

**PRA-RANCANGAN
PABRIK DIFENILAMIN DARI ANILIN
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Anjas Mulia (1141820008)

Erik Narayana (1142125002)



**Program Studi Teknik Kimia
Institut Teknologi Indonesia
Tangerang Selatan
2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Laporan penulisan ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama 1 : Anjas Mulia

NRP : 1141820008

Tanda tangan :

Nama 1 : Erik Narayana

NRP : 1142125002

Tanda tangan :

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir diajukan oleh:

Nama : **Anjas Mulia/ 1141820008**
Erik Narayana/ 1142125002
Judul : **PRA-RANCANGAN PABRIK DIFENILAMIN**
DARI ANILIN KAPASITAS 100.000
TON/TAHUN

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Ir. Sunaryono, M.T

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Dr. Ir. Wahyudin, S.T, M.Sc, I.P.M

Penguji 2 : Dr. Ir. Sri Handayani, MT, IPM

Penguji 3 : Dr. Ir. Kudrat Sunandar, MT. IPM

Ditetapkan di : Tangerang Selatan

Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia

Dr. Ir. Wahyudin, S.T, M.Sc, I.P.M

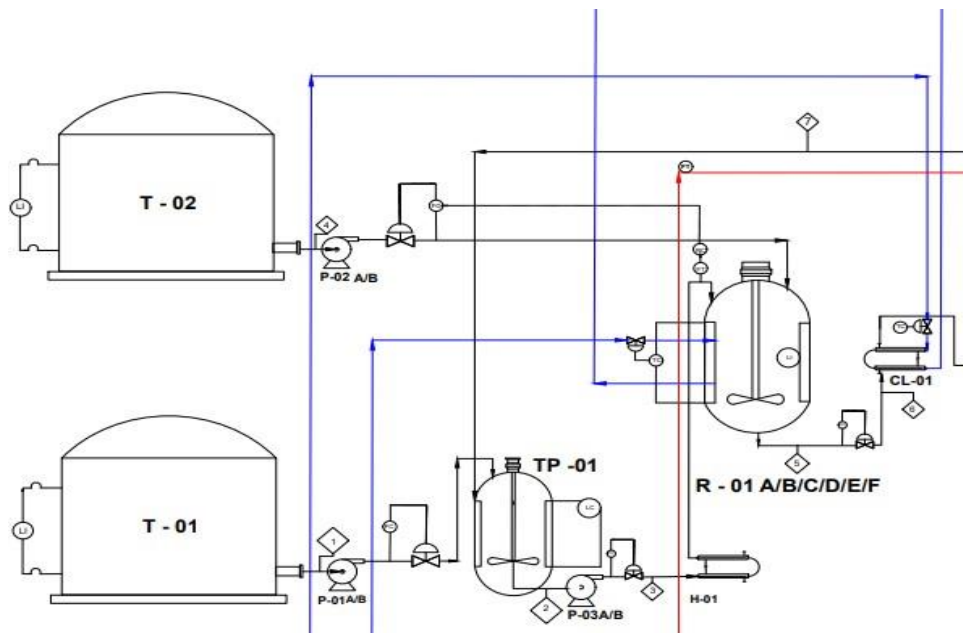
HALAMAN REVISI

A. Sebelum Revisi

Pertanyaan dari penguji II:

Perbaiki design head tangki umpan Anilin dan tangki HCl dari conical head menjadi torispherical head.

B. Hasil Revisi



T 01= Tangki Anilin

T02 = Tangki HCl

Serpong, September 2023

Penguji II

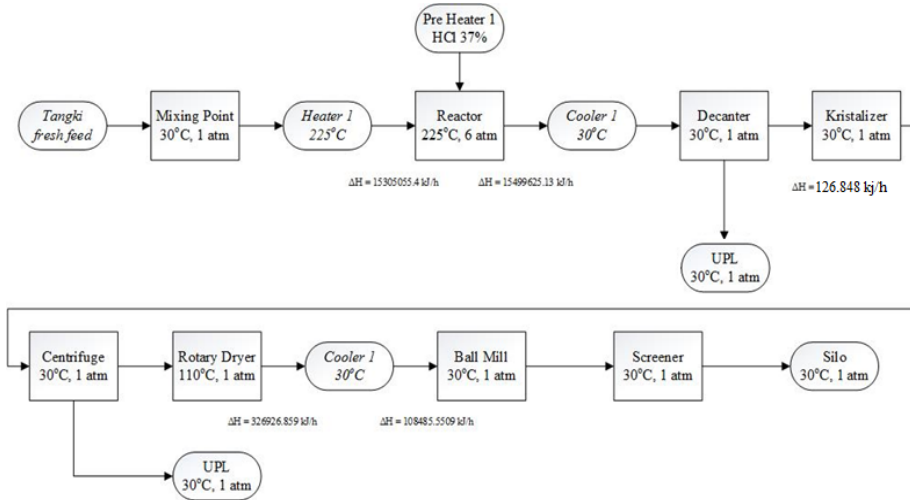
Dr. Ir Sri Handayani, MT, IPM

HALAMAN REVISI

A. Sebelum Revisi

Pertanyaan dari penguji III :

