34.000.000
42	Satpam	6	Rp 4.500.000	Rp 27.000.000
43	Supir	6	Rp 5.500.000	Rp 33.000.000
44	Cleaning Service	4	Rp 4.000.000	Rp 16.000.000
Total		108	Rp 661.500.000	Rp 1.265.300.000

#### **4.4.4 Fasilitas dan Hak Karyawan**

Fasilitas dan hak-hak karyawan yang diberikan oleh perusahaan untuk menunjang kegiatan karyawan bagi karyawan, dalam daftar di bawah ini antara lain.

##### **4.4.4.1 Hak Cuti**

##### **4.4.4.2 Hari Libur Nasional**

Hari libur nasional adalah hari libur kerja untuk karyawan harian (non shift). Sedangkan untuk karyawan shift, pada hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari tersebut diperhitungkan sebagai hari kerja (lembur).

##### **4.4.4.3 Perpanjangan waktu**

Jika ada pekerjaan mendesak yang harus segera diselesaikan, kerja lembur dilakukan atas persetujuan kepala seksi.

##### **4.4.4.4 Pakaian kerja**

Perusahaan mendistribusikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun untuk mencegah kesenjangan antar karyawan. Selain itu, masker ditawarkan sebagai alat keselamatan di tempat kerja.

##### **4.4.4.5 Jaminan Sosiaal**

Jamsostek merupakan perusahaan asuransi jiwa dan asuransi kecelakaan yang bertujuan untuk memberikan rasa aman kepada penumpang dan karyawan selama melakukan pekerjaan.

##### **4.4.4.6 Menyediakan fasilitas bagi pekerja**

a) Penyediaan sarana transportasi/bus karyawan.

- b) Penyediaan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.
- c) Penyediaan fasilitas tempat ibadah yang dilengkapi dengan sarana
- d) air dan listrik.
- e) Penyediaan fasilitas koperasi karyawan.
- f) Penyediaan fasilitas kantin
- g) Memberikan tanda penghargaan dalam bentuk tanda mata kepada
- h) Pekerja yang mencapai masa kerja berturut-turut 10 tahun

## **BAB V**

### **UTILITAS**

Unit utilitas merupakan sekumpulan unit proses yang bertugas menyediakan sarana-sarana penunjang proses produksi. 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 Pengelolaan Air**

##### **5.1.1 Unit Penyediaan Air**

Pemenuhan kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air danau, air sungai, atau air laut sebagai sumbernya. Perancangan pabrik Isopropanolamin ini menggunakan Sungai Musi sebagai sumber mendapatkan air karena dekat dengan lokasi 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 :

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



2. Pengolahan air sungai relative lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahan relative murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya lebih besar. Secara keseluruhan, kebutuhan air pada pabrik ini digunakan untuk keperluan:

a. Air Pendingin

Proses produksi yang berlangsung terus-menerus dapat membuat suhu peralatan menjadi naik sehingga membutuhkan air pendingin untuk menurunkan suhu. Air digunakan sebagai pendingin dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- Dapat menyerap jumlah panas yang relative tinggi persatuan volume.
- Mudah pengolahan dan pengaturannya.
- Tidak terdekomposisi.

b. Air Sanitasi

Air sanitasi merupakan air yang digunakan untuk keperluan sanitasi diantaranya untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, dan masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu yaitu :

➤ Syarat Fisika

- Suhu : Dibawah suhu udara
- Warna : Jernih - Rasa : Tidak berasa 86
- Bau : Tidak berbau

➤ Syarat Kimia

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air

- Tidak beracun

- Kadar klor bebas sekitar 0,7 ppm

- Syarat Bakteriologis

- Tidak mengandung bakteri – bakteri, terutama bakteri pathogen

c. Air Umpan Boiler

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

Zat – zat yang dapat menyebabkan korosi Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, dan NH<sub>3</sub>. O<sub>2</sub> masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- Zat – zat yang dapat menyebabkan kerak pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika. Adanya kerak akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi bahkan bisa mengakibatkan boiler tidak beroperasi sama sekali.

- Zat – zat yang dapat menyebabkan foaming air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan 87 foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan biasanya terjadi pada alkalitas tinggi.

d. Air Domestik

Domestik water adalah air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan seperti air minum, toilet, perumahan dan sebagainya. Air

domestic yang digunakan harus memenuhi persyaratan, seperti :

- Air jernih
- Tidak berbau
- Tidak berasa
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik
- Tidak beracun

Berdasarkan standar WHO, kebutuhan air per orang berkisar antara 100-120 liter per hari. Untuk suatu pabrik atau kantor, kebutuhan air untuk satu orang sebesar 100 liter per hari (Sularso, 2001). Jumlah karyawan pada pabrik ini berjumlah 140 orang. Sehingga total kebutuhan air domestik sebesar:

e. Air Untuk Steam

Air steam merupakan media pemanas yang digunakan dalam pabrik. Sebelum digunakan, air boiler harus memenuhi persyaratan agar terhindar dari kerusakan pada peralatan sehingga mencegah terjadinya scalling, fouling, dan foaming. Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan untuk boiler, yaitu:

- Zat – zat penyebab kerak Kerak yang berada di dalam alat boiler dapat mengakibatkan turunnya efisiensi operasi dan bahkan mengakibatkan alat tidak dapat beroperasi sama sekali. Kerak tersebut terbentuk dari garam karbonat dan silika yang terjadi karena kesadahan dan suhu yang tinggi.
- Zat – zat penyebab korosi Korosi dapat terjadi karena air mengandung

larutan asam atau gas-gas yang terlarut seperti CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, dan NH<sub>3</sub>.

- Zat – zat penyebab foaming Foaming dapat terjadi pada steam karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Hal ini dapat terjadi oleh efek pembusaan pada alkalitas yang tinggi.

### **1. Unit Pengolahan Air**

Sumber air yang didapatkan dari Sungai Bengawan Solo tidak dapat langsung digunakan. Air sungai perlu dilakukan pengolahan sebelum dapat digunakan. Berikut tahapan pengolahan air, yaitu :

#### **a. Penghisapan**

Air sungai perlu dilakukan pemompaan untuk menghilangkan partikel kotoran yang berukuran cukup besar. Selanjutnya air akan dialirkan menuju alat penyaringan (screen).

#### **b. Penyaringan (Screening)**

Screening merupakan proses untuk memisahkan kotoran-kotoran yang berukuran cukup besar seperti daun, ranting, dan sampah – sampah tanpa menggunakan bahan kimia. Sedangkan partikel kecil yang masih tterbawa akan diolah pada tahap selanjutnya. Pada sisi penghisap pompa perlu dipasang saringan (screen) dan ditambah fasilitas pembilas untuk meminimalisir alat penyaring menjadi kotor. Setelah tahap ini, air akan ditampung di dalam reservoir.

#### **c. Penggumpalan (Koagulasi)**

Penggumpalan atau koagulasi merupakan proses penggumpalan

partikel koloid akibat penambahan bahan koagulan atau zat kimia sehingga partikel-partikel tersebut akan bersifat netral dan membentuk endapan karena gravitasi. Koagulan yang digunakan adalah tawas atau Aluminium Sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), yang merupakan garam yang berasal dari asam kuat dan basa lemah, sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Sifat alkalis berguna agar proses flokulasi dapat berjalan efektif. Saat proses, perlu dilakukan ditambahkan kapur yang 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 bertujuan untuk mengendapkan flok yang terbentuk dari proses koagulasi-flokulasi yang dilakukan di dalam bak pengendap. Flok yang terbentuk akan mengendap dan selanjutnya dapat dibuang (blow down).

e. Sand Filter

Air dari bak pengendap selanjutnya akan dimasukkan ke alat sand filter untuk difiltrasi karena masih mengandung padatan tersuspensi. Proses filtrasi bertujuan untuk menghilangkan

kandungan-kandungan mineral yang terdapat di dalam air seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{2+}$  dan lain-lain dengan menggunakan resin. Jika Sand Filter sudah kotor, maka harus dicuci (back wash, rinse).

f. Bak Penampung Air Bersih (Filter Water Storage)

Air yang sudah melalui tahap filtrasi dianggap sebagai air bersih dan akan ditampung di dalam bak penampung air bersih (Filter Water Storage). Air yang sudah ditampung kemudian akan didistribusikan untuk keperluan:

- Air layanan umum (service water)
- Air domestik
- Air untuk cooling tower
- Bahan baku demin plan

g. Demineralisasi

Tahap demineralisasi bertujuan untuk menghilangkan mineral-mineral terlarut seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , dan  $\text{Na}^{2+}$  yang terkandung dalam filtered water, sehingga diperoleh air bermutu tinggi sebagai air umpan boiler. Tahap demineralisasi akan dilakukan dalam dua tahap, yaitu pelunakan air dan dealkalinasi.

- Proses pelunakan air

Proses ini akan dilakukan di kation exchanger untuk menghilangkan mineral-mineral terlarut yaitu  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{2+}$ , dan mineral lainnya. Mineral tersebut ditangkap oleh resin yang

berjenis hydrogen-zeolite. Resin tersebut memiliki kapasitas untuk menangkap ion-ion, yang sewaktu-waktu resin tersebut tidak mampu untuk menangkap mineral lagi, maka akan disubjekkan ke dalam proses regenerasi resin yang dilakukan dengan penambahan asam kuat  $H_2SO_4$ . Air keluaran dari kation exchanger adalah air bebas mineral yang tendensi untuk membentuk scalling. Selanjutnya air yang telah melewati kation exchanger akan disubjekkan ke dalam anion exchanger untuk dilakukan proses dealkalinasi.

- Proses dealkalinasi

Proses ini bertujuan untuk mengikat ion-ion negatif seperti  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $(SO_4)_2$ ,  $Cl^-$ , dan ion negatif lainnya. Ion negatif harus dihilangkan karena jika air dipanaskan bersifat basa, maka akan berpotensi untuk membentuk gas  $CO_2$  yang dapat menurunkan performa boiler dan alat proses lainnya. Mekanisme proses dealkalinasi dalam menangkap ion negatif memiliki kesamaan dengan proses pelunakan air. Perbedaan tersebut dari jenis resin yang digunakan yaitu weakly basic anion exchanger. Jika resin sudah memenuhi kapasitas, maka resin perlu diregenerasikan dengan menambahkan basa kuat  $NaOH$ . Hasil air keluaran dari anion exchanger sudah dapat digunakan sebagai air proses, tetapi jika akan digunakan sebagai air umpan boiler, maka air perlu diproses lebih lanjut.

#### h. Deaerator

Tahap deaerator bertujuan untuk menghilangkan gas-gas terlarut di dalam air hasil keluaran proses demineralisasi, terutama gas  $O_2$  yang berpotensi untuk menyebabkan korosi pada boiler. Korosi dapat menyebabkan kerusakan pada boiler dan berpotensi menyebabkan peledakan dikarenakan ekspansi tekanan yang tidak sesuai dengan tekanan desain. Untuk mengikat gas  $O_2$  dan gas terlarut lainnya, maka perlu ditambahkan senyawa  $N_2H_4$  (hidrazin). Setelah kandungan gas terlarut dihilangkan, maka air keluaran deaerator dapat diumpankan ke boiler feed water, yang kemudian diumpankan ke dalam boiler untuk proses pembangkitan air menjadi steam. Sistem blowdown di dalam boiler dilakukan pada periode tertentu untuk menjaga konsentrasi suspended solid yang terakumulasi, sehingga menghilangkan sejumlah air. Selanjutnya ditambahkan make up water untuk mengganti air yang hilang, agar tetap memenuhi kebutuhan proses.

