

II. DESKRIPSI PROSES

Diphenylamine mempunyai bentuk padatan berwarna putih dan mudah larut dalam aseton, etil alkohol, methanol, dan eter. *Diphenylamine* mempunyai rumus molekul $(C_6H_5)_2NH$ dan mempunyai nama lain *N-Phenylbenzene Amine*.

Diphenylamine pertama kali ditemukan oleh Hofman pada tahun 1863 dengan destilasi destruktif dari *triphenilmetane* (Kirk& Othmer, 4thed).

2.1. Proses-Proses Reaksi Pembuatan *Diphenylamine*

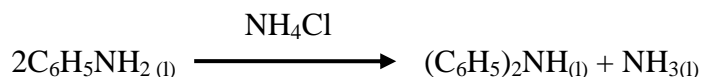
Proses-proses untuk membuat *diphenylamine* adalah sebagai berikut:

2.1.1. Kondensasi Katalitik Anilin

Sebuah proses untuk pembuatan *diphenylamine* yang terdiri dari kondensasi anilin dengan adanya katalis dipilih dari kelompok yang terdiri dari hydrogen chloride, amonium klorida, dan anilin hidroklorida pada suhu di kisaran 380-425° C dan pada tekanan yang cukup untuk mempertahankan anilin dalam fase cair (sekitar 550 p.s.i.g.). Pada waktu retensi sekitar 15 menit, rasio katalis tinggi (katalis yang digunakan adalah amonium klorida), dan suhu tinggi (sekitar 415-425°C), konversi sekitar 17% pada yield 85% akan

diperoleh. Proses reaksi terjadi di dalam sebuah *autoclave* (*United States Patent. 2,820,829*).

Persamaan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

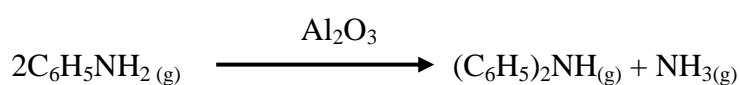


Semua katalis sampai sekarang yang digunakan untuk memproduksi *diphenylamine* sangat korosif terhadap peralatan yang terbuat dari logam besi, termasuk stainless steel . Katalis ini mencakup senyawa seperti HCl, NH₄Cl, NH₄Br, FeCl₃, ZnCl₂, dan AlCl₃ . Selain itu, efek katalis di atas adalah reaksi samping yang cukup besar yang dibuktikan dengan jumlah pembentukan tar yang relatif besar dan katalis yang sudah digunakan sulit untuk *direcovery* (*United States Patent. 3,071,619*).

2.1.2. Konversi Fase Uap Anilin.

Konversi fase uap anilin ke diphenylamine melalui katalis padat telah dipelajari secara ekstensif. Pada umumnya, katalis yang digunakan adalah aluminium oksida murni atau titanium oksida, disiapkan dalam kondisi khusus. Promotor, seperti kromit tembaga, nikel klorida, asam phosphoric, dan amonium fluorida, juga direkomendasikan. Suhu reaksi biasanya 400-500 °C.

Persamaan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

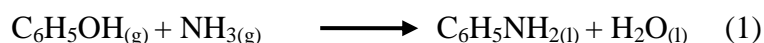


Kokas yang terbentuk pada katalis dihilangkan biasanya dengan dibakar. Konversi sebesar 35% dan yield 95% telah dilaporkan (Kirk Orthmer, 4thed).

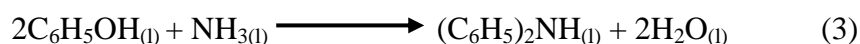
2.1.3. Mereaksikan Fenol dan Amonia

Fenol dan amonia bereaksi dengan cepat membentuk anilin in situ, dimana disirkulasikan secara keseluruhan pada sistem, mengkontakan dan mereaksikan secara katalitik dengan fenol atau, dengan sebagian anilin yang sudah ada, untuk membentuk *diphenylamine* secara kinetik dengan reaksi yang lebih lambat. Dengan memvariasikan rasio dan banyaknya umpan fenol dan amonia, bersamaan dengan sejumlah anilin, fenol, dan/atau amonia yang direcycle, rasio produk akhir dari DPA/anilin dapat diperoleh hanya dari fenol-amonia sebagai umpan masukan dan menggunakan sebuah sistem reaktor *single*.