1. Pada Neraca Energi Kuantitatif gambar dan perubahan entalpi di lengkapi .



2. Revisi Cooling Water Cooler (Kebutuhan air utilitas)

$$\text{Massa cooling water} = \frac{Q \text{ Pendingin}}{C_p \text{ pure water } 25^\circ\text{C}} = \frac{191.405 \text{ KJ}}{4,184 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}} = 45.768,9961 \text{ Kg}$$

T1 438,15 K
T2 303,15 K
Treff 258,15 K

Komponen	BM	masuk M1		Cp dT	deltaH kJ/jam	keluar M2		Cp dT	deltaH kJ/jam
		massa (kg)	kmol			massa (kg)	kmol		
C6H5NH2	93,13	10666,8	114,54	185,51	21248,06	10666,8	114,5	6,82E+01	7808,821187
H2O	18	292,9	16,27	79,90	1300,32	292,9	16,3	9,18E+01	1494,787737
HCL	36,5	0,0	0,00			0,0	0,0		
(C6H5)2NH	169	145378,5	860,23	265,94	228766,70	145378,5	860,2	7,97E+01	68542,41622
NH4CL	53,5	511,4	9,56808			511,4	9,6		
NH4OH	35	90,2	2,57657			90,2	2,6		
NH3	17	1256,1	73,8881	77,04	5692,56	1256,1	73,9	-1,68E+02	-12244,32729
					257007,64				65601,69786

Data Kapasitas Panas Liquid (Cp = A + BT + CT ² + DT ³)				
Komponen	A	B	C	D
C6H5NH2	63,2880	9,90E-01	-2,36E-03	2,33E-06
H ₂ O	92,0530	-4,00E-02	-2,11E-04	5,35E-07
HCL	73,9930	-1,29E-01	-7,90E-05	2,64E-06
(C6H5)2NH	72,4470	1,46E+00	-2,96E-03	2,44E-06
NH4CL	-	-	-	-
NH4OH	-	-	-	-
NH3	-182,1570	3,36E+00	-1,44E-02	2,04E-05

Q Supply = 191405,94 kJ/jam
 Q CW (supply) = M cw x cp = 45.768,9961 kg/jam
 m CW = 191405,94 : 4,182

1. Kebutuhan Air Pendingin

a. Reaktor (R-01) = 444,796 kg/jam
 b. Cooler (C-01) = 45.768,996 kg/jam

Jumlah Air Pendingin = 46.213,792 kg/jam

- Air Make up Pendingin = 10% dari Jumlah Air Pendingin
 = 0,10 x 46213,79 kg/jam
 = 4.621,38 kg/jam
 - Total Air Pendingin = 50.835,17 kg/jam

3. Suhu udara keluaran pada rotary dryer tidak menggunakan psychometri chart
4. Ekonomi IRR, MMP dihitung kembali.

Sebelum: IRR = 25%

$$\begin{aligned}
 IRR &= 9\% + \frac{(25\% - 9\%) \times NPV1}{NPV1 - NPV2} \\
 &= 9\% + \frac{16\% \times 5.509.135.010,15}{5.509.135.010,55 - (1.854.651.021,55)} = 9\% + 16\% \\
 &= 25\%
 \end{aligned}$$

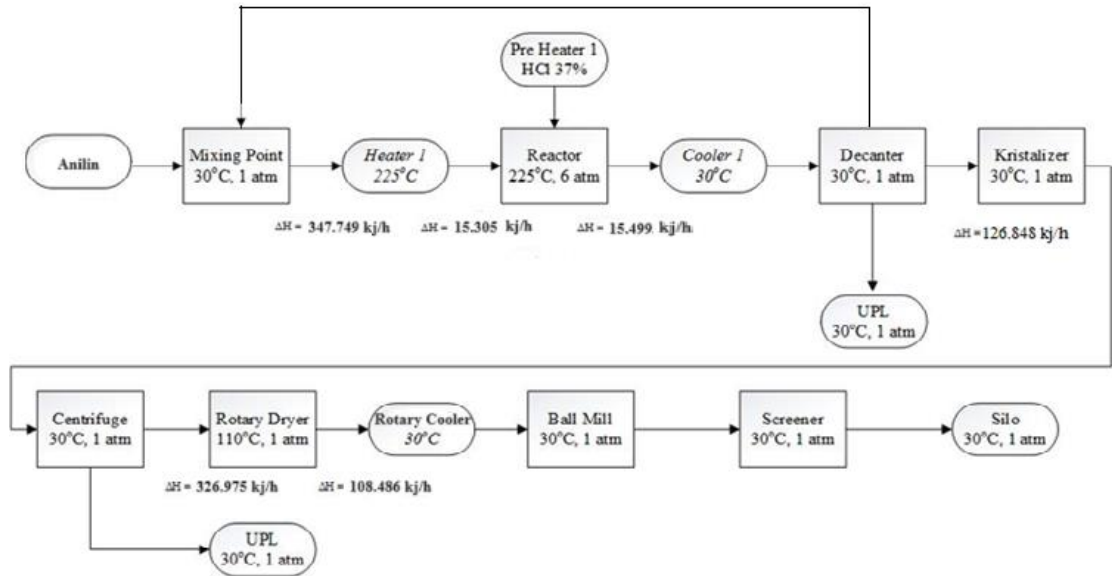
Tahun	Cash Flow (Rp.)	Fd (i)	NPV1	Fd (i)	NPV1
		9,00%		25,00%	
0	\$ (570.525.744,09)	1	\$ (570.525.744,09)	1	\$ (570.525.744,09)
1	\$ 780.930.450,60	0,917431193	\$ 716.449.954,68	0,8	\$ 573.159.963,74
2	\$ 974.776.166,35	0,841679993	\$ 820.449.597,13	0,64	\$ 525.087.742,16
3	\$ 974.867.361,77	0,77218348	\$ 752.776.472,01	0,512	\$ 385.421.553,67
4	\$ 974.958.557,20	0,708425211	\$ 690.685.221,66	0,4096	\$ 282.904.666,79
5	\$ 975.049.752,62	0,649931386	\$ 633.715.437,43	0,32768	\$ 207.655.874,54
6	\$ 975.140.948,05	0,596267327	\$ 581.444.686,42	0,262144	\$ 152.422.235,88
7	\$ 975.232.143,47	0,547034245	\$ 533.485.379,15	0,2097152	\$ 111.879.992,99
8	\$ 975.323.338,90	0,50186628	\$ 489.481.895,57	0,16777216	\$ 82.121.434,90
9	\$ 975.414.534,32	0,46042778	\$ 449.107.948,15	0,134217728	\$ 60.278.248,43
10	\$ 975.505.729,74	0,422410807	\$ 412.064.162,43	0,107374182	\$ 44.245.052,54
			\$ 5.509.135.010,55		\$ 1.854.651.021,55