Untuk menghitung proses pengolahan air dapat dilihat pada gambar dibawah ini

## 2. Unit Kebutuhan Air

### a. Kebutuhan Air Pendingin



**Tabel 5.1** Kebutuhan Air Pendingin

No.	Alat	Kode Alat	Kebutuhan Air (Kg/jam)
1	Cooler 1	CL-01	41.854
2	Cooler 2	CL-02	6.759
3	Cooler 3	CL-03	4.798
4	Cooler 4	CL-04	22.326
5	Condensor 1	CD-01	44.277
6	Condensor 2	CD-02	69.680
7	Condensor 3	CD-03	15.823
8	Condensor 4	CD-04	27.536
<b>Total</b>			<b>233.056</b>

## b. Kebutuhan Air Steam

**Tabel 5.2** Kebutuhan Air Steam

No.	Alat	Kode Alat	<b>Kebutuhan Steam (Kg/jam)</b>
1	Heat exchanger-01	HE-01	2.802
2	Heat exchanger-02	HE-02	2.706
3	Reboiler-01	RB-01	168.288
4	Reboiler-02	RB-02	52.343
5	Reboiler-03	RB-03	39.025
<b>Total</b>			<b>265.167</b>

## c. Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik meliputi kebutuhan air untuk

karyawan atau kantor dan kebutuhan air untuk tempat tinggal.

- Kebutuhan Karyawan

Menurut standar WHO, kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100-120 liter/hari, sehingga:

Jumlah karyawan	: 155 orang
Perkiraan kebutuhan air tiap orang	: 100 L/hari
Kebutuhan air tiap karyawan	: 4.072936237 Kg/jam
Kebutuhan air semua karyawan	: 631.3051168 Kg/jam
	: 15151.3228 Kg/hari

- Kebutuhan Air untuk Tempat Tinggal

Jumlah rumah	: 24 rumah
Perkiraan penghuni rumah	: 60 orang
Kebutuhan air tiap orang	: 100 L/hari
Kebutuhan air untuk rumah	: 144000 L/hari
	: 6138.077923 Kg/jam
	: 147313.8702 Kg/hari
Total Kebutuhan Air Domestik	: 6769.38304 Kg/jam
	: 162465.193 Kg/hari

d. Kebutuhan air untuk *service water*

Kebutuhan *service water* diperkirakan sekitar 500 kg/jam.

perkiraan untuk kebutuhan yang digunakan adalah untuk bengkel, laboratorium, pemadam kebakaran, kantin, dan lain-lain.

e. Kebutuhan air proses

Air proses merupakan air yang digunakan dalam pengolahan bahan baku untuk menghasilkan sebuah produk. Kebutuhan air proses pada absorber sebagai media pelarut sebesar 498.223 Kg/jam.

Kebutuhan air total pada tabel berikut:

**Tabel 5.3** Kebutuhan Air Total

No.	Keperluan	Jumlah (Kg/jam)
1	<i>Domestik Water</i>	6.769
2	<i>Service Water</i>	500
3	<i>Cooling Water</i>	279.667
4	<i>Steam Water</i>	318.201
Total		605.137

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

Unit ini berfungsi menyediakan panas yang digunakan untuk pemanas pada heater, dan reboiler. Boiler dilengkapi dengan unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air yang berasal dari unit pengolahan air akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silika, O<sub>2</sub>, Ca dan Mg yang masih terkandung dalam air umpan. Serta pengaturan pH sekitar 10-11 dikarenakan apabila pH yang terlalu tinggi nilai korosifitasnya akan tinggi. Air sebelum masuk ke dalam boiler, terlebih dahulu dimasukkan ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 300°C, kemudian diumpankan ke boiler, Api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) memiliki tugas untuk

memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran akan masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air yang berada di dalam boiler menyerap panas dari dinding- dinding dan pipa api maka air akan menjadi mendidih. Uap air yang terkumpul kemudian dialirkan ke steam header untuk didistribusikan ke area-area proses.

### **5.3 Unit Pembangkit Listrik**

Kebutuhan listrik di pabrik ini diperoleh dari PLN, selain dari PLN listrik cadangan didapatkan dari power plant apabila listrik dari PLN mengalami kendala. Hal ini bertujuan agar pasokan listrik dapat berlangsung kontinyu dan tidak ada gangguan listrik yang padam.

- Listrik untuk AC
- Listrik untuk laboratorium dan bengkel
- Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
- Listrik untuk penerangan
- Listrik untuk instrumentasi

Kelebihan menggunakan listrik PLN adalah biayanya murah, sedangkan kekurangan menggunakan listrik PLN adalah kontinyu dari penyediaan listriknya tidak tetap dan kurang terjamin.

a. Kebutuhan Listrik untuk Proses

**Tabel 5.4** Unit Pembangkit Listrik

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa-01	P-01	0.0491	36
Pompa-02	P-02	0.0410	30
Pompa-03	P-03	0.0416	30
Pompa-04	P-04	0.0355	26
Pompa-05	P-05	0.0349	26
Pompa-06	P-06	0.0249	18
Pompa-07	P-07	0.0272	20
Pompa-08	P-08	0.0149	11
Pompa-09	P-09	0.0100	7
Pompa-10	P-10	0.0225	16
Pompa-11	P-11	0.0028	2
<b>Total</b>		<b>0.3042</b>	<b>226</b>

b. Kebutuhan Listrik Utilitas

**Tabel 5.5** Unit Kebutuhan Listrik Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	BU-01	2.0000	1.491
Blower Cooling Tower	BL-01	60.0000	44.742
Kompresor Udara	CP-01	5.0000	3.728
Pompa Utilitas-01	PU-01	29.5777	22.056
Pompa Utilitas-02	PU-02	55.9370	41.712
Pompa Utilitas-03	PU-03	42.8337	31.941
Pompa Utilitas-04	PU-04	0.0054	4
Pompa Utilitas-05	PU-05	51.5846	38.466
Pompa Utilitas-06	PU-06	43.1846	32.202
Pompa Utilitas-07	PU-07	8.6926	6.482
Pompa Utilitas-08	PU-08	25.0342	18.667
Pompa Utilitas-09	PU-09	0.4110	306
Pompa Utilitas-10	PU-10	0.0000	0
Pompa Utilitas-11	PU-11	0.5484	408
Pompa Utilitas-12	PU-12	0.6037	450
Pompa Utilitas-13	PU-13	0.0370	27
Pompa Utilitas-14	PU-14	0.0160	11
Pompa Utilitas-15	PU-15	8.8965	6.634
Pompa Utilitas-16	PU-16	8.2229	6.131
Pompa Utilitas-17	PU-17	9.6633	7.205
Pompa Utilitas-18	PU-18	21.3236	15.901
Pompa Utilitas-19	PU-19	13.2438	9.875
Pompa Utilitas-20	PU-20	13.2438	9.875
Pompa Utilitas-21	PU-21	13.2438	9.875
<b>Total</b>		<b>413.3035</b>	<b>308.200</b>

c. Kebutuhan lain-lain

- Kebutuhan listrik untuk penerangan dan AC : 92.5282 Kw
- Kebutuhan listrik untuk Laboratorium dan Bengkel: 46.2641 Kw
- Kebutuhan Listrik untuk Instrumentasi : 77.1068 Kw

**Tabel 5.6** Kebutuhan Listrik

<b>Keperluan</b>	<b>Kebutuhan (kW)</b>
Power Plant	0.2269
Utilitas	308.2004
Penerangan	46.2641
Peralatan Kantor	46.2641
Laboratorium dan bengkel	46.2641
Alat Control	77.1068
Perumahan	24.0000
<b>Total</b>	<b>548.3264</b>

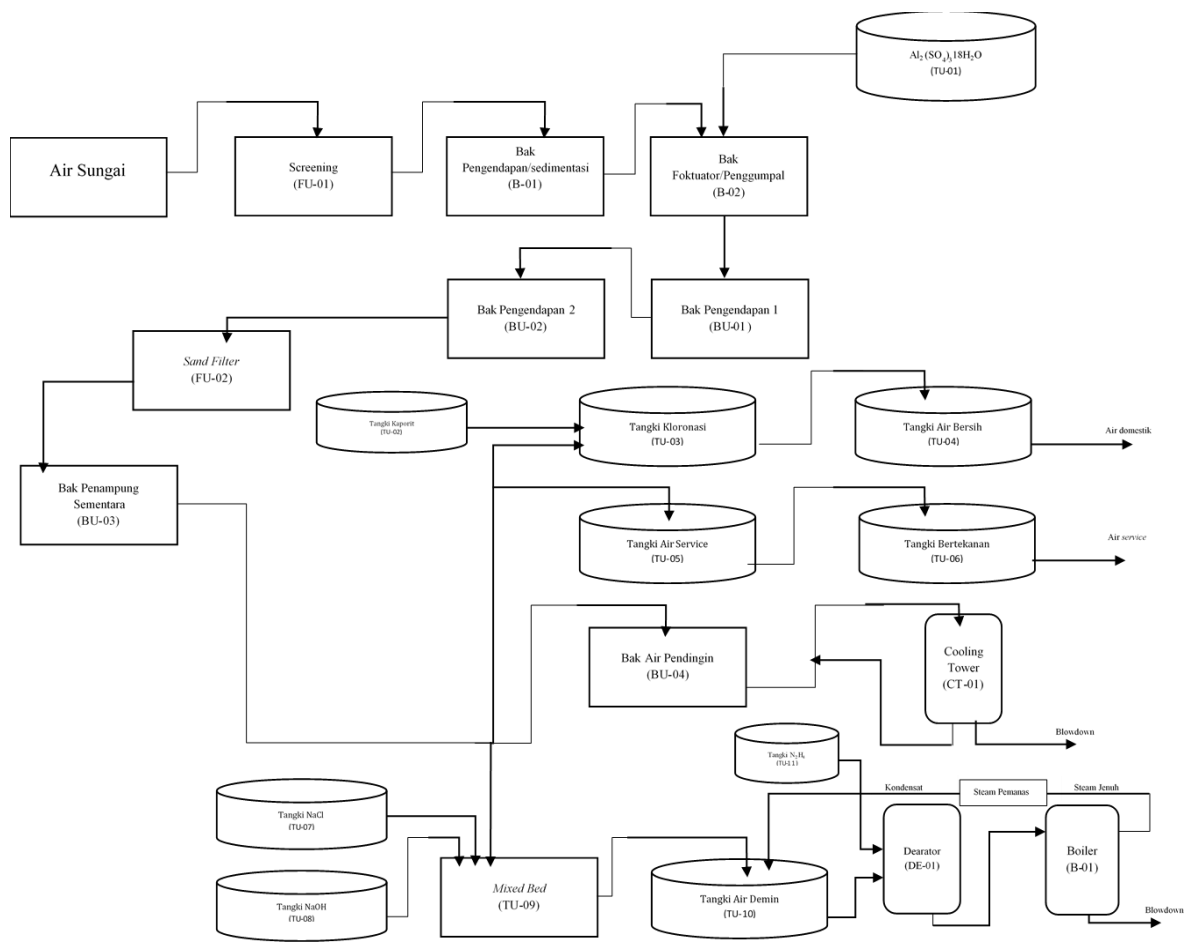
Kebutuhan listrik diperoleh dari dua sumber yaitu perusahaan listrik nasional dan generator. Generator berfungsi untuk tenaga cadangan Ketika PLN terjadi gangguan dan untuk menggerakkan alat-alat seperti pengaduk, sejumlah pompa, dan lainnya. Generator beroperasi menggunakan solar dan udara yang ditekan untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan akan digunakan untuk memutar poros engkol sehingga generator dapat menghasilkan listrik, kemudian listrik tersebut didistribusikan menggunakan panel. Energi listrik dari generator digunakan sebagai sumber utama untuk menggerakkan alat proses. Berikut merupakan spesifikasi generator yang digunakan :

Kebutuhan Listrik : 548.3264 Kw

Jenis : AC Generator

Tegangan : 220/360

Jumlah 1



**Gambar 5.1** Diagram Alir Pengolahan Air

#### 5.4 Unit Penyedia Udara Tekan

Unit penyedia udara tekan bertugas untuk menyediakan kebutuhan udara tekan yang bersungsi untuk menggerakkan alat controller yang bekerja dengan prinsip pneumatic. Inti dari proses ini adalah untuk mengurangi berat jenis udara yang terdapat di dalam kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrument udara. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar 41 m<sup>3</sup> /jam dengan tekanan mencapai 6,35 bar.