Persamaan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Persamaan reaksi menjadi:



Katalis yang digunakan adalah katalis padat alumina gel. Konversi phenol sebesar 95-98% dan selektivitas *diphenylamine* sebesar 93% (*United States Patent*. 4,480,127).

2.2. Tinjauan Termodinamika

2.2.1. Panas Pembentukan Standar (ΔH_f°)

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (endotermis/eksotermis) dan reaksi berlangsung secara spontan atau tidak. Penentuan sifat reaksi eksotermis atau endotermis dapat ditentukan dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 298,15 \text{ K}$. Pada proses pembentukan diphenylamine terjadi reaksi sebagai berikut:

- Reaksi 1:



Harga ΔH_f° masing-masing komponen pada suhu $298,15 \text{ K}$ dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1. Harga ΔH_f° Masing-masing Komponen

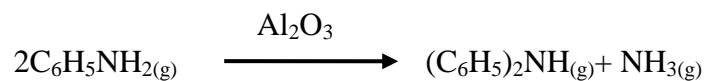
Komponen	Harga ΔH_f° (kJ/mol)
$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	86,86
$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$	202
NH_3	-45,90

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned} \Delta H_f^\circ 298,15\text{K} &= \Delta H_f^\circ \text{produk} - \Delta H_f^\circ \text{reaktan} \\ &= (\Delta H_f^\circ (\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH} + \Delta H_f^\circ \text{NH}_3) - \Delta H_f^\circ \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \\ &= [202 + (-45,90)] - [2 \times 86,86] \\ &= -17,62 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Karena harga $\Delta H_f^\circ 298,15\text{K}$ negatif, maka reaksi bersifat eksotermis.

- Reaksi 2:



Harga ΔH°_f masing-masing komponen pada suhu 298,15 K dapat dilihat pada Tabel 2.2.sebagai berikut:

Tabel 2.2. Harga ΔH°_f Masing-masing Komponen

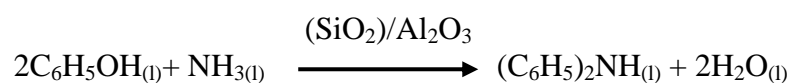
Komponen	Harga ΔH°_f (kJ/mol)
$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	86,86
$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$	202
NH_3	-45,90

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_{f\ 298.15\text{K}} &= \Delta H^\circ_{f\ \text{produk}} - \Delta H^\circ_{f\ \text{reaktan}} \\ &= (\Delta H^\circ_{f\ (\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}} + \Delta H^\circ_{f\ \text{NH}_3}) - \Delta H^\circ_{f\ \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2} \\ &= [202 + (-45,90)] - [2 \times 86,86] \\ &= - 17,62 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Karena harga $\Delta H^\circ_{f\ 298.15\text{K}}$ negatif, maka reaksi bersifat eksotermis.

- Reaksi 3:



Harga ΔH°_f masing-masing komponen pada suhu 298,15 K dapat dilihat pada Tabel 2.3.sebagai berikut:

Tabel 2.3. Harga ΔH_f° Masing-masing Komponen

Komponen	Harga ΔH_f° (kJ/mol)
C ₆ H ₅ OH	-96,36
NH ₃	-45,90
(C ₆ H ₅) ₂ NH	202
H ₂ O	-241,80

(Yaws, 1999)

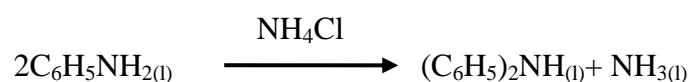
$$\begin{aligned}
 \Delta H_{f, 298.15K}^\circ &= \Delta H_{f, \text{produk}}^\circ - \Delta H_{f, \text{reaktan}}^\circ \\
 &= (\Delta H_{f, (C_6H_5)_2NH}^\circ + \Delta H_{f, H_2O}^\circ) - (\Delta H_{f, C_6H_5OH}^\circ + \Delta H_{f, NH_3}^\circ) \\
 &= [202 + (2 \times (-241,80))] - [(2 \times (-96,36)) + (-45,90)] \\
 &= -42,98 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Karena harga $\Delta H_{f, 298.15K}^\circ$ negatif, maka reaksi bersifat eksotermis.