MPP

Tahun	Cash Flow (\$)	Fd (i)	NPV (\$)	Akumulasi (\$)
		25,00%		
0	-939.078.586,81	1	-939.078.586,81	-939.078.586,81
1	559.798.744,97	0,8	447.838.995,98	-491.239.590,83
2	698.361.534	0,64	446.951.381,96	-44.288.208,88
3	698.452.729,73	0,512	357.607.797,62	313.319.588,75
4	698.543.925,16	0,4096	286.123.591,75	599.443.180,49
5	698.635.120,58	0,32768	228.928.756,31	828.371.936,80
6	698.726.316,01	0,262144	183.166.911,38	1.011.538.848,19
7	698.817.511,43	0,2097152	146.552.654,17	1.158.091.502,36
8	698.908.706,86	0,16777216	117.257.423,39	1.275.348.925,75
9	698.999.902,28	0,13421773	93.818.178,76	1.369.167.104,51
10	699.091.097,71	0,10737418	75.064.334,76	1.444.231.439,27
			1.444.231.439,27	6.524.906.139,60

B. Hasil Revisi

1. Gambar Neraca Energi Kuantitatif dan perubahan entalpi setelah di lengkapi



2. Setelah perbaikan perhitungan kebutuhan air pendingin

$$\text{Massa cooling water} = \frac{Q \text{ Pendingin}}{C_p \text{ water } 30^\circ\text{C}} = \frac{191.405 \text{ KJ}}{377,7064 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}} = 506,7589 \text{ Kg}$$

T1	498,15 K
T2	303,15 K
Treff	298,15 K

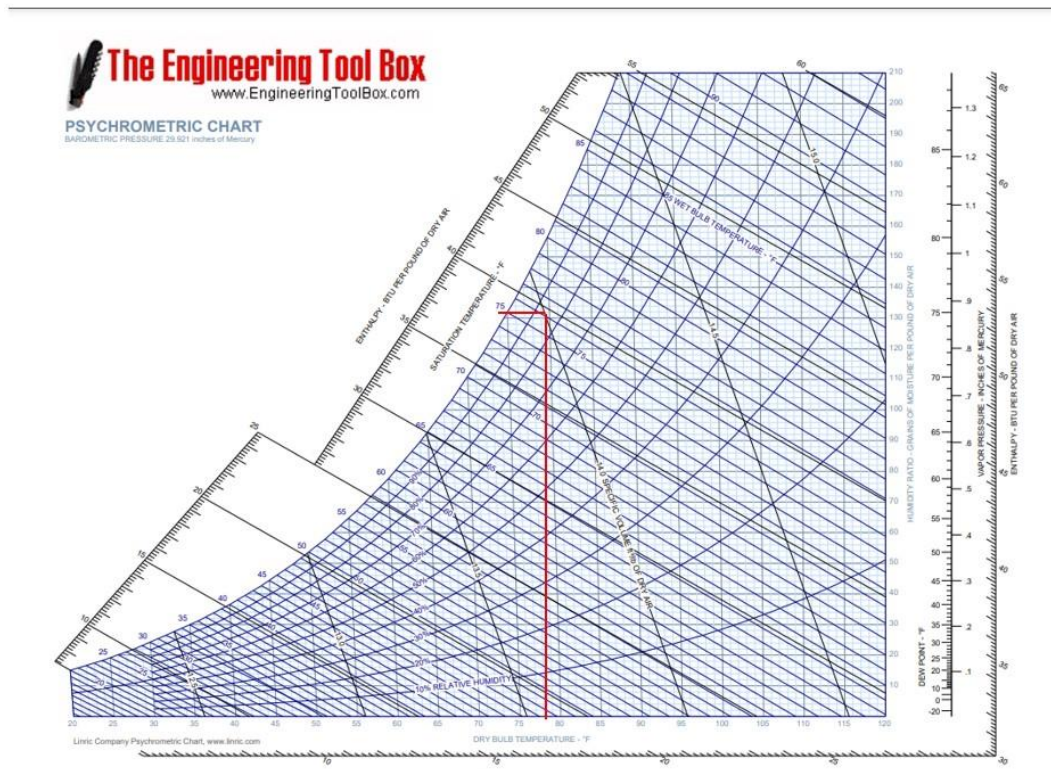
Komponen	BM	masuk M1		Cp dT	deltaH kJ/jam	keluar M2		Cp dT	deltaH kJ/jam
		massa (kg)	kmol			massa (kg)	kmol		
C6H5NH2	93,13	10666,8	114,54	185,51	21248,06	10666,8	114,5	6,82E+01	7808,82187
H2O	18	292,9	16,27	79,90	1300,32	292,9	16,3	9,18E+01	1494,78737
HCL	36,5	0,0	0,00			0,0	0,0		
(C6H5)2NH	169	145378,5	860,23	265,94	228766,70	145378,5	860,2	7,97E+01	68542,41622
NH4CL	53,5	511,4	9,56808			511,4	9,6		
NH4OH	35	90,2	2,57657			90,2	2,6		
NH3	17	1256,1	73,8881	77,04	5692,56	1256,1	73,9	-1,66E+02	-12244,32729
					257007,64				65601,69786