#### 5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar



Unit penyediaan bahan bakar memiliki peran untuk menyediakan dan memenuhi kebutuhan bahan bakar yang dipergunakan pada boiler dan generator. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan pada kedua alat adalah solar, dengan masing-masing kebutuhan sebesar 141 liter/jam.

## **5.6 Unit Pengelolaan Limbah atau Air Buangan**

Produksi pada pabrik isopropanolamin dari amoniak dan propilen oksida akan menghasilkan limbah berupa cairan maupun padatan. Adapun limbah pabrik yang dihasilkan, yaitu:

1. **Limbah Domestik** Limbah domestik merupakan sisa air buangan dari berbagai kegiatan atau kebutuhan sehari-hari yang berasal dari perumahan, kantor, dan pabrik seperti air bekas pencucian, air masak, air sisa pembuangan toilet, dan lain-lain. Untuk limbah domestik, tidak memerlukan penanganan khusus dikarenakan limbah hasil air buangan tidak mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya untuk lingkungan. Penanganan limbah domestik hanya perlu memperhatikan kapasitas buangan yang dapat ditampung dan sudah diizinkan, serta kemana pembuangan air limbah ini.
2. **Limbah Laboratorium dan Limbah Hasil Proses** Limbah hasil pembuangan laboratorium dan proses produksi tentu mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya dan dapat berdampak negatif pada lingkungan jika limbah dibuang tanpa pengolahan yang baik. Limbah harus dilakukan diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan, dengan kisaran parameter air yang sudah sesuai dengan peraturan

pemerintah

## 5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

**Tabel 5.7** Spesifikasi Pompa Utilitas 1

Kode	PU-01				
Fungsi	Mengalirkan air dari sungai menuju <i>screening</i>				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	4041,4734	gal/min			
Rate Volumetrik	9,0045	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	4,4575	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	19,250	in	0,4890	m
	OD	20,00	In	0,5080	m
	IPS	20,00	In	0,5080	m
	Flow Area	291,000	In <sup>2</sup>	0,1877	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	80%				
Power Pompa	29,5777	Hp	22,056,0680	Watt	
Power motor	40,0000	Hp	29,828,0000	Watt	

**Tabel 5.8** Spesifikasi Pompa Utilitas 2

Kode	PU-02				
Fungsi	Mengalirkan air sungai dari <i>screening</i> menuju Reservoir/sedimentasi (BU-01)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>				

Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	3839,3997	gal/min			
Rate Volumetrik	8,5542	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	5,2735	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	17,250	in	0,4382	m
	OD	18,00	In	0,4572	m
	IPS	18,00	In	0,4572	m
	Flow Area	234,00	In <sup>2</sup>	0,1510	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	80 %				
Power Pompa	55,9370	Hp	41,712,2086	Watt	
Power motor	100,0000	Hp	74,570,0000	Watt	

**Tabel 5.9** Spesifikasi Pompa Utilitas 3

Kode	PU-03				
Fungsi	Mengalirkan air dari bak sedimentasi (BU-01) menuju Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-02)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	3647,4297	gal/min			
Rate Volumetrik	8,1265	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	5,0098	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	17,250	in	0,4382	m

	OD	18,00	In	0,4572	m
	IPS	18,00	In	0,4572	m
	Flow Area	234,00	In <sup>2</sup>	0,1510	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	80%				
Power Pompa	42,8337	Hp	31,941,0737	Watt	
Power motor	60,0000	Hp	44,742,0000	Watt	

**Tabel 5.10** Spesifikasi Pompa Utilitas 4

Kode	PU-04				
Fungsi	Mengalirkan air dari Tangki Alum (TU-01) menuju Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-02)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Radial flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	0,1975	gal/min			
Rate Volumetrik	0,0004	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	1,1158	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,269	in	0,0068	m
	OD	0,41	In	0,0103	m
	IPS	0,33	In	0,0085	m
	Flow Area	0,06	In <sup>2</sup>	0,0000	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	20%				
Power Pompa	0,0054	Hp	4,0365	Watt	
Power motor	0,0500	Hp	37,2850	Watt	

**Tabel 5.11** Spesifikasi Pompa Utilitas 5

Kode	PU-05				
Fungsi	Mengalirkan air dari Bak Koagulasi dan Flokulasi (BU-02) menuju Bak Pengendapan 1 (BU-03)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	3647,4297	gal/min			
Rate Volumetrik	8,1265	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	5,0098	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	17,250	in	0,4382	m
	OD	18,00	In	0,4572	m
	IPS	18,00	In	0,4572	m
	Flow Area	234,00	In <sup>2</sup>	0,1510	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	80%				
Power Pompa	51,5846	Hp	38,466,6077	Watt	
Power motor	75,0000	Hp	55,927,5000	Watt	

**Tabel 5.12** Spesifikasi Pompa Utilitas 6

Kode	PU-06				
Fungsi	Mengalirkan air dari Bak Pengendapan (BU-03) menuju Bak Pengendap 2 (BU-04)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>				

Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	3465,0582	gal/min			
Rate Volumetrik	7,7202	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	4,7593	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	17,250	in	0,4382	m
	OD	18,00	In	0,4572	m
	IPS	18,00	In	0,4572	m
	Flow Area	234,00	In <sup>2</sup>	0,1510	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	89%				
Power Pompa	43,1846	Hp	32,202,7596	Watt	
Power motor	60,0000	Hp	44,742,0000	Watt	

**Tabel 5.13** Spesifikasi Pompa Utilitas 7

Kode	PU-07				
Fungsi	Mengalirkan air dari Bak Pengendapan II (BU-04) menuju Bak Saringan Pasir (FU-02)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	3291,8053	gal/min			
Rate Volumetrik	7,3342	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	4,5213	ft/s			

Ukuran Pipa	ID	17,250	in	0,4382	m
	OD	18,00	In	0,4572	m
	IPS	18,00	In	0,4572	m
	Flow Area	234,00	In <sup>2</sup>	0,1510	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	79%				
Power Pompa	8,6926	Hp	6482,0389	Watt	
Power motor	15,0000	Hp	11,185,5000	Watt	

**Tabel 5.14** Spesifikasi Pompa Utilitas 8

Kode	PU-08				
Fungsi	Mengalirkan air dari Bak Sand Filter/Bak Saringan Pasir (FU-02) menuju Bak Penampung Sementara (BU-05)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	3127,2151	gal/min			
Rate Volumetrik	6,9675	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	4,2953	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	17,250	in	0,4382	m
	OD	18,00	In	0,4572	m
	IPS	18,00	In	0,4572	m
	Flow Area	234,00	In <sup>2</sup>	0,1510	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	79%				
Power Pompa	25,0342	Hp	18,667.9795	Watt	
Power motor	40,0000	Hp	29,828,0000	Watt	

**Tabel 5.15** Spesifikasi Pompa Utilitas 9

Kode	PU-09				
Fungsi	Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara (BU-05) menuju area kebutuhan air				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Mixed flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	34,9826	gal/min			
Rate Volumetrik	0,0779	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	2,3454	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	2,469	in	0,0627	m
	OD	2,88	In	0,0732	m
	IPS	2,50	In	0,0635	m
	Flow Area	4,79	In <sup>2</sup>	0,0031	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	25%				
Power Pompa	0,4110	Hp	306,4477	Watt	
Power motor	0,5000	Hp	372,8500	Watt	

**Tabel 5.16** Spesifikasi Pompa Utilitas 10

Kode	PU-10				
Fungsi	Mengalirkan Kaporit dari Tangki Kaporit (T-03) menuju Tangki Klorinasi (TU-02)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				



Impeller	<i>Radial flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	0,0003	gal/min			
Rate Volumetrik	0,0000	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	0,0014	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,269	in	0,0068	m
	OD	0,41	In	0,0103	m
	IPS	0,13	In	0,0032	m
	Flow Area	0,06	In <sup>2</sup>	0,0000	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	20%				
Power Pompa	0,0000	Hp	0,0002	Watt	
Power motor	0,0500	Hp	37,2850	Watt	

**Tabel 5.17** Spesifikasi Pompa Utilitas 11

Kode	PU-11				
Fungsi	Mengalirkan Air dari Tangki Klorinasi menuju Tangki Air Bersih (T-01)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Mixed flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 203 Grade C</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	34,9669	gal/min			
Rate Volumetrik	0,0779	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	2,7874	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	2,0670	in	0,0525	m
	OD	2,3800	In	0,0605	m

	IPS	2,0000	In	0,0508	m
	Flow Area	3,3500	In <sup>2</sup>	0,0022	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	22 %				
Power Pompa	0,5484	Hp	408,9697	Watt	
Power motor	2,000	Hp	1491,4000	Watt	

**Tabel 5.18** Spesifikasi Pompa Utilitas 12

Kode	PU-12				
Fungsi	Mengalirkan Air dari Tangki Klorinasi menuju Tangki Air Bersih (T-01)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Mixed flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 203 Grade C</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	34,9669	gal/min			
Rate Volumetrik	0,0779	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	2,7874	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	2,0670	in	0,0525	m
	OD	2,3800	In	0,0605	m
	IPS	2,0000	In	0,0508	m
	Flow Area	3,3500	In <sup>2</sup>	0,0022	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	22%				
Power Pompa	0,6037	Hp	450,1563	Watt	
Power motor	1,000	Hp	745,7000	Watt	

**Tabel 5.19** Spesifikasi Pompa Utilitas 13

Kode	PU-13				
Fungsi	Mengalirkan Air dari Tangki Air Servis (TU-05) menuju Tangki Air Bertekanan (TU-06)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Mixed flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 203 Grade C/Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	2,5827	gal/min			
Rate Volumetrik	0,0058	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	2,2737	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,6220	in	0,0158	m
	OD	0,8400	In	0,0213	m
	IPS	0,5000	In	0,0127	m
	Flow Area	0,3040	In <sup>2</sup>	0,0002	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	20%				
Power Pompa	0,0370	Hp	27,6006	Watt	
Power motor	0,050	Hp	37,2850	Watt	

**Tabel 5.20** Spesifikasi Pompa Utilitas 14

Kode	PU-14				
Fungsi	Mengalirkan Air dari Tangki Air Bertekanan (TU-06) menuju Area Kebutuhan Servis				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Mixed flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			

Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 203 Grade C/Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	2,5827	gal/min			
Rate Volumetrik	0,0058	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	1,2955	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	0,8240	in	0,0209	m
	OD	1,0500	In	0,0267	m
	IPS	0,7500	In	0,0191	m
	Flow Area	0,5340	In <sup>2</sup>	0,0003	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	20%				
Power Pompa	0,0160	Hp	11,8964	Watt	
Power motor	0,050	Hp	37,2850	Watt	

**Tabel 5.21** Spesifikasi Pompa Utilitas 15

Kode	PU-15				
Fungsi	Mengalirkan Air dari Bak Air Dingin (BU-06) menuju ke <i>Cooling Tower (CT-01)</i>				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 203 Grade C/Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	1444,6092	gal/min			
Rate Volumetrik	3,2186	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	4,9005	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	10,0200	in	0,2545	m
	OD	10,7500	In	0,2731	m
	IPS	10,0000	In	0,2540	m
	Flow Area	78,8000	In <sup>2</sup>	0,0508	m <sup>2</sup>

Efisiensi Pompa	72%			
Power Pompa	8,8965	Hp	6634,1188	Watt
Power motor	15,000	Hp	11,185,500	Watt