2.2.2. Energi Bebas Gibbs (ΔG°_f)

Perhitungan energi bebas gibbs (ΔG) digunakan untuk meramalkan arah reaksi kimia cenderung spontan atau tidak. ΔG° bernilai positif (+) menunjukkan bahwa reaksi tersebut tidak dapat berlangsung secara spontan, sehingga dibutuhkan energi tambahan dari luar yang cukup besar. Sedangkan ΔG° bernilai negatif (-) menunjukkan bahwa reaksi tersebut dapat berlangsung secara spontan dan hanya sedikit membutuhkan energi.

- Reaksi 1:



Harga ΔG°_f masing-masing komponen pada suhu 298,15 K dapat dilihat pada Tabel 2.4 sebagai berikut:

Tabel 2.4. Harga ΔG°_f Masing-masing Komponen

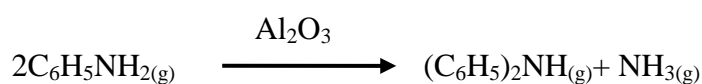
Komponen	Harga ΔG°_f (kJ/mol)
$C_6H_5NH_2$	166,69
$(C_6H_5)_2NH$	345
NH_3	-16,40

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned}
 \Delta G^\circ_{f\ 298.15K} &= \Delta G^\circ_{f\ \text{produk}} - \Delta G^\circ_{f\ \text{reaktan}} \\
 &= (\Delta G^\circ_{f\ (C_6H_5)_2NH} + \Delta G^\circ_{f\ NH_3}) - \Delta G^\circ_{f\ C_6H_5NH_2} \\
 &= [345 + (-16,40)] - [2 \times 166,69] \\
 &= -4,78\ \text{kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Karena harga $\Delta G^\circ_{f\ 298.15K}$ negatif, maka reaksi berlangsung secara spontan.

- Reaksi 2:



Harga ΔG°_f masing-masing komponen pada suhu 298,15 K dapat dilihat pada Tabel 2.5 sebagai berikut :

Tabel 2.5. Harga ΔG°_f Masing-masing Komponen

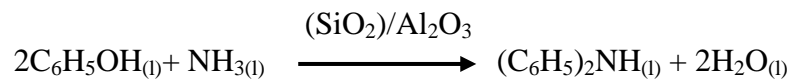
Komponen	Harga ΔG°_f (kJ/mol)
$C_6H_5NH_2$	166,69
$(C_6H_5)_2NH$	345
NH_3	-16,40

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned}
 \Delta G^{\circ}_{f298.15K} &= \Delta G^{\circ}_{f \text{ produk}} - \Delta G^{\circ}_{f \text{ reaktan}} \\
 &= (\Delta G^{\circ}_{f (C_6H_5)_2NH} + \Delta G^{\circ}_{f NH_3}) - \Delta G^{\circ}_{f C_6H_5NH_2} \\
 &= [345 + (-16,40)] - [2 \times 166,69] \\
 &= -4,78 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Karena harga $\Delta G^{\circ}_{f298.15K}$ negatif, maka reaksi berlangsung secara spontan.