Data Kapasitas Panas Liquid (Cp = A + BT + CT ² + DT ³)				
Komponen	A	B	C	D
C6H5NH2	63,2880	9,90E-01	-2,36E-03	2,33E-06
H ₂ O	92,0530	-4,00E-02	-2,11E-04	5,35E-07
HCL	73,9930	-1,29E-01	-7,90E-05	2,64E-06
(C6H5)2NH	72,4470	1,46E+00	-2,96E-03	2,44E-06
NH4CL	-	-	-	-
NH4OH	-	-	-	-
NH3	-182,1570	3,36E+00	-1,44E-02	2,04E-05

Q Supply =	191405,94	kJ/jam
Q CW (supply)	=	M CW x cp
m CW	=	Q/Cp water 30°C = 506,7589
	=	191405,94 : 377,71

1. Kebutuhan Air Pendingin	
a. Reaktor (R-01)	= 444,796 kg/jam
b. Cooler (C-01)	= 506,759 kg/jam
Jumlah Air Pendingin	= 951,555 kg/jam
- Air Make up Pendingin	= 10% dari Jumlah Air Pendingin
	= 0,10 x 951,55 kg/jam
	= 95,16 kg/jam
- Total Air Pendingin	= 1.046,71 kg/jam

3. Suhu udara keluar pada rotary dryer setelah menggunakan psychrometri chart
 Suhu udara keluar menggunakan psychrometric chart dimana Relative Humidity di lokasi pabrik 83% dan suhu udara masuk 75°C, jadi suhu udara keluar 74°C.



Masuk (Kj)	Utilitas (Kj)	Utilitas (Kj)	Keluar (Kj)
Aliran 10	Aliran 12	Aliran 13	Aliran 14
25,6019			34,3641
12.917,4010		8.563,8029	2,8995
2.832,4890			0,0000
229.767,0374			318.325,7925
	81.384,3298		
245.542,5293	81.384,3298	8.563,8029	318.363,0562
326.926,8591		326.926,8591	

Enthalpi udara dihitung dengan persamaan :

$$H_y = (1,005 + 1,88H) (T - T_o^{\circ}\text{C}) + 2501,4H \quad (\text{Geankoplis, 1997})$$

Enthalpi campuran padat-cair dihitung dengan persamaan :

$$H's = Cps (Ts - T_o) + X.Cpl (Ts - T_o) \quad (\text{Geankoplis, 1997})$$

- Hy : enthalpi udara
 H : kelembaban udara
 T : suhu udara panas
 H's : enthalpi campuran padat-cair
 Cps : kalor spesifik zat panas
 Cpl : kalor spesifik zat cair
 Ts : suhu campuran
 To : suhu dasar
 X : kadar air

$$Hy = (1,005 + 1,88 \cdot 83\%) \cdot (75 - 30) + (2501,4 \cdot 83\%)$$

$$Hy = 2.192 \text{ Kj/Kg}$$

$$H's = 19174 \times 45 + 0,01 \times 8584 \times (75 - 30) = 866,693 \text{ Kj/Kg}$$

$$\text{Massa Udara Kering} = \frac{81.834 \text{ Kj}}{2.192 \text{ Kj/Kg}} = 37,4 \text{ Kg/Jam}$$