**Tabel 5.22** Spesifikasi Pompa Utilitas 16

Kode	PU-16				
Fungsi	Mengalirkan Air dari <i>Cooling Tower</i> (CT-01) menuju <i>Recycle</i> dari Bak Air Dingin				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 203 Grade C/Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	1444,6092	gal/min			
Rate Volumetrik	3,2186	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	4,9005	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	10,0200	in	0,2545	m
	OD	10,7500	In	0,2731	m
	IPS	10,0000	In	0,2540	m
	Flow Area	78,8000	In <sup>2</sup>	0,0508	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	72%				
Power Pompa	8,2229	Hp	6131,8362	Watt	
Power motor	15,000	Hp	11,185,500	Watt	

**Tabel 5.23** Spesifikasi Pompa Utilitas 17

Kode	PU-17				
Fungsi	Mengalirkan Air dari Tangki Penampung NaCl (TU-07) menuju <i>Mixed Bed</i> (MB-01)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 203 Grade C/Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	1643,6535	gal/min			
Rate Volumetrik	3,6621	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	5,5758	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	10,0200	in	0,2545	m
	OD	10,7500	In	0,2731	m
	IPS	10,0000	In	0,2540	m
	Flow Area	78,8000	In <sup>2</sup>	0,0508	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	79%				
Power Pompa	9,6633	Hp	7205,9242	Watt	
Power motor	20,000	Hp	14,914,0000	Watt	

**Tabel 5.24** Spesifikasi Pompa Utilitas 18

Kode	PU-18				
Fungsi	Mengalirkan Air dari <i>Mixed Bed</i> (MB-01) menuju Tangki Air Demin (TU-10)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 203 Grade C/Commercial Steel</i>				

Spesifikasi Pompa					
Kapasitas	1643,6535	gal/min			
Rate Volumetrik	3,6621	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	5,5758	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	10,0200	in	0,2545	m
	OD	10,7500	In	0,2731	m
	IPS	10,0000	In	0,2540	m
	Flow Area	78,8000	In <sup>2</sup>	0,0508	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	78%				
Power Pompa	21,3236	Hp	15,901,0107	Watt	
Power motor	40,0000	Hp	29,828,0000	Watt	

**Tabel 5.25** Spesifikasi Pompa Utilitas 19

Kode	PU-19				
Fungsi	Mengalirkan Air dari Tangki Air Demin (TU-10) menuju Tangki Deaerator (DE-01)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 203 Grade C/Commercial Steel</i>				
Spesifikasi Pompa					
Kapasitas	1643,6535	gal/min			
Rate Volumetrik	3,6621	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	5,5758	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	10,0200	in	0,2545	m
	OD	10,7500	In	0,2731	m
	IPS	10,0000	In	0,2540	m
	Flow Area	78,8000	In <sup>2</sup>	0,0508	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	78%				

Power Pompa	13,2438	Hp	9875,9302	Watt
Power motor	25,000	Hp	18,642,5000	Watt

**Tabel 5.26** Spesifikasi Pompa Utilitas 20

Kode	PU-20				
Fungsi	Mengalirkan larutan Hydrazine dari Tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (TU-11) menuju Tangki Deaerator (DE-01)				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				
Impeller	<i>Axial flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 203 Grade C/Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	1643,6535	gal/min			
Rate Volumetrik	3,6621	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	5,5758	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	10,0200	in	0,2545	m
	OD	10,7500	In	0,2731	m
	IPS	10,0000	In	0,2540	m
	Flow Area	78,8000	In <sup>2</sup>	0,0508	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	78%				
Power Pompa	13,2438	Hp	9875,9302	Watt	
Power motor	25,000	Hp	18,642,5000	Watt	

**Tabel 5.27** Spesifikasi Pompa Utilitas 21

Kode	PU-21				
Fungsi	Mengalirkan larutan dari Deaerator (DE-01) menuju Boiler				
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>				



Impeller	<i>Mixed flow impellers</i>				
Jumlah	1	buah			
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 203 Grade C/Commercial Steel</i>				
<b>Spesifikasi Pompa</b>					
Kapasitas	1643,6535	gal/min			
Rate Volumetrik	3,6621	ft <sup>3</sup> /s			
Kecepatan Aliran	5,5758	ft/s			
Ukuran Pipa	ID	10,0200	in	0,2545	m
	OD	10,7500	In	0,2731	m
	IPS	10,0000	In	0,2540	m
	Flow Area	78,8000	In <sup>2</sup>	0,0508	m <sup>2</sup>
Efisiensi Pompa	78%				
Power Pompa	13,2438	Hp	9875,9302	Watt	
Power motor	25,000	Hp	18,642,5000	Watt	

**Tabel 5.28** Spesifikasi Bak Utilitas

Bak Pengendapan Awal/Sedimentasi		
Kode	BU-01	
Fungsi	Mengendapkan kotoran-kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai	
Jenis	Berbentuk bak persegi	
Bahan	Beton	
Volume	5353,7901	m <sup>3</sup>
Tinggi	11,0205	m
Panjang	22,0410	m
Lebar	22,0410	m

**Tabel 5.29** Spesifikasi Bak Utilitas

<b>Bak Flokulator/Bak Penggumpal</b>		
Kode	BU-02	
Fungsi	Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi dalam air dengan menambahkan untuk menggumpalkan kotoran	
Jenis	Bak Silinder Tegak	
Bahan	Beton	
Volume	846,9635	m <sup>3</sup>
Tinggi	10,2565	m
Panjang		m
Lebar		m

**Tabel 5.30** Spesifikasi Bak Utilitas

<b>Bak Pengendap I/Clarifier</b>		
Kode	BU-03	
Fungsi	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi)	
Jenis	Berbentuk Bak Persegi yang diperkuat beton bertulang	
Bahan	Beton	
Volume	5086,1006	m <sup>3</sup>
Tinggi	10,8337	m
Panjang	21,6673	m
Lebar	21,6673	m

**Tabel 5.31** Spesifikasi Bak Utilitas

<b>Bak Pengendap II/Clarifier</b>		
Kode	BU-04	
Fungsi	Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari sungai dengan proses flokulasi (memberi kesempatan untuk proses flokulasi 02)	
Jenis	Berbentuk Bak Persegi yang diperkuat beton bertulang	
Bahan	Beton	
Volume	4831,7955	m <sup>3</sup>
Tinggi	10,6500	m
Panjang	21,3000	m
Lebar	21,3000	m

**Tabel 5.32** Spesifikasi Bak Utilitas

<b>Penampung Sementara</b>		
Kode	BU-05	
Fungsi	Menampung sementara raw water setelah disaring disand filter	
Jenis	Berbentuk Bak Persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselin	
Bahan	Beton	
Volume	726,1653	m <sup>3</sup>
Tinggi	5,6623	m
Panjang	11,3246	m
Lebar	11,3246	m

**Tabel 5.33** Spesifikasi Bak Utilitas

<b>Bak Air Pendingin I</b>		
Kode	BU-06	
Fungsi	Menampung kebutuhan air pendingin	
Jenis	Berbentuk Bak Persegi	
Bahan	Beton	
Volume	8054,4191	m <sup>3</sup>
Tinggi	12,6277	m
Panjang	25,2554	m
Lebar	25,2554	m

**Tabel 5.34** Spesifikasi Bak Utilitas

<b>Bak Air Pendingin II</b>		
Kode	BU-06	
Fungsi	Menampung air make up dan air pendingin proses yang sudah didinginkan	
Jenis	Berbentuk Bak Persegi Panjang	
Bahan	Beton	
Volume	335,6008	m <sup>3</sup>
Tinggi	4,3778	m
Panjang	8,7556	m
Lebar	8,7556	m

**Tabel 5.35** Spesifikasi Tangki Utilitas

<b>Tangki Larutan Alum=Tawas</b>		
Kode	TU-01	
Fungsi	Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5 % untuk 2 minggu operasi	
Jenis	Tangki Silinder Tegak	
Bahan	Carbon Steel	
Volume	38,2261	m <sup>3</sup>
Tinggi	5,7967	m
Diameter	2,8984	m

**Tabel 5.36** Spesifikasi Tangki Utilitas

<b>Menghitung Dimensi Tangki Kaporit</b>		
Kode	TU-02	
Fungsi	Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan kedalam tangka klorinasi (TU-01)	
Jenis	Tangki Silinder Berpengaduk	
Bahan	Carbon Steel	
Volume	0,0179	m <sup>3</sup>
Tinggi	0,2835	m
Diameter	0,2835	m

**Tabel 5.37** Spesifikasi Tangki Utilitas

<b>Tangki Klorinasi/Karbon Aktif</b>		
Kode	TU-03	
Fungsi	Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan rumah tangga	
Jenis	Tangki Silinder Berpengaduk	
Bahan	Carbon Steel	
Volume	8,1233	m <sup>3</sup>
Tinggi	2,1792	m
Diameter	2,1792	m

**Tabel 5.38** Spesifikasi Tangki Utilitas

<b>Tangki Air Bersih</b>		
Kode	TU-04	
Fungsi	Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga	
Jenis	Tangki Silinder Tegak	
Bahan	Carbon Steel	
Volume	194,9582	m <sup>3</sup>
Tinggi	6,2858	m
Diameter	6,2858	m

**Tabel 5.39** Spesifikasi Tangki Utilitas

<b>Tangki Air Service</b>		
Kode	TU-05	
Fungsi	Menampung air untuk keperluan layanan umum	
Jenis	Tangki Silinder Tegak	
Bahan	Carbon Steel	
Volume	14,4	m <sup>3</sup>
Tinggi	2,637	m
Diameter	2,637	m

**Tabel 5.40** Spesifikasi Tangki Utilitas

<b>Tangki Air Bertekanan</b>		
Kode	TU-06	
Fungsi	Menampung air untuk keperluan layanan umum	
Jenis	Tangki Silinder Tegak	
Bahan	Carbon Steel	
Volume	14,4	m <sup>3</sup>
Tinggi	2,637	m
Diameter	2,637	m

**Tabel 5.41** Spesifikasi Tangki Utilitas

<b>Tangki NaCl</b>		
Kode	TU-07	

Fungsi	Menampung larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger	
Jenis	Tangki Silinder	
Bahan	Carbon Steel	
Volume	132,3917	m <sup>3</sup>
Tinggi	5,5250	m
Diameter	5,5250	m

**Tabel 5.42** Spesifikasi Tangki Utilitas

<b>Tangki NaOH</b>		
Kode	TU-08	
Fungsi	Menampung larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion exchanger	
Jenis	Tangki Silinder	
Bahan	Carbon Steel	
Volume	67,4180	m <sup>3</sup>
Tinggi	4,4120	m
Diameter	4,4120	m

**Tabel 5.43** Spesifikasi Tangki Utilitas

<b>Tangki Umpan Boiler</b>		
Kode	TU-09	
Fungsi	Mencapur kondensat sirkulasi dan make up air umpan boiler sebelum dibangkitkan sebagai steam dalam boiler	
Jenis	Tangki Silinder Tegak	
Bahan	Carbon Steel	
Volume	381,8413	m <sup>3</sup>
Tinggi	7,8645	m
Diameter	7,8645	m

**Tabel 5.44** Spesifikasi Tangki Utilitas

<b>Tangki Air Demin</b>		
Kode	TU-10	
Fungsi	Menampung air bebas mineral Sebagian air proses dan air umpan boiler	
Jenis	Tangki Silinder Tegak	
Bahan	Carbon Steel	
Volume	9164,1907	m <sup>3</sup>
Tinggi	22,6851	m
Diameter	22,6851	m

**Tabel 5.45** Spesifikasi Tangki Utilitas

<b>Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub></b>		
Kode	TU-11	
Fungsi	Menyimpan larutan N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	
Jenis	Tangki Silinder Tegak	
Bahan	Carbon Steel	
Volume	388,1304	m <sup>3</sup>
Tinggi	7,9074	m
Diameter	7,9074	m