- Reaksi 3:



Harga ΔG°_f masing-masing komponen pada suhu 298,15 K dapat dilihat pada Tabel 2.6. sebagai berikut :

Tabel 2.6. Harga ΔG°_f Masing-masing Komponen

Komponen	Harga ΔG°_f (kJ/mol)
C_6H_5OH	-32,89
NH_3	-16,40
$(C_6H_5)_2NH$	345
H_2O	-228,60

(Yaws, 1999)

$$\begin{aligned}
 \Delta G^{\circ}_{f298.15K} &= \Delta G^{\circ}_{f \text{ produk}} - \Delta G^{\circ}_{f \text{ reaktan}} \\
 &= (\Delta G^{\circ}_{f (C_6H_5)_2NH} + \Delta G^{\circ}_{f H_2O}) - (\Delta G^{\circ}_{f C_6H_5OH} + \Delta G^{\circ}_{f NH_3}) \\
 &= [345 + (2 \times (-228,60))] - [(2 \times (-32,89)) + (-16,40)] \\
 &= -30,02 \text{ kJ/mol}
 \end{aligned}$$

Karena harga $\Delta G^{\circ}_{f298.15K}$ negatif, maka reaksi berlangsung secara spontan.

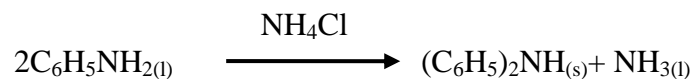
2.3. Tinjauan Ekonomi

Tinjauan ekonomi ditujukan untuk melihat keuntungan yang diperoleh dari setiap reaksi yang ada untuk memproduksi *diphenylamine*

Tabel 2.7. Harga bahan baku dan produk

Bahan	Harga dalam \$/ton	Harga dalam Rp/ton
$C_6H_5NH_{2(l)}$ (Anilin)	1.100	17.044.500,00
$C_6H_5OH_{(l)}$ (Fenol)	1.370	15.567.310,00
$NH_{3(l)}$ (Amonia)	386	4.728.873,00
$(C_6H_5)_2NH_{(s)}$ (<i>Diphenylamine</i>)	2.800	23.862.300,00
$NH_4Cl_{(l)}$ (Ammonium klorida)	180	2.045.340,00
$Al_2O_{3(s)}$ (Alumunium oksida)	700	9.090.400,00

- Reaksi 1:



Konversi 17% dan yield 85%

Kapasitas DPA = 60.000 ton/tahun = 60.000.000 kg/tahun

$$\text{Mol DPA} = \frac{\text{massaDPA}}{BMDPA} = \frac{60.000.000 \text{ kg}}{169 \text{ kg/kmol}} = 354.547,07 \text{ kmol}$$

Mol amonia = mol DPA = 354.547,07 kmol

$$\begin{aligned} \text{Massa amonia} &= \text{mol amonia} \times \text{BM amonia} \\ &= 354.547,07 \text{ kmol} \times 17,03 \text{ kg/kmol} = 6.037.940 \text{ kg} \\ &= 6.037,94 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Yield DPA} = \frac{\text{mol DPA yang dihasilkan}}{\text{mol anilin yang masuk ke reaktor}} \times \text{faktor stoikiometri}$$

$$\text{Mol anilin yang masuk reaktor} = \frac{\text{mol DPA yang dihasilkan}}{\text{yield}} \times \text{faktor}$$

$$\text{stoikiometri} = \frac{354.547,07}{85\%} \times 2$$

$$= 834.228,39 \text{ kmol}$$

$$\text{Konversi anilin} = \frac{\text{mol anilin yang bereaksi}}{\text{mol anilin yang masuk ke reaktor}}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol anilin yang bereaksi} &= \text{konversi anilin} \times \text{mol anilin yang masuk ke} \\ &\text{reaktor} = 17\% \times 834.228,39 \\ &= 141.818,83 \text{ kmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol anilin yang tidak bereaksi} &= \text{mol anilin masuk} - \text{mol anilin bereaksi} \\ &= 692.409,56 \text{ kmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa anilin yang dibutuhkan} &= 834.228,39 \text{ kmol} \times 93,129 \text{ kg/kmol} \\ &= 77.690.855,81 \text{ kg} = 77.690,86 \text{ ton} \end{aligned}$$