4. IRR dan MMP setelah revisi

Tahun	Cash Flow (Rp.)	Fd (ii)	NPV1	Fd (ii)	NPV2
		25,00%		40,00%	
0	\$ (939.078.586,81)	1	\$ (939.078.586,81)	1	\$ (939.078.586,81)
1	\$ 559.798.744,97	0,8	\$ 447.838.995,98	0,714285714	\$ 319.884.997,13
2	\$ 698.361.534,31	0,64	\$ 446.951.381,96	0,510204082	\$ 228.036.419,37
3	\$ 698.452.729,73	0,512	\$ 357.607.797,62	0,364431487	\$ 130.323.541,41
4	\$ 698.543.925,16	0,4096	\$ 286.123.591,75	0,260308205	\$ 74.480.318,55
5	\$ 698.635.120,58	0,32768	\$ 228.928.756,31	0,185934432	\$ 42.565.738,29
6	\$ 698.726.316,01	0,262144	\$ 183.166.911,38	0,132810309	\$ 24.326.454,03
7	\$ 698.817.511,43	0,2097152	\$ 146.552.654,17	0,094864506	\$ 13.902.645,17
8	\$ 698.908.706,86	0,16777216	\$ 117.257.423,39	0,067760362	\$ 7.945.405,40
9	\$ 698.999.902,28	0,134217728	\$ 93.818.178,76	0,048400258	\$ 4.540.824,08
10	\$ 699.091.097,71	0,107374182	\$ 75.064.335,04	0,034571613	\$ 2.595.095,14
			\$ 1.444.231.439,55		\$ (90.477.148,24)

$$\begin{aligned}
 IRR &= 25\% + \frac{(40\% - 25\%) \times NPV1}{NPV1 - NPV2} \\
 &= 25\% + \frac{15\% \times 1.444.231.439,55}{1.444.231.439,55 - (-90.477.148,24)} \\
 &= 25\% + 4,12\% = 29,12\%
 \end{aligned}$$

Tahun	Cash Flow (\$)	Fd (i)	NPV (\$)	Akumulasi (\$)
		25,00%		
0	-939.078.586,81	1	-939.078.586,81	-939.078.586,81
1	559.798.744,97	0,8	447.838.995,98	-491.239.590,83
2	698.361.534	0,64	446.951.381,96	-44.288.208,88
3	698.452.729,73	0,512	357.607.797,62	313.319.588,75
4	698.543.925,16	0,4096	286.123.591,75	599.443.180,49
5	698.635.120,58	0,32768	228.928.756,31	828.371.936,80
6	698.726.316,01	0,262144	183.166.911,38	1.011.538.848,19
7	698.817.511,43	0,2097152	146.552.654,17	1.158.091.502,36
8	698.908.706,86	0,16777216	117.257.423,39	1.275.348.925,75
9	698.999.902,28	0,13421773	93.818.178,76	1.369.167.104,51
10	699.091.097,71	0,10737418	75.064.334,76	1.444.231.439,27
			1.444.231.439,27	6.524.906.139,60

$$MPP = 2 + (3-2) \times \frac{(0 - (-44.288.208,88))}{313.319.588,75 - (-44.288.208,88)} = 2,12 \text{ Tahun}$$

Serpong, September 2023
Penguji 1,

Dr. Ir Kudrat Sunandar, MT, IPM

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Institut Teknologi Indonesia, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : **Anjas Mulia/ 1141820008**
Erik Narayana/ 1142125002
Program Studi : **Teknik Kimia**
Jenis Karya : **Laporan Tugas Akhir**

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Nonexclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : **“PRARANCANGAN PABRIK DIFENILAMIN DARI ANILIN DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN”**, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk angka dan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan laporan saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis /pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Tangerang Selatan
Pada tanggal : September 2023

Yang menyatakan :

Anjas Mulia

Erik Narayana

ABSTRAK

Nama : 1. Anjas Mulia/ 1141820008
2. Erik Narayana/ 1142125002

Nama Pembimbing: Ir. Sunaryono, M.T

Program Studi : Teknik Kimia

Judul : **Pra-Rancangan Pabrik Difenilamin dari Anilin
dengan Kapasitas 100.000 Ton/Tahun**