**Tabel 5.46** Spesifikasi *Screening*

<b>Screening/Saringan</b>		
Kode	FU-01	
Fungsi	Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar misalnya daun, ranting, dan sampah lainnya	
Jenis	Tangki Silinder Tegak	
Bahan	Alumunium	
Panjang	3,048	m <sup>3</sup>
Lebar	2,4384	m

**Tabel 5.47** Spesifikasi *Screening*

<b>Bak Saringan Pasir/Sand Filter</b>		
Kode	FU-02	

Fungsi	Menyaring partikel-partikel halus yang ada di dalam air sungai	
Jenis	Sand Filter	
Bahan	Spheres	
Volume	41,0528	m <sup>3</sup>
Tinggi	2,1732	m
Panjang	4,3463	m
Lebar	4,3643	m

**Tabel 5.48** Spesifikasi *Cooling Tower*

<b>Cooling Tower</b>		
Kode	CT-01	
Fungsi	Mendinginkan air pendingin setelah digunakan	
Panjang	5,7407	m
Lebar	5,7407	m

**Tabel 5 49** Spesifikasi *Blower Cooling Tower*

<b>Blower Cooling Tower</b>		
Kode	BL-01	
Fungsi	Untuk menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan	
Efisiensi Motor	89	%
Power Motor	65	Hp

**Tabel 5.50** Spesifikasi *Mixed Bed*

<b>Mixed Bed</b>		
Kode	MB-01	
Fungsi	Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl, SO <sub>4</sub> , dan NO <sub>3</sub>	
Tinggi Bed	1,2700	m
Volume Bed	33,0599	m <sup>3</sup>
Volume Bak Resin	19,9852,9764	m <sup>3</sup>
tebal	0,1875	in



**Tabel 5.51** Spesifikasi *Dearator*

<b>Dearator</b>		
Kode	DE-01	
Fungsi	Menghilangkan gas CO <sub>2</sub> dan O <sub>2</sub> yang terikat dalam feed water yang menyebabkan kerak pada reboiler	
Jenis	Tangki Silinder Tegak	
Volume	381,8413	m <sup>3</sup>
Tinggi	7,8645	m
Diameter	7,8645	m

## **BAB VI**

### **EVALUASI EKONOMI**

Perancangan suatu pabrik memerlukan evaluasi ekonomi yang bertujuan untuk mengetahui layak atau tidaknya pabrik untuk didirikan dengan memenuhi uji kelayakan dari segi ekonomi. Evaluasi ekonomi dilakukan dengan meninjau dari kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh dalam suatu kegiatan produksi, lamanya modal penanaman investasi yang dapat dikembalikan, harga dari alat-alat yang digunakan, dan balik modal. Faktor yang mempengaruhi evaluasi ekonomi diantaranya, yaitu:

#### A. Modal (Capital Investment)

1. Modal Tetap (Fixed Capital Investment)
2. Modal Kerja (Working Capital Investment)

#### B. Biaya Produksi (Manufacturing Cost)

1. Biaya Produksi Langsung (Direct Manufacturing Cost)
2. Biaya Produksi Tak Langsung (Indirect Manufacturing Cost)
3. Biaya Produksi Tetap (Fixed Manufacturing Cost)
4. Biaya Pengeluaran Umum (General Cost)

#### C. Analisa Keuntungan Ekonomi

#### D. Analisa Kelayakan Ekonomi

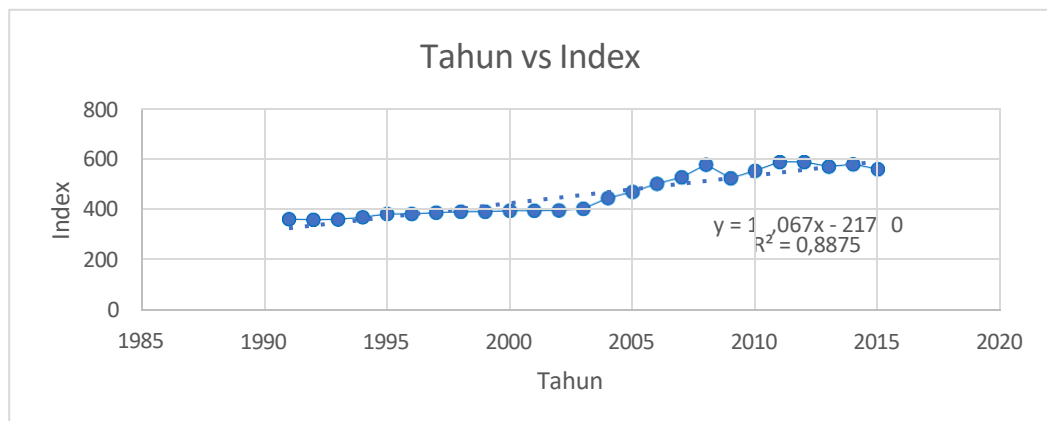
1. *Return On Investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Break Even Point* (BEP)
4. *Shut Down Point* (SDP)

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

### 6.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan akan selalu berbeda pada tiap tahunnya, hal ini terjadi dikarenakan pengaruh kondisi ekonomi yang akan selalu mengalami kenaikan dan penurunan, sehingga sedikit sulit untuk menentukan harga-harga peralatan yang akan dipakai. Maka dari itu diperlukan suatu metode yang dapat diperkirakan harga peralatan pada tahun-tahun tertentu. Namun, untuk memperkirakan harga tersebut, perlu mengetahui harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Untuk mengetahui harga indeks pada peralatan, maka diambil harga indeks peralatan pada tahun-tahun sebelumnya. Lalu analisa harga peralatan dilakukan dengan pembelian alat pada tahun 1991 sampai dengan tahun 2015. Dalam analisa ekonomi, harg-harga peralatan maupun harga-harga kebutuhan pabrik lainnya diperhitungkan pada tahun analisa. Indeks harga dapat dilihat dalam grafik berikut:



**Gambar 6.1** Grafik Indeks Harga Alat

Didapatkan persamaannya dari perhitungan grafik indeks harga alat adalah :

$$y = 11,067x - 21710$$

Keterangan dimana :

y = Indeks Harga

x = Tahun Pembelian

Dari persamaan di atas didapat harga indeks pada tahun 2026 adalah 711,742. Untuk memperkirakan harga alat dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio indeks harga (Aries dan Newton,1995).

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

(Aries & Newton, 1995)

Keterangan :

Ex : Harga Tahun Pembelian

Ey : Harga Pembelian Tahun Referensi

Nx : Indeks Harga pada Tahun Pembelian

Ny : Indeks Harga pada Tahun Referensi

## 6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Pabrik : 15.000 ton/tahun

Pabrik Beroperasi dalam Setahun : 330 hari

Umur Alat : 10 tahun

Tahun Pendirian Pabrik : 2026

Kurs Mata Uang (1 \$) : 15.100,00 (per 11 May 2023)

## 6.3 Perhitungan Biaya Ekonomi

### 6.3.1 Modal (Capital Investment)

*Capital Investment* adalah jumlah atau total biaya yang dikeluarkan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikan pabrik. *Capital Investment* terdiri dari beberapa, yaitu :

a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

*Fixed Capital Investment* adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

**Tabel 6.1** *Physical Plant Cost*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	\$ 1.808.604,68	Rp 27.309.930.633,80
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	\$ 452.151,17	Rp 6.827.482.658,45
3	Instalasi	\$ 349.256,34	Rp 5.273.770.666,63
4	Pemipaan	\$ 1.060.012,02	Rp 16.006.181.541,37
5	Instrumentasi	\$ 462.248,21	Rp 6.979.948.032,78
6	Insulasi	\$ 77.744,05	Rp 1.173.935.152,91
7	Listrik	\$ 271.290,70	Rp 4.096.489.595,07
8	Bangunan	\$ 3.601.059,60	Rp 54.376.000.000,00
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	\$ 4.966.887,42	Rp 75.000.000.000,00
<b>Total (PPC)</b>		\$ 13.049.254,19	Rp 197.043.738.281

**Tabel 6.2** *Direct Plant Cost*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Teknik dan Konstruksi C + PP	\$ 15.659.105,03	Rp 236.452.485.937
<b>Total (DPC)</b>		\$ 15.659.105,03	Rp 236.452.485.937

**Tabel 6.3 Fixed Capital Investment**

No	Type of Capital Investment	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Direct Plan Cost	\$ 15.659.105,03	Rp 236.452.485.937,21
2	Contractor's fee	\$ 626.364,20	Rp 9.458.099.437,49
3	Contingency	\$ 1.565.910,50	Rp 23.645.248.593,72
<b>Total (FCI)</b>		<b>\$ 17.851.379,73</b>	<b>Rp 269.555.833.968,42</b>

b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)

*Working Capital Investment* adalah biaya yang digunakan untuk usaha atau modal dalam menjalankan operasi suatu pabrik dalam kurun waktu tertentu.

**Tabel 6.4 Working Capital**

No	Type of Expense	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Raw Material Inventory	\$ 1.849.150,35	Rp 27.922.170.295,58
2	In Process Inventory	\$ 104.420,78	Rp 1.576.753.813,29
3	Product Inventory	\$ 2.923.781,91	Rp 44.149.106.772,04
4	Extended Credit	\$ 2.168.811,27	Rp 32.749.050.218,18
5	Available Cash	\$ 6.265.246,94	Rp 94.605.228.797,22
<b>Total (WC)</b>		<b>\$ 13.311.411,25</b>	<b>Rp 201.002.309.896,31</b>

**6.3.2 Total Biaya Produksi (Total Production Cost)**

a. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)

*Manufacturing Cost* adalah biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan produksi suatu produk dalam pabrik. *Manufacturing Cost* meliputi *Direct Cost*, *Indirect Cost*, dan *Fixed Cost* yang

selalu berkaitan dengan pembuatan suatu produk.

**Tabel 6.5** *Manufacturing Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	\$ 60.730.686,66	Rp 917.033.368.553,56
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	\$ 5.866.350,32	Rp 88.581.889.800,00
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	\$ 2.320.679,37	Rp 35.042.258.415,89
<b>Total (MC)</b>		\$ 68.917.716,34	Rp 1.040.657.516.769

*Manufacturing Cost* dapat dijabarkan sebagai berikut :

- *Direct Manufacturing Cost*

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

**Tabel 6.6** *Direct Manufacturing Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	\$ 43.587.115,41	Rp 658.165.442.681,63
2	<i>Labor</i>	\$ 1.005.536,42	Rp 15.183.600.000,00
3	<i>Supervision</i>	\$ 100.553,64	Rp 1.518.360.000,00
4	<i>Maintenance</i>	\$ 357.027,59	Rp 5.391.116.679,37
5	<i>Plant Supplies</i>	\$ 53.554,14	Rp 808.667.501,91
6	<i>Royalty and Patents</i>	\$ 5.112.198,00	Rp 77.194.189.800,00
7	<i>Utilities</i>	\$ 10.514.701,45	Rp 158.771.991.890,65
<b>Total (DMC)</b>		\$ 60.730.686,66	Rp 917.033.368.553,56

- *Indirect Manufacturing Cost*

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

**Tabel 6.7** *Indirect Manufacturing Cost*

<b>No</b>	<b>Type of Expense</b>	<b>Harga (\$)</b>	<b>Harga (Rp)</b>
1	<i>Payroll Overhead</i>	\$ 150.830,46	Rp 2.277.540.000
2	<i>Laboratory</i>	\$ 100.553,64	Rp 1.518.360.000
3	<i>Plant Overhead</i>	\$ 502.768,21	Rp 7.591.800.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	\$ 5.112.198,00	Rp 77.194.189.800
<b>Total (IMC)</b>		\$ 5.866.350,32	Rp 88.581.889.800

- *Fixed Manufacturing Cost*

*Fixed Manufacturing Cost* adalah biaya yang dikeluarkan pabrik yang bersifat tetap, tidak berpengaruh oleh tingkat produksi dan waktu atau pengeluaran Ketika pabrik beroperasi maupun tidak beroperasi.