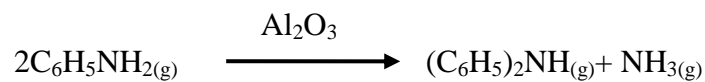
$$\begin{aligned} \text{Harga anilin yang dibutuhkan} &= 77.690,86 \text{ ton} \times \text{Rp } 17.044.500,00/\text{ton} \\ &= \text{Rp } 1.324.201.791.923,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga DPA yang dihasilkan} &= 60.000 \text{ ton} \times \text{Rp } 23.862.300,00/\text{ton} \\ &= \text{Rp } 1.431.738.000.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga amonia yang dihasilkan} &= 6.037,94 \text{ ton} \times \text{Rp } 4.728.873,00/\text{ton} \\ &= \text{Rp } 28.552.636.088,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Untung} &= \text{harga produk} - \text{harga reaktan} \\
 &= (\text{harga DPA} + \text{harga amonia}) - \text{harga anilin yang dibutuhkan} \\
 &= \text{Rp } 136.088.844.165,00/\text{tahun} \approx \text{Rp } 136.088.844.200,00/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

- Reaksi 2:



Konversi 35% dan yield 95%

Kapasitas DPA = 60.000 ton/tahun = 60.000.000 kg/tahun

$$\text{Mol DPA} = \frac{\text{massa DPA}}{\text{BM DPA}} = \frac{60.000.000 \text{ kg}}{169 \text{ kg/kmol}} = 354.547,07 \text{ kmol}$$

Mol amonia = mol DPA = 354.547,07 kmol

Massa amonia = mol amonia x BM amonia

$$= 354.547,07 \text{ kmol} \times 17,03 \text{ kg/kmol} = 6.037.940 \text{ kg}$$

$$= 6.037,94 \text{ ton}$$

$$\text{Yield DPA} = \frac{\text{mol DPA yang dihasilkan}}{\text{mol anilin yang masuk ke reaktor}} \times \text{faktor stoikiometri}$$

$$\text{Mol anilin yang masuk reaktor} = \frac{\text{mol DPA yang dihasilkan}}{\text{yield}} \times \text{faktor}$$

$$\text{stoikiometri} = \frac{354.547,07}{95\%} \times 2$$

$$= 746.414,88 \text{ kmol}$$

$$\text{Konversi anilin} = \frac{\text{mol anilin yang bereaksi}}{\text{mol anilin yang masuk ke reaktor}}$$

Mol anilin yang bereaksi = konversi anilin x mol anilin yang masuk ke

$$\text{reaktor} = 35\% \times 746.414,88 = 261.245,21 \text{ kmol}$$

Mol anilin yang tidak bereaksi = mol anilin masuk – mol anilin bereaksi

$$= 485.169,67 \text{ kmol}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa anilin yang dibutuhkan} &= 485.169,67 \text{ kmol} \times 93,129 \text{ kg/kmol} \\ &= 69.512.870,99 \text{ kg} = 69.512,87 \text{ ton}\end{aligned}$$

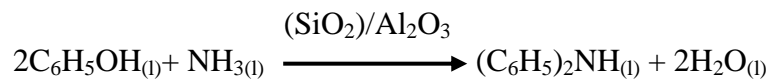
$$\begin{aligned}\text{Harga anilin yang dibutuhkan} &= 69.512,87 \text{ ton} \times \text{Rp } 17.044.500,00/\text{ton} \\ &= \text{Rp } 1.184.812.129.614,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga DPA yang dihasilkan} &= 60.000 \text{ ton} \times \text{Rp } 23.862.300,00/\text{ton} \\ &= \text{Rp } 1.431.738.000.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga amonia yang dihasilkan} &= 6.037,94 \text{ ton} \times \text{Rp } 4.728.873,00/\text{ton} \\ &= \text{Rp } 28.552.636.088,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Untung} &= \text{harga produk} - \text{harga reaktan} \\ &= (\text{harga DPA} + \text{harga amonia}) - \text{harga anilin yang dibutuhkan} \\ &= \text{Rp } 275.478.506.472,00/\text{tahun} \approx \text{Rp } 275.478.506.500,00/\text{tahun}\end{aligned}$$