Difenilamin merupakan produk yang digunakan sebagai bahan *intermediate* yaitu sebagai bahan *anti-ozonant* dalam proses pembuatan karet karena memiliki sifat antioksidan dari turunan anilin. Kegunaan lainnya sebagai stabilisator elastomer, nitroselulosa, nitrogliserin, dan sebagai perantara warna. Pabrik difenilamin dari anilin dengan bantuan katalis asam klorida direncanakan didirikan di Kecamatan Ciwandan, Kota Cilegon, Provinsi Banten. Luas area yang digunakan yaitu 40.000 m² dengan kapasitas produksi 100.000 ton/tahun. Bahan baku berupa anilin diperoleh dari China dan untuk kebutuhan air diperoleh dari PT Krakatau Titra Industri. Pabrik ini beroperasi selama 24 jam dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 266 orang. Pembuatan difenilamin dibutuhkan bahan baku anilin dari tangki sebanyak 17.084 kg/jam dan katalis asam klorida sebanyak 641.81 kg/jam. Proses reaksi dilakukan dengan cara mereaksikan anilin pada kondisi asam dengan bantuan katalis asam klorida. Reaksi berlangsung dalam reaktor batch yang beroperasi pada suhu 225°C dan tekanan 6 atm dengan konversi 60%. Produk reaktor kemudian dimurnikan dan diperoleh difenilamin 83.6% dari hasil bawah alat centrifuge dan hasil atas alat centrifuge berupa anilin dan air dikembalikan ke tangki pencampur sebagai recycle. Utilitas yang dibutuhkan meliputi kebutuhan air sebesar 79.574 kg/jam, kebutuhan steam sebesar 2.782,071 kg/jam, kebutuhan listrik sebesar 11.075 kW, kebutuhan bahan bakar berupa residual fuel oil sebesar 1811 L/jam. Ditinjau dari kondisi operasi, jenis bahan baku dan produk, maka pabrik ini tergolong pabrik berisiko tinggi (*high risk*). Berdasarkan hasil perhitungan evaluasi ekonomi pabrik ini cukup layak dipertimbangkan untuk didirikan. Dari hasil perhitungan evaluasi ekonomi didapatkan *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 19.2% dan setelah pajak sebesar 14.4%. *Pay out time* (POT) sebelum pajak sebesar 25.16 tahun dan sesudah pajak sebesar 15.44 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 30.6% dari kapasitas perancangan, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 30,34% dari kapasitas perancangan dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 24.42%. Ditinjau dari hasil perhitungan secara teknis maupun hasil evaluasi ekonomi maka prarancangan pabrik difenilamin dari anilin ini cukup layak untuk dipertimbangkan dan dilanjutkan ke tahap berikutnya.

Kata kunci: difenilamin, anilin, asam klorida, reaktor *batch*

ABSTRACT

Name : 1. Anjas Mulia/ 1141820008
2. Erik Narayana/ 1142125002

Thesis Advisor : 1. Ir. Sunaryono, M.T

Department : *Chemical Engineering*

Title : *Pre-Design of Diphenylamine Plant from Aniline
with a capacity of 100,000 tons/year*

Diphenylamine is a product used as an intermediate material, namely as an anti-ozonant ingredient in the rubber manufacturing process because it has antioxidant properties from aniline derivatives. Other uses are as stabilizers of elastomers, nitrocellulose, nitroglycerin, and as color intermediates. A diphenylamine plant from aniline with the help of hydrochloric acid catalyst is planned to be established in Ciwandan District, Cilegon City, Banten Province. The area used is 40,000 m² with a production capacity of 100,000 tons / year. Raw materials in the form of aniline are obtained from China and for water needs obtained from PT Krakatau Titra Industri. This factory operates for 24 hours with the required workforce of 266 people. Making diphenylamine requires aniline raw materials from tanks as much as 17,084 kg / hour and hydrochloric acid catalysts as much as 641.81 kg / hour. The reaction process is carried out by reacting aniline in acidic conditions with the help of hydrochloric acid catalyst. The reaction takes place in a batch reactor operating at 225°C and 6 atm pressure with 60% conversion. The reactor product is then purified and obtained diphenylamine 83.6% from the bottom result of the centrifuge device and the top result of the centrifuge device in the form of aniline and water is returned to the mixing tank as recycle. The utilities needed include water needs of 79,574 kg / hour, steam needs of 2,782,071 kg / hour, electricity needs of 11,075 kW, fuel needs in the form of residual fuel oil of 1811 L / hour. Judging from the operating conditions, types of raw materials and products, this factory is classified as a high risk factory. Based on the results of economic evaluation calculations, this plant is quite worthy of consideration for establishment. From the calculation of economic evaluation, Return On Investment (ROI) before tax is 19.2% and after tax is 14.4%. Pay out time (POT) before tax is 25.16 years and after tax is 15.44 years. Break Even Point (BEP) amounted to 30.6% of design capacity, Shut Down Point (SDP) amounted to 30.34% of design capacity and Discounted Cash Flow (DCF) amounted to 24.42%. Judging from the results of technical calculations and the results of economic evaluation, the predesign of the diphenylamine plant from aniline is quite feasible to be considered and continued to the next stage.

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

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pra-Rancangan Difenilamin dari Anilin dengan Kapasitas 100.000 ton/tahun”. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada jenjang Strata 1 dalam Program Studi Teknik Kimia di Institut Teknologi Indonesia.

Dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini, penyusun mendapatkan dukungan dan bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan yang berbahagia ini kami ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Sunaryono, M.T, selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan selama penyusunan tugas akhir.
2. Bapak Dr. Ir. Wahyudin, S.T, M.T, IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia yang telah membantu kami dalam segala urusan tugas akhir.
3. Bapak Dr.Ir. Kudrat Sunandar, MT, IPM selaku Kordinator Tugas Akhir
4. Bapak Agam Duma Kalista Wibowo, S.T, M.T dan Ibu Dr. Ir. Joelianingsing, M.T, selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing kami selama berkuliah di Institut Teknologi Indonesia.
5. Staf dan Karyawan Program Studi Teknik Kimia di Institut Teknologi Indonesia yang telah melayani berbagai keperluan kami selama berkuliah di Institut Teknologi Indonesia.
6. Orang tua dan keluarga kami yang selalu memberi dukungan moril, motivasi, serta doa selama penyusunan Tugas Akhir.
7. Seluruh teman seperjuangan Teknik Kimia 2018 di kampus Institut Teknologi Indonesia yang turut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung selama perkuliahan dari awal sampai saat ini.
8. Serta pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu, kami ucapkan terimakasih atas segala bantuan dan doa yang telah diberikan.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu dengan segala kerendahan hati kami menerima kritik dan saran yang dapat membuat tugas akhir ini menjadi lebih baik. Akhir kata, kami berharap Tugas Akhir yang berjudul “*Pra-Rancangan Pabrik Difenilamin dari Anilin Kapasitas 100.000 ton/tahun*” ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Tangerang Selatan,