**Tabel 6.8** *Fixed Manufacturing Cost*

<b>No</b>	<b>Type of Expense</b>	<b>Harga (\$)</b>	<b>Harga (Rp)</b>
1	<i>Depreciation</i>	\$ 1.785.137,97	Rp 26.955.583.396,84
2	<i>Property taxes</i>	\$ 357.027,59	Rp 5.391.116.679,37
3	<i>Insurance</i>	\$ 178.513,80	Rp 2.695.558.339,68



<b>Total (FMC)</b>	\$ 2.320.679,37	Rp 35.042.258.415,89
--------------------	--------------------	----------------------

b. Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

*General Expenses* adalah biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan fungsi-fungsi dari perusahaan yang tidak termasuk dalam *Manufacturing Cost*.

**Tabel 6.9** *General Expenses*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Administration</i>	\$ 4.135.062,98	Rp 62.439.451.006,17
2	<i>Sales expense</i>	\$ 15.161.897,60	Rp 228.944.653.689,28
3	<i>Research</i>	\$ 5.513.417,31	Rp 83.252.601.341,56
4	<i>Finance</i>	\$ 1.246.511,64	Rp 18.822.325.754,59
<b>Total (GE)</b>		\$ 26.056.889,52	Rp 393.459.031.791,59

**Tabel 6 .10** *Total Production Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	\$ 68.917.716,34	Rp 1.040.657.516.769,45
2	<i>General Expense (GE)</i>	\$ 26.056.889,52	Rp 393.459.031.791,59
<b>Total (TPC)</b>		\$ 94.974.605,86	Rp 1.434.116.548.561,04

## 6.4 Analisa Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp. 1.543.516.769.000

Total biaya produksi : Rp. 1.434.116.548.561

Keuntungan : Total Penjualan – Total Biaya Produksi  
: Rp. 109.767.247.439

b. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak 20% dari keuntungan : Rp. 21.953.449.488

Keuntungan : Keuntungan Sebelum Pajak – Pajak  
: Rp. 87.813.797.951

### 6.5 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan dilakukan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh besar atau kecil. Untuk dapat dikatakan pabrik berpotensi atau tidak dari segi ekonomi, ada beberapa cara yang harus dilakukan, yaitu :

a. *Return on Investment (ROI)*

*Return on Investment* adalah keuntungan yang diperoleh dari setiap tahunnya. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai minimum *ROI* sebelum pajak sebesar 11%, dan pada pabrik dengan resiko tinggi mempunyai minimum *ROI* sebelum pajak sebesar 44%. Ada persamaan yang digunakan dalam menghitung *percent return on investment* yaitu :

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

Keuntungan yang didapat :

- *ROI* sebelum pajak

*ROI* b : 41%

- *ROI* sesudah pajak

*ROI* a : 32,58%

b. *Pay Out Time (POT)*

*Pay Out Time* adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui dalam berapa tahun modal investasi akan Kembali. Ada persamaan yang digunakan dalam menghitung *pay out time* yaitu :

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi}} \times 100 \%$$

Pada pabrik dengan resiko rendah mempunyai nilai *POT* maksimal 5 tahun, sedangkan pada pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai *POT* maksimal 2 tahun.

- *POT* sebelum pajak

*POT* b : 2 tahun

- *POT* sesudah pajak

*POT* a : 2,3 tahun

- c. *Break Even Point (BEP)*

*Break Even Point* adalah dimana pabrik tidak memperoleh keuntungan maupun kerugian. Jika nilai yang didapatkan dibawah nilai *BEP*, maka pabrik akan mengalami kerugian. Nilai *BEP* berkisar antara 40% - 60%.

Ada persamaan yang digunakan dalam menghitung *break even point* yaitu :

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

Keterangan :

Fa = *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra = *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Sa = *Annial Sales Value* pada produksi maksimum

Va = *Annial Variable Value* pada produksi maksimum

**Tabel 6.11** Fa (*Fixed Cost*)

No.	Fa ( Fixed Cost )	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Depresiasi	Rp 26.955.583.397	\$ 1.785.137,97
2	Property Taxes	Rp 5.391.116.679	\$ 357.027,59
3	Asuransi	Rp 2.695.558.340	\$ 178.513,80
	Total Nilai Fa	Rp 35.042.258.416	\$ 2.320.679,37

**Tabel 6.12** Ra (*Regulated Cost*)

No.	Ra ( Regulated Cost )	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Gaji Karyawan	Rp 15.183.600.000	\$ 1.005.536,42
2	Payroll Overhead	Rp 2.277.540.000	\$ 150.830,46
3	Supervision	Rp 1.518.360.000	\$ 100.553,64
4	Plant Overhead	Rp 7.591.800.000	\$ 502.768,21
5	Laboratorium	Rp 1.518.360.000	\$ 100.553,64
6	General Expense	Rp 393.459.031.792	\$ 26.056.889,52
7	Maintenance	Rp 5.391.116.679	\$ 357.027,59
8	Plant Supplies	Rp 808.667.502	\$ 53.554,14
	Total Nilai Ra	Rp 427.748.475.973	\$ 28.327.713,64

**Tabel 6.13** Va (*Variable Cost*)

No.	Variabel cost (Va)	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw material	Rp 658.165.442.682	\$ 43.587.115,41
2	Royalties and patent	Rp 77.194.189.800	\$ 5.112.198,00
3	Utilities	Rp 158.771.991.891	\$ 10.514.701,45
4	Product packaging and shipping	Rp 77.194.189.800	\$ 5.112.198,00
	Total Va	Rp 971.325.814.172	\$ 64.326.212,86

Dengan menggunakan data yang sudah diperoleh pada tabel diatas, maka

diperoleh nilai *BEP* sebesar :

Nilai *BEP* : 59,81%

d. *Shut Down Point (SDP)*

*Shut Down Point* adalah titik dimana penentuan aktivitas produksi harus dihentikan. Hal ini disebabkan karena variable cost yang terlalu tinggi, dan bisa juga karena keputusan manajemen yang disebabkan oleh kegiatan yang tidak ekonomis. Hal tersebut diakibatkan karena biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*. Ada persamaan yang digunakan dalam menghitung *Shut Down Point* yaitu :

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

Diperoleh nilai  $SDP = 46,98\%$

e. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*

*Discounted Cash Flow Rate of Return* adalah perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahunnya. Didasarkan atas investasi yang tidak Kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik. Ada persamaan yang digunakan dalam menghitung *Discounted Cash Flow Rate of Return* yaitu :

$$(WC+FCI)(1+i)^n = (1+i)^n + (1+i)^n + \dots + (1+i)^n + WC + SV$$

Keterangan :

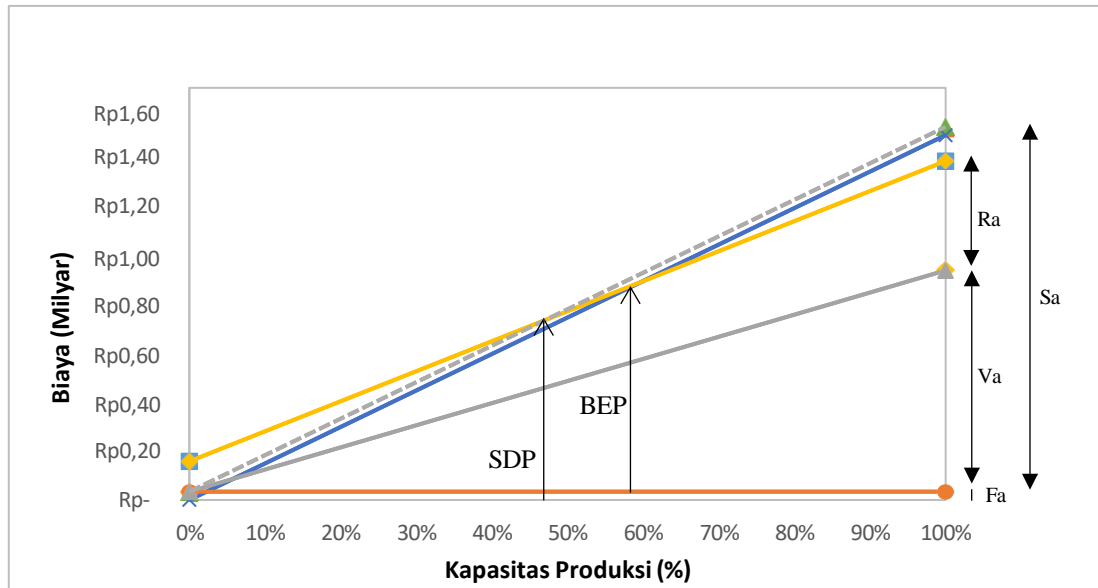
- FC : *Fixed Capital*
- WC : *Working Capital*
- SV : *Salvage Value*
- n : Umur Pabrik 10 tahun
- i : Nilai *DCFR*

Dengan *trial & error* diperoleh nilai *DCFR*

Nilai *DCFR* : 16,70%

Hasil Analisa kelayakan ekonomi pendirian pabrik isopropanolamin

dapat dilihat dari grafik dibawah ini :



**Gambar 6.2** Grafik Evaluasi Ekonomi

## BAB VII

### PENUTUP

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan perancangan pabrik isopropanolamin dengan kapasitas 15.000 ton/tahun baik ditinjau secara teknis maupun ekonomi, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pabrik isopropanolamin didirikan di Kawasan industri di Palembang lebih tepatnya daerah Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan.
2. Pendirian pabrik *Isopropanolamine* dengan kapasitas 15.000 ton/tahun ini didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri, menciptakan lapangan kerja baru, serta mendorong berkembangnya industri lainnya yang berbahan baku Amonnia dan Propilen Oksida.
3. Berdasarkan hasil perhitungan analisa terhadap aspek ekonomi yang telah dilakukan pada pabrik ini didapatkan sebagai berikut:
  - a. *Return On Investment (ROI)*
    - ROI sebelum pajak 41%
    - ROI setelah pajak 32,58%
  - b. *Pay Out Time (POT)*
    - POT sebelum pajak 2 tahun
    - POT setelah pajak 2,3 tahun
  - c. Break Event Point (BEP) = 59,81 %

Nilai BEP untuk pabrik pada umumnya berada pada rentang

40% - 60%.

d. Shut Down Point (SDP) = 46,98 %

e. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) = 16,7%

Syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 kali suku bunga pinjaman bank.

Dengan pertimbangan hasil diatas, maka pabrik isopropanolamin dari amonnia dan propilen oksida dengan kapasitas 15.000 ton/tahun layak dari aspek teknis dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

Berdasarkan tinjauan kondisi operasi dan karakteristik bahan baku serta produk, maka pabrik Isopropanolamin tergolong sebagai pabrik beresiko tinggi (high risk).