- Reaksi 3:



Konversi fenol = 95% dan selektivitas DPA = 93%

Rasio molar fenol:amonia = 1:3 (amonia habis bereaksi)

Kapasitas DPA = 60.000 ton/tahun = 60.000.000 kg/tahun

$$\text{Mol DPA} = \frac{\text{massa DPA}}{\text{BM DPA}} = \frac{60.000.000 \text{ kg}}{169 \text{ kg/kmol}} = 354.547,07 \text{ kmol}$$

$$\text{Konversi fenol} = \frac{\text{mol fenol yang bereaksi}}{\text{mol fenol yang masuk reaktor}}$$

$$\text{Selektivitas DPA} = \frac{\text{mol DPA yang dihasilkan}}{\text{mol fenol yang bereaksi}} \times \text{faktor stoikiometri}$$

$$\text{Mol fenol yang masuk reaktor} = \frac{\text{mol DPA yang dihasilkan}}{\text{konversi fenol} \times \text{selektivitas DPA}} \times \text{faktor}$$

$$\text{stoikiometri} = \frac{354.547,07}{95\% \times 93\%} \times 2$$

$$= 802.596,64 \text{ kmol}$$

$$\frac{\text{mol ammonia yang masuk reaktor}}{\text{mol fenol yang masuk reaktor}} = \frac{3}{1}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol amonia yang masuk reaktor} &= \text{mol fenol yang masuk reaktor} \times 3 \times \frac{1}{2} \\ &= 802.596,64 \text{ kmol} \times 3 \times \frac{1}{2} \\ &= 1.203.894,96 \text{ kmol (habis bereaksi)} \end{aligned}$$

$$\text{Konversi fenol} = \frac{\text{mol fenol yang bereaksi}}{\text{mol fenol yang masuk ke reaktor}}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol fenol yang bereaksi} &= \text{konversi fenol} \times \text{mol fenol yang masuk ke} \\ \text{reaktor} &= 95\% \times 802.596,64 = 786.544,71 \text{ kmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol fenol yang tidak bereaksi} &= \text{mol fenol masuk} - \text{mol fenol bereaksi} \\ &= 16.051,93 \text{ kmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa fenol yang dibutuhkan} &= 802.596,64 \text{ kmol} \times 94,11 \text{ kg/kmol} \\ &= 75.532.369,88 \text{ kg} = 75.534 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa amonia yang dibutuhkan} &= 1.203.894,96 \text{ kmol} \times 17,03 \text{ kg/kmol} \\ &= 20.502.331,19 \text{ kg} = 20.502 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga fenol yang dibutuhkan} &= 75.534 \text{ ton} \times \text{Rp } 15.567.310,00/\text{ton} \\ &= \text{Rp } 1.174.461.447.119,87 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga amonia yang dibutuhkan} &= 20.502 \text{ ton} \times \text{Rp } 4.728.873,00/\text{ton} \\ &= \text{Rp } 96.952.923.897,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga DPA yang dihasilkan} &= 60.000 \text{ ton} \times \text{Rp } 23.862.300,00/\text{ton} \\ &= \text{Rp } 1.431.738.000.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untung} &= \text{harga produk} - \text{harga reaktan} \\ &= \text{harga DPA} - (\text{harga fenol} + \text{harga amonia}) \\ &= \text{Rp } 160.323.628.983,00/\text{tahun} \\ &\approx \text{Rp } 160.323.629.000,00/\text{tahun} \end{aligned}$$

2.4. Pemilihan Proses

Perbandingan dari beberapa proses pembuatan *diphenylamine* dapat dilihat pada tabel 2.8 di bawah ini.