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

COVER	
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN REVISI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xi
ABSTRAK.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Data Analisis Pasar.....	2
1.2.1 Data Produksi.....	2
1.2.2 Data Konsumsi.....	3
1.2.3 Data Impor.....	3
1.2.4 Data Ekspor.....	4
1.3 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	4
1.4 Penentuan Lokasi.....	5
1.4.1 Faktor Primer Pemilihan Lokasi Pabrik.....	6
1.4.2 Faktor Sekunder Pemilihan Lokasi Pabrik.....	7
BAB II TEKNOLOGI PROSES.....	9
2.1 Teknologi yang Tersedia.....	9
2.2 Kesimpulan Seleksi Proses.....	11
2.2.1 Efisiensi Produk.....	10
2.2.2 Keamanan Teknologi.....	11
BAB III RANCANGAN PROSES	14
3.1 Uraian Proses.....	14
3.1.1 Deskripsi Proses	14

3.1.2 Diagram Alir Proses.....	16
3.1.3 Diagram Kuantitatif Massa.....	17
3.1.4 Diagram Kuantitatif Neraca Energi.....	18
3.1.5 Sistem Pengendalian Utama.....	19
3.1.5.1 Reaktor Difenilamin.....	19
3.1.6 Kebutuhan Utilitas.....	20
3.1.6.1 Unit Penyedia Steam.....	21
3.1.6.2 Unit Penyedia Air.....	22
3.1.6.3 Unit Penyedia Bahan Bakar.....	22
3.1.6.4 Unit Penyedia Tenaga Listrik.....	23
3.1.7 Pengolahan Air Limbah.....	25
3.1.7.1 Pengolahan Air	25
3.1.7.2 Pengolahan Limbah.....	27
3.2 Tata Letak Alat.....	28
3.3 Tata Letak Pabrik.....	31
BAB IV SPESIFIKASI ALAT.....	35
4.1 Peralatan Proses.....	35
4.1.1 Tempat Penyimpanan.....	35
4.1.2 Alat Penukar Panas.....	39
4.1.3 Alat Utama.....	41
4.1.4 Alat Transportasi.....	52
4.2 Peralatan Utilitas.....	57
BAB V ASPEK KESEHATAN KERJA DAN KESELAMATAN	
LINGKUNGAN.....	76
5.1 Deskripsi Singkat.....	76
5.2 Pertimbangan Aspek Keselamatan Pabrik.....	77
5.3 Pertimbangan Aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	82
5.4 Pertimbangan Aspek Lingkungan Pabrik.....	84
BAB VI ANALISIS KELAYAKAN PABRIK.....	86
6.1 Manajemen Perusahaan.....	86
6.1.1 Diagram Organisasi.....	88
6.1.2 Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab.....	90

6.1.3 Penjadwalan dan Penggiliran Tugas.....	98
6.2 Kelayakan Ekonomi.....	99
6.2.1 Asumsi dan Parameter.....	100
6.2.2 <i>Fixed Capital</i>	100
6.2.3 <i>Working Capital</i>	101
6.2.4 Biaya Produksi.....	101
6.2.5 <i>General Expenses</i>	102
6.2.6 Penjualan dan Keuntungan.....	102
6.2.7 <i>Break Even Point</i>	102
6.2.8 Analisis Ekonomi.....	103
6.2.9 <i>Reverse of Investment</i>	104
6.2.10 <i>MPP atau Minimum Payback Period</i>	105
6.2.10 <i>Internal Rate of Return</i>	105
DAFTAR PUSTAKA.....	107
Lampiran 1 SUMBER DATA.....	110
Lampiran 2 NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI.....	122
Lampiran 3 SPESIFIKASI ALAT.....	131
Lampiran 4 UTILITAS.....	289
Lampiran 5 ANALISIS EKONOMI.....	405