## **7.2 Saran**

Suatu perancangan pabrik kimia diperlukan pengetahuan dan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik diantaranya sebagai berikut:

1. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
2. Pengoptimalan pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
3. Pemenuhan bahan baku tergantung dari produksi pabrik yang diperoleh dari produk pabrik lain, maka dari itu perlu adanya kontrak



pembelian bahan baku agar permintaan akan bahan baku dapat dipenuhi selama pabrik beroperasi. Produk Isopropanolamin dapat digunakan sebagai sarana untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat dimasa depan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kern, D. Q. 1965. Process Heat Transfer. McGraw-Hill Book Company. Japan
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1952, Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd ed., Vol. 1, The Inter Science Encyclopedia, Inc., New York.
- Perry, Robert H., and Don W. Green, 1999, Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th edition, New York: McGraw-Hill Companies, Inc
- Perry, Robert H., and Don W, Green, 2008, Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th edition, New York: McGraw-Hill Companies, Inc
- Peters, Max S., and Klaus D. Timmerhaus, 1991, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 4th edition, Singapore: McGraw-Hill International Editions
- Smith, J.M., Van Ness, H.C., and Abbott M. 1997. "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics", 6ed, McGraw-Hill, Int.ed., New York.
- Brown, G. G. (1977). Unit Operations. CBS, New Delhi.
- Brownell, L. E. ( 1959). Equipment Design. John Wiley & Sons, Inc.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F. (1983). Chemical Engineering. Pergamon Press, Oxford.
- Huang, et.al., 2001, Reaction Kinetics of Isopropanolamine Preparation in Ammonia System, Journal of Nanjing University of Technology, Nanjing
- Nanjing Hongbaoli Co.Ltd, 2007, Products and Services, [www.hongbaoli.com](http://www.hongbaoli.com)  
(Accessed 16 March 2013)
- Yaws, C.L., 1999, Chemical Properties Handbook, McGraw Hill Companies Inc., USA

**LAMPIRAN**

**LAMPIRAN A**

## LAMPIRAN

### 1. Perancangan Reaktor

#### REAKTOR

Fungsi : Tempat mereaksikan amonia cair dan propilen oksida menjadi monoisopropanolamin

Fasa : Cair-cair

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Bahan : Stainless steel SA 240 grade 3 type 316

Jumlah : 1

Tekanan : 1 atm

Temperature : 32°C

#### i. Kinetika Reaksi

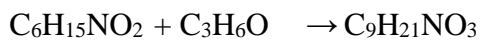
Reaksi pembuatan Isopropanolamin merupakan reaksi eksotermis dan irreversible.



(Amoniak) (PO) (MIPA)



(MIPA) (PO) (DIPA)



(DIPA) (PO) (TIPA)

Dimana nilai k1, k2 dan k3 dapat dihitung dengan persamaan arhenius seperti pada persamaan 2.4

$$k = A \cdot \exp \frac{-E_a}{R.T}$$

Dengan :

$$A1 = 4,200 \times 10^7$$

$$A2 = 4,963 \times 10^7$$

$$A3 = 5,508 \times 10^6$$

$$R = 8,314 \text{ J/mol.K}$$

Sehingga :

$$k1 = 4,200 \times 10^7 \exp (-5,842 \times 10^4 / RT) \text{ L/mol.menit}$$

$$k2 = 4,963 \times 10^7 \exp (-5,445 \times 10^4 / RT) \text{ L/mol.menit}$$

$$k_3 = 5,508 \times 10^6 \exp(-5,508 \times 10^4 / RT) \text{ L/mol.menit}$$

$$T = 305^\circ\text{K}$$

$$K (32^\circ\text{C})$$

(Nanjing University of Chemical Technology, Nanjing 210009)

## ii. Perancangan Reaktor

### 1. Menentukan Volume cairan

persamaan kecepatan reaksi adalah

$$-r_A = k_1.C_A.C_B - k_2.C_C.C_B$$

Dimana persamaan  $C_A, C_B$ , dan  $C_C$  yang digunakan adalah

$$C_A = F_A/F_V \quad C_B = F_B/F_V \quad C_C = F_C/F_V$$

Pada keadaan *steady state* dapat dituliskan :

$$V = \frac{F_{A0}.x_A}{(-r_A)}$$

$$V = 899,4500926 \text{ l/m}^3$$

### 2. Menentukan Perancangan dimensi reaktor

Dirancang : angka keamanan (over design) 20%

$$V_t = 120\% \times V$$

$$V_t = 1079,3401 \text{ m}^3$$

reaktor yang digunakan berbentuk silinder tegak, sehingga :

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

$$V = \frac{\pi}{4} D^3 \frac{H}{D}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi H}}$$

V = Volume  
D = Diameter  
H = Tinggi

$$V_{\text{shell}} = 10,641 \text{ m}^3$$

Maka didapatkan nilai

$$D = 2,0829 \text{ m}$$

Perancangan ini memilih  $H = 1,5 D$

$$H = 3,1244 \text{ m}$$

(Brownell & Young, hal 43)

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

$$V_{sf} = \frac{\pi}{4} D^2 \frac{sf}{144}$$

$$V_{\text{dish}} = 0,00044285 \text{ m}^3$$

$$V_{sf} = 0,00150194 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{head}} = 2(V_{\text{dish}} + V_{sf})$$

$$V_{\text{reaktor}} = V_{\text{shell}} + V_{\text{head}}$$

$$V_{\text{head}} = 0,003889 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{reaktor}} = 10,6457 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{battom}} = 0,5 \times V_{\text{head}}$$

$$V_{\text{cairan}} = V_{\text{shell}} - V_{\text{battom}}$$

$$V_{\text{battom}} = 0,00194478 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{cairan}} = 10,64 \text{ m}^3$$

$$H_{\text{cairan}} = 4V/JID^2$$

$$V_{\text{cairan dalam shell}} = V_{\text{shell}} - V_{\text{h}} - V_{\text{sf}}$$

$$H_{\text{cairan}} = 3,12 \text{ m}$$

$$V_{\text{cairan dalam shell}} = 10,64 \text{ m}^3$$

### 3. Menentukan tebal shell reaktor (ts)

Dirancang menggunakan bahan stainless steel SA 240 grade 3 type 316

Tegangan yang diizinkan ,f = 18750 psia

Efisiensi pengelasan ,E = 80%

Faktor korosi ,c = 0,125

Jari-jari tangki ,r = 1,0414 inch

$$ts = \frac{P \cdot r}{(f \cdot E - 0,6 \cdot P)} + C$$

$$ts = 0,31 \text{ inch}$$

$$ID \text{ shell} = 82,0072 \text{ inch}$$

$$OD \text{ shell} = ID + 2ts = 106,6135 \text{ inch}$$

Berdasarkan Ukuran OD standart pada tabel 5.7 Brownell hal :90 didapatkan :

OD	=	108	in
ts	=	0,31	in
icr	=	6,5	in
r	=	102	in
E	=	80%	
C	=	0,1250	
f	=	18750	psia

### 4. Menentukan tebal head (th) dan tebal bottom

Jenis head yang di pakai adalah Flanged & Standar Dished head pada umumnya

digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangki dengan diameter kecil.

Pemilihan jenis head berdasarkan tekanan operasi: untuk tekanan operasi < 15 bar head yang digunakan berjenis torispherical dished.

$$w = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right) \quad w = 1,74033$$

$$th = \frac{Prw}{(2fE - 0.2P)} + C \quad th = 0,2357 \text{ inch}$$

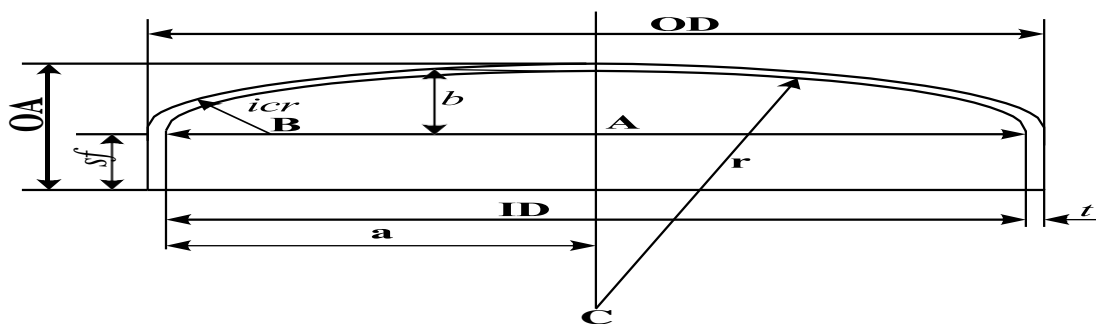
Berdasarkan dari tabel 5.6 Brownell & young hal 88, untuk th standar yang digunakan adalah th = 0,5 inch.

**Table 5.6. Dimensions of Flanged and Standard Dished Heads**  
(Courtesy of Lukens Steel Company)

Thickness (in.) <i>t</i>	Standard Straight Flange (in.) <i>sf</i>	Inside-corner Radius (in.) <i>icr</i>
3/16	1 1/2-2	3/16
1/4	1 1/2-2 1/2	3/4
5/16	1 1/2-3	1 5/16
3/8	1 1/2-3	1 1/8
7/16	1 1/2-3 1/2	1 5/16
1/2	1 1/2-3 1/2	1 1/2
5/8	1 1/2-3 1/2	1 7/8
3/4	1 1/2-3 1/2	2 1/4
7/8	1 1/2-4	2 5/8
1	1 1/2-4	3
1 1/8	1 1/2-4 1/2	3 3/8
1 1/4	1 1/2-4 1/2	3 3/4
1 3/8	1 1/2-4 1/2	4 1/8
1 1/2	1 1/2-4 1/2	4 1/2
1 5/8	1 1/2-4 1/2	4 3/8
1 3/4	1 1/2-4 1/2	5 1/4
1 7/8	1 1/2-4 1/2	5 5/8
2	1 1/2-4 1/2	6
2 1/4	1 1/2-4 1/2	6 3/4
2 1/2	1 1/2-4 1/2	7 1/2
2 3/4	1 1/2-4 1/2	8 1/4
3	1 1/2-4 1/2	9

### 5. Menentukan tinggi reaktor total

untuk th = 1/4 in pada tabel Brownell & Young, hal 88 diperoleh sf 1 1/2 - 1 1/2 diambil nilai sf = 1 inch, atau 0,0254 m.



$$ID = OD \text{ standart} - (2 \times ts)$$

$$ID = 107,375 \text{ inch, atau } 8,9443 \text{ ft}$$

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$a = 53,6875 \text{ inch}$$

$$AB = \frac{ID}{2} - icr$$

$$AB = 47,187 \text{ inch}$$

$$BC = r - icr$$

$$BC = 95,5 \text{ inch}$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{1/2}$$

$$AC = 83,0276 \text{ inch}$$

$$b = r - AC$$

$$b = 18,9724 \text{ inch, atau } 0,4819 \text{ m}$$

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

$$OA = 20,2224 \text{ inch, atau } 0,5136 \text{ m}$$

$$h_{\text{reaktor total}} = 2 \times th_{\text{total}} + h_{\text{shell}}$$

$$h_{\text{reaktor total}} = 4,15176 \text{ m}$$

## 6. Menghitung spesifikasi pengaduk

Penentuan berdasarkan

$$T_{\text{operasi}} = 32^\circ\text{C}$$

$$\mu = 4,861739245 \text{ cp}$$

$$\rho = 904,376164 \text{ kg/m}^3$$

Berdasarkan fig 10.57 hal 419 Coulson.  $\mu_L$  = (propeller atau turbin dengan 420 epm), dan volume = 10,6399 m<sup>3</sup>

Turbin yang dipilih, Hp turbin tidak dipengaruhi viskositas diatas reynold 500-1000, percampuran sangat baik bahkan dalam skala mikro.