Tabel 2.8. Perbandingan dari Beberapa Proses Pembuatan *Diphenylamine*

No	Sifat	Proses		
		Reaksi Anilin dengan Asam Klorida	Konversi Fase Uap Anilin	Reaksi Fenol dengan Amonia
1.	Kemurnian produk	X= 17% Y = 85%	X = 35% Y = 95 %	X = 95% S = 93%
2.	Katalis	Aluminium Klorida	Activated Aluminium Oxide	Gel Alumina
3.	Temperatur	420 °C	480 °C	370 °C
4.	Tekanan	550 p.s.i.g.	100 p.s.i.g	220 p.s.i.g
5.	Tinjauan termodinamika	Reaksi eksotermis dan berlangsung spontan	Reaksi eksotermis dan berlangsung spontan	Reaksi eksotermis dan berlangsung spontan
6.	Untung (Rp/tahun)	136.088.844.200,00	275.478.506.500,00	160.323.629.000,00
7.	Kelebihan	Yield tinggi	Yield tinggi	Konversi dan selektivitas tinggi
8.	Kerugian	Dibutuhkan peralatan tahan korosi, tekanan	Suhu operasi tinggi dan terbentuknya	Dibutuhkan tekanan tinggi untuk menjaga fase liquid

operasi tinggi, dan kokas pada katalis
terbentuknya kokas
pada katalis

Dalam prarancangan pabrik *diphenylamine* ini dipilih proses konversi fase uap anilin untuk memperoleh produk utama *diphenylamine* karena:

1. Bahan baku yang digunakan hanya anilin
2. Tidak diperlukan peralatan tahan korosi
3. Tidak membutuhkan peralatan operasi yang banyak
4. Katalis dapat diregenerasi

2.5. Uraian Proses

Umpan segar anilin cair dari tangki penyimpanan bahan baku (TP-101) dan anilin yang direcycle dari hasil atas menara distilasi (MD-301) dicampur di mixing point (MP-101) untuk selanjutnya diuapkan di vaporizer (VP-101). Uap aniline dinaikkan tekanannya sampai 8,1 atm pada kompresor (CP-101) dan kemudian dipanaskan sampai suhu 475 °C sebelum masuk reaktor di heater (HE-101). Aniline masuk reaktor (RE-201) dalam fase vapor melewati tumpukan katalis Alumina Aktif (Al_2O_3) menghasilkan *diphenylamine* dalam fase vapor dan amoniak dalam fase gas dengan suhu keluar 500,22°C dan tekanan 7,5 atm.

Produk reaktor kemudian dimanfaatkan panasnya untuk menguapkan umpan reaktor di VP-101. Selanjutnya, uap produk reaktor di kondensasikan di kondensor parsial (CD-301). Sebagian produk reaktor terkondensasi pada suhu $193,31^{\circ}\text{C}$ (*condensable gas*). Proses pemurnian hasil utama dilakukan pertama kali dengan memisahkan amoniak (*non-condensable gas*) dengan cara mengembunkan anilin, nitrobenzen, dan *diphenylamine* sebagai hasil bawah separator drum (SD-301). Sebelum masuk menara distilasi (MD-301), campuran anilin, nitrobenzen, dan *diphenylamine* diturunkan tekanannya sampai 1 atm di expander valve (EV-301).

Menara distilasi (MD-301) memisahkan *diphenylamine* dari anilin sehingga diperoleh kemurnian *diphenylamine* sebesar 99,98%-b sebagai hasil bawah. Hasil atas Menara Distilasi yang kaya akan kandungan anilin dikembalikan sebagai umpan reaktor pada suhu $182,31^{\circ}\text{C}$. Kemudian hasil bawah Menara Distilasi pada suhu $301,36^{\circ}\text{C}$ yang kaya akan kandungan *diphenylamine* didinginkan di cooler (CO-301) sampai suhu 125°C dan selanjutnya melewati flacker (FL-301) untuk mengubah cairan DPA menjadi padatan DPA yang selanjutnya dipacking dalam wadah kantong karton yang ada di bawah screw conveyer (SC-401).