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Produksi Difenilamin.....	2
Tabel 1.2 Data Konsumsi Difenilamin di Indonesia.....	3
Tabel 1.3 Proyeksi Jumlah Difenilamin di Indonesia.....	3
Tabel 1.4 Data Impor Difenilamin ke Indonesia.....	4
Tabel 1.5 Penentuan Kapasitas Pabrik Difenilamin.....	4
Tabel 1.6 Kapasitas Ekonomi Pabrik Difenilamin di Dunia.....	5
Tabel 2.1 Kesimpulan Seleksi Proses.....	11
Tabel 3.1 Kebutuhan Steam pada Peralatan	21
Tabel 3.2 Kebutuhan Air Pendingin.....	22
Tabel 3.3 Kebutuhan Air Sanitasi.....	22
Tabel 3.4 Kebutuhan Solar untuk Bahan Bakar.....	23
Tabel 5.1 Identifikasi <i>Hazard</i> Bahan Kimia yang Digunakan pada Proses.....	77
Tabel 5.2 Identifikasi <i>Hazard</i> pada Peralatan Proses.....	79
Tabel 5.3 Identifikasi <i>Hazard</i> pada Tata Letak dan Lokasi Proses.....	80
Tabel 5.4 Identifikasi Potensi Paparan Kimia dan Fisis.....	82
Tabel 5.5 Identifikasi <i>Hazard</i> Emisi Gas dan Limbah Cair yang Dihasilkan..	84
Tabel 6.1 Perincian Gaji Karyawan.....	97
Tabel 6.2 Jadwal Penggiliran Grup.....	99
Tabel 6.3 Asumsi Perancangan Pabrik.....	100
Tabel 6.4 Modal Tetap.....	100
Tabel 6.5 Modal Kerja.....	101
Tabel 6.6 Biaya Produksi.....	101
Tabel 6.7 Pengeluaran Umum.....	102
Tabel 6.8 Penjualan dan Keuntungan.....	102
Tabel 6.9 Data Hitung BEP.....	102
Tabel 6.10 Data NPV.....	105
Tabel 6.11 Data IRR.....	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta dan Lokasi Pra Rancangan Pabrik Difenilamin.....	6
Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Produksi Difenilamin.....	16
Gambar 3.2 Diagram Kuantitatif Neraca Massa Difenilamin.....	17
Gambar 3.3 Diagram Kuantitatif Neraca Energi Difenilamin.....	18
Gambar 3.4 Diagram Kontrol Reaktor Difenilamin.....	19
Gambar 3.5 Tata Letak Alat.....	29
Gambar 3.6 Tata Letak <i>Utilitas</i>	30
Gambar 3.7 <i>Layout</i> Pabrik Difenilamin.....	34
Gambar 4.1 <i>Storage</i> Anilin.....	35
Gambar 4.2 <i>Storage</i> Katalis.....	36
Gambar 4.3 <i>Storage</i> Unit Pengolahan Limbah.....	37
Gambar 4.4 <i>Storage</i> Produk.....	38
Gambar 4.5 <i>Preheater</i> Anilin.....	39
Gambar 4.6 <i>Cooler</i> 1.....	40
Gambar 4.7 Tangki Pencampur.....	41
Gambar 4.8 Reaktor Difenilamin.....	42
Gambar 4.9 Dekanter.....	47
Gambar 4.10 Kristalizer.....	48
Gambar 4.11 <i>Centrifuge</i>	48
Gambar 4.12 <i>Rotary Dryer</i>	49
Gambar 4.13 <i>Rotary Cooler</i>	50
Gambar 4.14 <i>Ball Mill</i>	51
Gambar 4.15 <i>Screener</i>	51
Gambar 4.16 <i>Screw Conveyor</i>	52
Gambar 4.17 <i>Bucket Elevator</i>	53
Gambar 4.18 Pompa <i>Fresh Feed</i>	53
Gambar 4.19 Pompa <i>Feed</i>	54
Gambar 4.20 Pompa Katalis.....	55
Gambar 4.21 Pompa Dekanter.....	55
Gambar 4.22 Pompa <i>Recycle</i>	56

Gambar 4.23 Bak Penampung 1.....	57
Gambar 4.24 <i>Vessel Filter</i>	57
Gambar 4.25 Tangki Equalizer.....	58
Gambar 4.26 Tangki <i>Clarifier</i>	59
Gambar 4.27 <i>Sand Filter</i>	59
Gambar 4.28 Kation <i>Exchanger</i>	60
Gambar 4.29 Anion <i>Exchanger</i>	61
Gambar 4.30 Tangki Sanitasi.....	61
Gambar 4.31 Tangki Air Pendingin.....	62
Gambar 4.32 Deaerator.....	63
Gambar 4.33 Tangki Air Umpan Boiler.....	63
Gambar 4.34 Boiler.....	64
Gambar 4.35 <i>Cooling Tower</i>	65
Gambar 4.36 Pompa Utilitas 1.....	65
Gambar 4.37 Pompa Utilitas 2.....	66
Gambar 4.38 Pompa Utilitas 3.....	67
Gambar 4.39 Pompa Utilitas 4.....	68
Gambar 4.40 Pompa Utilitas 5.....	69
Gambar 4.41 Pompa Utilitas 6.....	70
Gambar 4.42 Pompa Utilitas 7.....	71
Gambar 4.43 Pompa Utilitas 8.....	72
Gambar 4.44 Pompa Utilitas 9.....	73
Gambar 4.45 Pompa Utilitas 10.....	74
Gambar 4.46 Pompa Utilitas 11.....	75
Gambar 6.1 Struktur Organisasi Pra Perancangan Pabrik Difenilamin.....	90
Gambar 6.2 Grafik BEP.....	103