Dilihat dari nilai viskositas cairan, maka pengaduk mixer dapat dipilih jenis blade turbine. dengan spesifikasi pengaduk "flat six blade turbine with disk" karena turbin ini dapat digunakan pada kecepatan tinggi pada cairan yang mempunyai viskositas sedang dan tidak terlalu kental. Dari Brown, 1978 page 507 diperoleh data:

Dt/Di	3	
Zl/Di	2,7-3,9	3,9
Zi/Di	0,75-1,3	1,3 (jumlah sudut (blade) = 6
Wb/Di	0,17	Jumlah baffle = 4 terpisah 90° satu sama



		lain
L/Di	0,25	
Dt	82,01 inch atau 2,0829 m atau 208,298 cm atau 6,8339 ft	

Ket:

Di =	diameter pengaduk
Dt =	diameter dalam reaktor
ZL =	tinggi cairan dalam reaktor
wb =	lebar baffle
Zi =	jarak pengaduk dari dasar tangki
L =	lebar pengaduk

Maka diperoleh:

Diameter Pengaduk	Dt/3	27,335 inch	0,694329 m	2,27795 ft
Jarak Pengaduk dari dasar tangki	Di x 1,3	35,536 inch	0,90262 m	2,96134ft
Tinggi Pengaduk	Di x 3,9	106,609 inch	2,70788 m	8,8840 ft
Lebar pengaduk	Di x 0,25	6,8339 inch	0,17358 m	0,5694 ft
Lebar baffle	Di x 0,17	4,6470 inch	0,118036 m	0,3872 ft

## 7. Menghitung jumlah impeller

Dimana WELH adalah *Water Equivalen Liquid High*

WELH = tinggi bahan x p Cairan/pair

WELH = 3,95363 m atau 12,9710 ft

$$\sum \text{impeller} \quad \frac{WELH}{D} = 0,6$$

$\sum$  impeller = 1 pengaduk

### 8. Menghitung putaran pengaduk

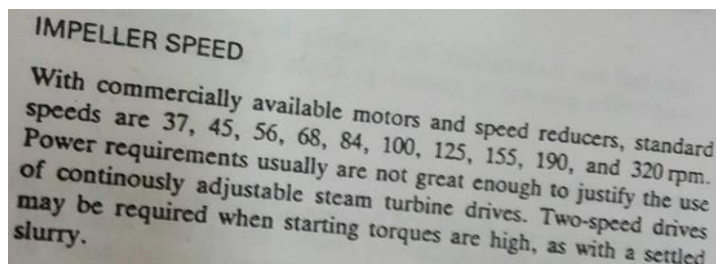
$$\frac{WELH}{2 DI} = \left( \frac{\pi DI N}{600} \right)^2$$

Menjadi

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

N = 141,53 rpm atau 2,3589 rps

Jenis motor : dipilih tipe fixed speed belt (paling ekonomis, mudah dalam pemasangan dan perbaikan) kecepatan standar pengaduk = 155 rpm atau 2,5833 rps.



### 9. Menghitung power pengaduk

Dimana :

$$\rho = 904,376164 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 4,86E+00 \text{ Cp}$$

$$Di = 2,277952 \text{ ft}$$

$$N = 2,5833 \text{ rps}$$

Menggunakan persamaan:

$$Re = \frac{\rho N Di^2}{\mu} \quad RE = 231663,58$$

Dari fig.477 Brown hal 507,1978 Re  $N_p = P_o$

Dimana  $N_p$  yang dipakai yaitu 5,5 atau 330 rpm (fig 8.8, Rase)

Dimana :  $N_p$  : Power number = 5,5  
 $f$  : densitas campuran = 56,4584 kg/m<sup>3</sup>  
 $D_i$  : diameter pengaduk = 0,69432917 m  
 $N_i$  : kecepatan putar pengaduk = 2,5933 rps

$$P_a = N_p \cdot \rho \cdot N_i^3 \cdot D_i^5 \quad P_a = 863,89 \text{ watt atau } 0,8638 \text{ kW atau } 1,1584 \text{ hP}$$

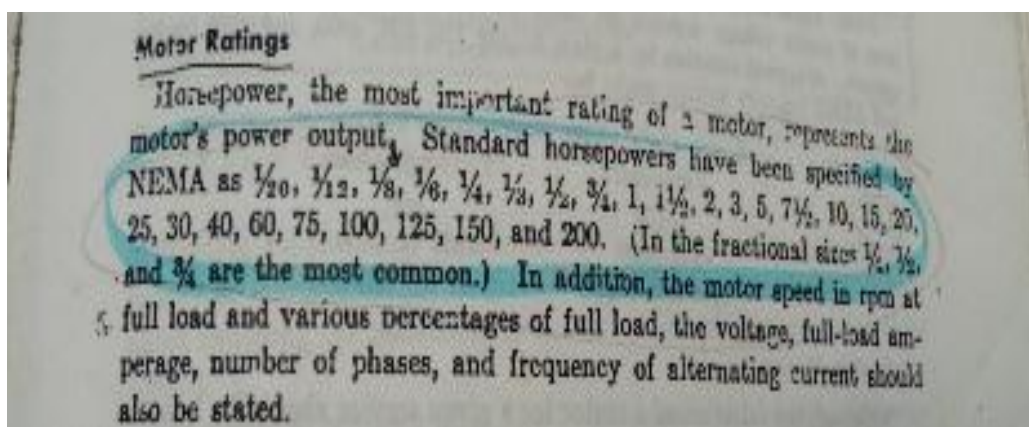
Maka :

Daya motor, efisiensi motor adalah 80% (figur 14.38 peters hal 521)

Sehingga  $P = 1,1584 \text{ hP}/80\%$

$P = 1,448123 \text{ hP}$

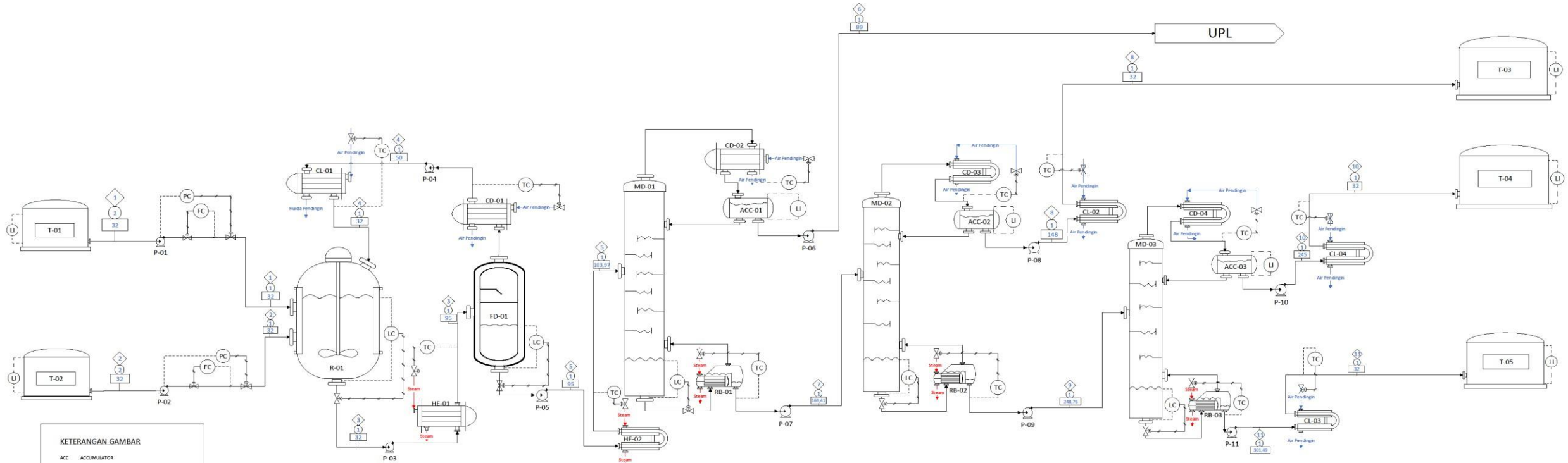
Dipilih power standart  $P = 1 \frac{1}{2}$  (standart NEMA, Rese & Barrow, 1957, p.358)



## **LAMPIRAN B**

# PROCESS ENGINEER FLOW DIAGRAM

## PRA-RANCANGAN PABRIK ISOPROPANOLAMINE DARI AMONIAK DAN PROPILEN OKSIDA DENGAN KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN



### KETERANGAN GAMBAR

- ACC : ACCUMULATOR
- CD : CONDENSOR
- R-01 : REAKTOR
- RB : REBOILER
- SP-01 : SEPARATOR
- P : POMPA
- HE : HEATER
- CL : COOLER
- T-01 : TANGKI PENYIMPANAN LARUTAN AMONIA
- T-02 : TANGKI PENYIMPANAN LARUTAN PROPILEN OKSIDA
- T-03 : TANGKI PRODUK MISOISOPROPANOLAMIN
- T-04 : TANGKI PRODUK DIISOPROPANOLAMIN
- T-05 : TANGKI PRODUK TERISOPROPANOLAMIN
- FC : FLOW CONTROL
- LC : LEVEL CONTROL
- TC : TEMPERATURE CONTROLLER
- PC : PRESSURE CONTROL
- : TERKANAN (bar)
- ◇ : NOMOR ALIR
- : TEMPERATUR (°C)
- : ALIR UTAMA
- : ELECTRIC INSTRUMENT
- : PISUMATIC INSTRUMENT
- : ALIR PERSARAS
- : ALIR PENGINJIN
- ◇ : CONTROL VALVE

Komponen	Laju Alir (kg/jam)										
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11
<b>Amonia (NH<sub>3</sub>)</b>	905.33	-	6108.94	6081.27	27.67	27.67	-	-	-	-	-
<b>Air (H<sub>2</sub>O)</b>	4924.97	-	20959.81	16034.84	4924.97	4924.97	9.84	9.84	-	-	-
<b>Propilen Oksida (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O)</b>	-	4670.51	99.12	96.81	2.31	2.31	-	-	-	-	-
<b>MIPA (C<sub>3</sub>H<sub>9</sub>NO)</b>	-	-	2305.92	397.01	1908.90	15.11	1893.78	1878.81	14.96	14.96	-
<b>DIPA (C<sub>6</sub>H<sub>15</sub>NO<sub>2</sub>)</b>	-	-	3128.02	3.82	3124.19	-	3124.19	5.27	3118.92	3087.77	31.15
<b>TIPA (C<sub>6</sub>H<sub>21</sub>NO<sub>3</sub>)</b>	-	-	512.76	0.003	512.75	-	512.75	-	512.75	20.51	492.24
<b>Total</b>	<b>5830.3</b>	<b>4670.51</b>	<b>33114.57</b>	<b>22613.75</b>	<b>10500.79</b>	<b>4970.06</b>	<b>5525.59</b>	<b>1893.92</b>	<b>3646.63</b>	<b>3123.24</b>	<b>523.39</b>



JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2023

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRA RANCANGAN PABRIK ISOPROPANOLAMINE DARI AMONIAK DAN PROPILEN OKSIDA KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH :  
Wendy Firstian Hadwinson Tanaya  
18521214

DOSEN PEMBIMBING:  
Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng  
Dr. Dyah Reno Sawitri, S.T., M.Eng

## **LAMPIRAN C**



Nama Mahasiswa : Heru Purnomo  
 No. Mahasiswa : 18521191  
 Nama Mahasiswa : Wendy Firstian Hadwinson Tanaya  
 No. Mahasiswa : 18521214  
 Judul Pra Rancangan pabrik : Pabrik Isopropanolamin dari Amonia dan Propilen Oksida dengan Kapasitas 15.000 ton/tahun  
 Mulai Masa Bimbingan : **13 Mei 2022**  
 Batas Akhir Bimbingan : **6 November 2023**

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	30-08-2022	Bimbingan terkait penggantian judul	
2	14-09-2022	Pemilihan judul yang diambil	
3	28-10-2022	Bimbingan Kapasitas	
4	1-11-2022	Bimbingan pemilihan proses	
5	9-11-2022	Bimbingan Spesifikasi bahan berdasarkan MSDS	
6	14-12-2022	Bimbingan neraca massa	
7	22-11-2022	Revisi neraca massa	
8	16-01-2023	Bimbingan revisi neraca massa adanya recyle dan rancangan reaktor RATB	
9	26-01-2023	Bimbingan reaktor dan tangki penyimpanan	
10	14-02-2023	Revisi reaktor RATB	
11	3-03-2023	Bimbingan alat pemisah dan PEFD	
12	6-04-2023	Revisi alat pemisah	
13	7-04-2023	Revisi PEFD	
14	13-04-2023	Revisi tangki penyimpanan	
15	16-05-2023	Bimbingan alat transportasi, alat pemanas, neraca panas, tata letak, utilitas, ekonomi, lanjut naskah	
16	19-05-2023	Bimbingan Naskah	
17	6-06-2023	Bimbingan Perbaikan ekonomi	
18	5-07-2023	Fix Naskah	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta,

Pembimbing,

Dr., Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng