

## BAB II

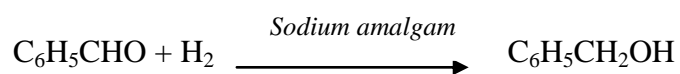
### URAIAN PROSES

#### 2.1. Jenis-Jenis Proses

Benzil alkohol dikenal pula sebagai *alpha hidroxytoluen*, *phenyl methanol*, atau *phenyl carbinol*. Benzil alkohol mempunyai rumus molekul  $C_6H_5CH_2OH$ . Proses pembuatan benzil alkohol dapat dilakukan dengan beberapa macam cara :

##### 1. Reduksi Katalis dengan benzaldehida

Reduksi diperoleh dengan menggunakan *Raney Nickel* atau *Sodium Amalgam* dan air. Bahan pereaksi yang ekivalen dengan benzaldehid bisa menggunakan asam benzoat atau turunan asam benzoat. Persamaan reaksinya sebagai berikut :



Reaksi ini berlangsung pada suhu  $25^\circ C$  dan tekanan 3 atm.

##### 2. Reaksi *Cannizaro*

Pada reaksi ini formaldehida dioksidasi menjadi asam formiat, aldehid aromatik direduksi menjadi alkohol, yang berlangsung pada fase homogen (cair-cair) pada temperatur  $207^\circ C$ , dan tekanan 6,1 atm.

Digunakan benzaldehida sebagai agen pereduksi dengan katalis berupa alkali. Konversi reaksi ini sebesar 60%. Pada reaksi ini hanya setengah dari aldehid yang tereduksi menjadi alkohol, setengahnya lagi teroksidasi menjadi asam.

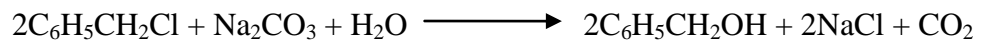
Persamaan reaksinya sebagai berikut :



### 3. Reaksi Hidrolisa

Reaksi hidrolisa terjadi antara Benzil Klorida dengan larutan Natrium Karbonat. Kemurnian produk yang dihasilkan 99%. Konversi terhadap produk sebesar 99%, berlangsung pada fase cair pada suhu 110°C dan tekanan 2 atm, tanpa menggunakan katalis.

Persamaan reaksinya sebagai berikut :



## 2.2. Pemilihan Proses

Pemilihan proses dilakukan dengan membandingkan keuntungan dan kerugian semua proses pembuatan benzil alkohol yang telah diuraikan diatas sebagai berikut :

### a. Tinjauan Ekonomi

Tinjauan ekonomi ini bertujuan untuk mengetahui bruto yang dihasilkan oleh pabrik ini selama setahun dengan kapasitas 50.000 ton/tahun. Berikut ini perbandingan beberapa harga bahan baku dan harga produk pada tahun 2013.

Tabel 2.1 Harga bahan baku dan produk

Bahan	Harga dalam \$	Harga dalam Rp.
Benzaldehida	4000 USD/ton	40.000.000/ton
Kalium hidoksida	300 USD/ton	3.000.000/ton
Benzil Klorida	1476 USD/ton	14.760.000/ton
Natrium Karbonat	200 USD/ton	2.000.000/ton
Benzil Alkohol	3400 USD/ton	34.000.000/ton

Sumber: \* *www.alibaba.com,2013*

#### 1. Reduksi Katalis dengan benzaldehida

Konversi : 75%

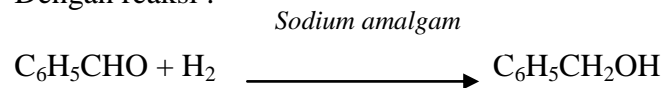
Kapasitas produk : 50.000 ton benzil alkohol tiap tahun

$$\text{Mol Benzil Alkohol} = \frac{\text{Massa benzyl alkohol (kapasitas)}}{BM}$$

$$\text{Mol Benzil Alkohol} = \frac{50.000.000 \text{ kg}}{108}$$

$$\text{Mol Benzil Alkohol} = 462,962 \text{ kmol}$$

Dengan reaksi :



Mula	a	b	
Bereaksi	(462,962)	(462,962)	(462,962)
Sisa	(a-462,962)	(b-462,962)	(462,962)

Dari reaksi diatas, untuk menghasilkan 50.000 ton atau 462,962 kmol benzil alkohol dengan konversi reaksi 75% maka dibutuhkan reaktan sebagai berikut

$$a : b = \frac{100\%}{75\%} \times 462,983 \text{ kmol} = 617,31 \text{ kmol}$$

- Mol benzaldehida = 617,31 kmol  
Benzaldehid yang dibutuhkan untuk menghasilkan 50.000.000 kg benzil alkohol  
= mol benzaldehida \* BM benzaldehid  
= 617,31 kmol x 106 kg/kmol  
= 65.434,86 kg = 65,434 ton

- Mol Hidrogen = 617,31 kmol

Kalium hidoksida yang dibutuhkan untuk menghasilkan 50.000.000

kg benzil alkohol

$$= \text{mol hidrogen} * \text{BM hidrogen}$$

$$= 617,31 \text{ kmol} \times 2 \text{ kgr/kmol}$$

$$= 13.234,62 \text{ kg} = 13,234 \text{ ton}$$

Jumlah harga bahan baku:

$$= (65,434 \text{ ton} \times \$ 4000/\text{ton}) + (13,234 \text{ ton} \times \$ 3000/\text{ton})$$

$$= \$ 301.438.000$$

Harga produk benzi alkohol

$$= (50.000 \text{ ton/tahun} \times \$ 3400/\text{ton})$$

$$= \$ 170.000.000 /\text{tahun}$$

Keuntungan per tahun = Harga Produk – Harga Reaktan

$$= \$ 170.000.000 /\text{tahun} - \$ 301.438.000$$

$$= \$ -131.438.000$$

$$= \mathbf{Rp. - 1.314.438.000}$$

Harga produksi/kg benzil alkohol :

$$= \frac{\text{harga bahan baku kapasitas setahun}}{\text{kapasitas pabrik}}$$

$$= \frac{\$ 301.438.000/\text{tahun}}{50.000.000 \text{ kg}/\text{tahun}}$$

$$= \$ 6,028/\text{kg} = \$ 6028/\text{ton}$$

$$= \text{Rp. } 60.280/\text{kg} (\$1 = \text{Rp } 10000)$$

Harga pembuatan per kg benzil alkohol dengan menggunakan proses ini sebesar \$ 6028/ ton, lebih mahal dibandingkan harga jual benzil alkohol sebesar \$ 3400 /ton.

## 2. Reaksi Cannizaro

Konversi : 60%

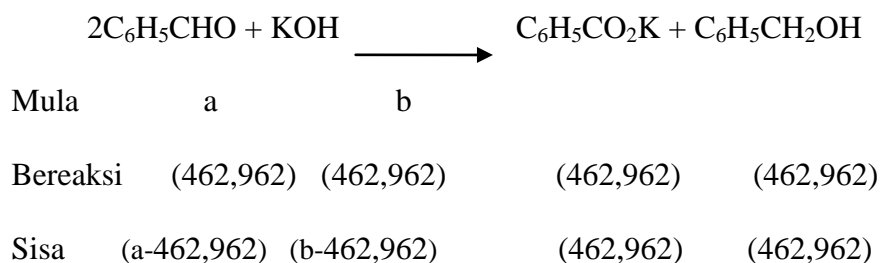
Kapasitas produk : 50.000 ton benzil alkohol tiap tahun

$$\text{Mol Benzil Alkohol} = \frac{\text{Massa benzil alkohol (kapasitas)}}{BM}$$

$$\text{Mol Benzil Alkohol} = \frac{50.000.000 \text{ kg}}{108}$$

$$\text{Mol Benzil Alkohol} = 462,962 \text{ kmol}$$

Dengan reaksi :



Dari reaksi diatas, untuk menghasilkan 50.000 ton atau 277,778 kmol benzil alkohol dengan konversi reaksi 60% maka dibutuhkan reaktan sebagai berikut

$$b = \frac{100\%}{60\%} \times 462,983 \text{ kmol} = 771,638 \text{ kmol}$$

$$a : b = 2 : 1 \text{ maka } a = 1543,276 \text{ kmol}$$

- Mol benzaldehida = 1543,276 kmol

Benzaldehida yang dibutuhkan untuk menghasilkan 50.000.000 kg benzil alkohol

$$= \text{mol benzaldehyd} * \text{BM benzaldehyd}$$

$$= 1543,276 \text{ kmol} \times 106 \text{ kg/kmol}$$

$$= 163.587,276 \text{ kg} = 163,587 \text{ ton}$$

- Mol Kalium hidoksida = 771,638 kmol

Kalium hidoksida yang dibutuhkan untuk menghasilkan 50.000.000 kg benzil alkohol

$$= \text{mol kalium hidoksida} * \text{BM kalium hidoksida}$$

$$= 771,638 \text{ kmol} \times 56 \text{ kgr/kmol}$$

$$= 43.211,728 \text{ kg} = 43,211 \text{ ton}$$

Jumlah harga bahan baku:

$$= (163,587 \text{ ton} \times \$ 2000/\text{ton}) + (43,211 \text{ ton} \times \$ 4000/\text{ton})$$

$$= \$ 205.561.400$$

Harga produk benzil alkohol

$$= (50.000 \text{ ton/tahun} \times \$ 3400/\text{ton})$$

$$= \$ 170.000.000 / \text{tahun}$$

$$\begin{aligned} \text{Keuntungan per tahun} &= \text{Harga Produk} - \text{Harga Reaktan} \\ &= \$ 170.000.000 / \text{tahun} - \$ 205.561,400 \\ &= \$ -129.996.000 \\ &= \mathbf{Rp. - 1.299.960.000.000} \end{aligned}$$

Harga produksi/kg benzil alkohol :

$$= \frac{\text{harga bahan baku kapasitas setahun}}{\text{kapasitas pabrik}}$$

$$= \frac{\$ 205.561.400/\text{tahun}}{50.000.000 \text{ kg/tahun}}$$

$$= \$ 6,850/ \text{kg} = \$ 6850/ \text{ton}$$

$$= \text{Rp. } 68.500/ \text{kg} (\$1 = \text{Rp } 10000)$$

Harga pembuatan per kg benzil alkohol dengan menggunakan proses ini sebesar \$ 6850/ ton, lebih mahal dibandingkan harga jual benzil alkohol sebesar \$ 3400 /ton.



## 3. Reaksi Hidrolisa

Konversi : 99%

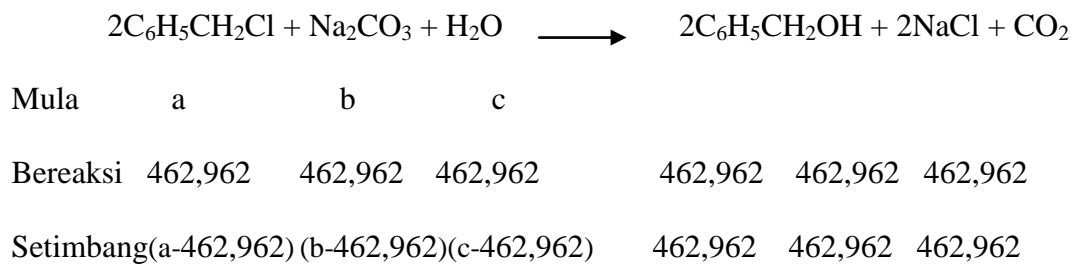
Kapasitas : 50.000 ton benzil alkohol tiap tahun

$$\text{Mol Benzil Alkohol} = \frac{\text{Massa benzil alkohol (kapasitas)}}{BM}$$

$$\text{Mol Benzil Alkohol} = \frac{50.000.000 \text{ kg}}{108}$$

$$\text{Mol Benzil Alkohol} = 462,962 \text{ kmol}$$

Dengan reaksi :



Dari reaksi diatas, untuk menghasilkan 50.000 ton atau 462,962 kmol benzil alkohol dengan konversi reaksi 99% maka dibutuhkan reaktan sebagai berikut

$$a = b = c = 2: 1: 1$$

$$b, c = \frac{100\%}{99\%} \times 462,962 \text{ kmol} = 467,638 \text{ kmol}$$

$$a = 2 \times 467,638 = 935,276 \text{ kmol}$$

- Mol benzil klorida = 935,276 kmol

Benzil klorida yang dibutuhkan untuk menghasilkan 50.000.000 kg  
benzil alkohol

$$= \text{mol benzil klorida} * \text{BM benzil klorida}$$

$$= 935,276 \text{ kmol} \times 108 \text{ kg/kmol}$$

$$= 101.009,808 \text{ kg} = 101,009 \text{ ton}$$

- Mol natrium karbonat = 467,438 kmol

Natrium karbonat yang dibutuhkan untuk menghasilkan 50.000.000  
kg benzil alkohol

$$= \text{mol natrium karbonat} * \text{BM natrium karbonat}$$

$$= 467,438 \text{ kmol} \times 106 \text{ kg/kmol}$$

$$= 49.569,628 \text{ kg} = 49,569 \text{ ton}$$

- Mol H<sub>2</sub>O = 467,438 kmol

H<sub>2</sub>O yang dibutuhkan untuk menghasilkan 50.000.000 kg benzil  
alkohol

$$= \text{mol H}_2\text{O} * \text{BM H}_2\text{O}$$

$$= 467,438 \text{ kmol} \times 18 \text{ kg/kmol}$$

$$= 8.413,884 \text{ kg} = 8,413 \text{ ton}$$

Jumlah harga bahan baku:

$$\begin{aligned}
 &= (101,009 \text{ ton/tahun} \times \$ 1476/\text{ton}) + (49,569 \text{ ton/tahun} \times \$ 200/\text{ton}) + \\
 &\quad (8,413 \text{ ton/tahun} \times \$ 100/\text{ton} ) \\
 &= \$ 159.003,08/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Harga produk benzil alkohol:

$$\begin{aligned}
 &= (50.000 \text{ ton/tahun} \times \$ 3400/\text{ton}) \\
 &= \$ 170.000.000 /\text{tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Keuntungan per tahun} &= \text{Harga Produk} - \text{Harga Reaktan} \\
 &= \$ 170.000.000 - \$ 159.003,08 \\
 &= \$ 169.840.996,9 \\
 &= \mathbf{Rp. 1.698.409.969.000}
 \end{aligned}$$

Harga produksi per kg benzil alkohol :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{harga bahan baku/tahun}}{\text{kapasitas pabrik}} \\
 &= \frac{\$ 159.003.084 /\text{tahun}}{50.000.000 \text{ kg/tahun}} \\
 &= \$ 3,1/ \text{kg} = \$ 3100/ \text{ton} \\
 &= \text{Rp. 31000/ kg} (\$1 = \text{Rp 10000})
 \end{aligned}$$

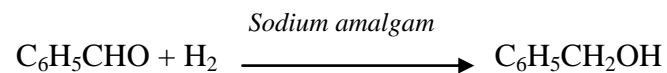
Harga pembuatan per kg benzil alkohol dengan menggunakan proses ini sebesar \$ 3100/ ton, lebih murah dibandingkan harga jual benzil alkohol sebesar \$ 3400 /ton.

#### b. Tinjauan termodinamika

Tinjauan secara termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (endotermis/eksotermis). Penentuan panas reaksi yang berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar ( $\Delta H^\circ_f$ ) pada  $P = 1 \text{ atm}$  dan  $T = 298 \text{ K}$ .

- Proses 1 ( Reduksi Katalis dengan benzaldehid)

Reaksi yang terjadi adalah :



Nilai  $\Delta H^\circ_f$  masing-masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Nilai  $\Delta H^\circ_f$  masing-masing Komponen

Komponen	$\Delta H^\circ_f$ 298 (kJ/mol)
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$	-86,8
$\text{H}_2$ (g)	0
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$	-352

Sumber : *Perry's* Tabel 2-196

Persamaan :

$$\Delta H_r^{\circ} 298 \text{ K} = \Delta H_f^{\circ} \text{ produk} - \Delta H_f^{\circ} \text{ reaktan}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_r^{\circ} 298 \text{ K} &= \Delta H_f^{\circ} \text{ produk} - \Delta H_f^{\circ} \text{ reaktan} \\ &= [(\Delta H_f^{\circ} \text{ C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}) - (\Delta H_f^{\circ} \text{ C}_6\text{H}_5\text{CHO} + \Delta H_f^{\circ} \text{ H}_2)] \\ &= [(-352) - (-86,8 + 0)] \text{ kJ/mol} \\ &= -265,2 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Karena nilai  $\Delta H_r^{\circ} 298 \text{ K}$  negatif, maka reaksi bersifat eksotermis.

Dari energi bebas Gibbs dari reaktan dan produk adalah :

Tabel 2.3 Nilai  $\Delta G_f^{\circ}$  masing-masing Komponen

Komponen	$\Delta G_f^{\circ} 298$ (kJ/mol)
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$	9,4
$\text{H}_2 \text{ (g)}$	0
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$	-27,5

Sumber : *Perry's* Tabel 2-196

Persamaan :

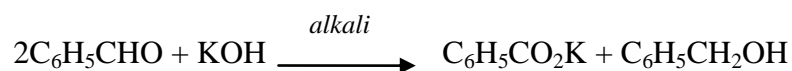
$$\Delta G^{\circ} = \Sigma(n\Delta G_f^{\circ}) \text{ produk} - \Sigma(n\Delta G_f^{\circ}) \text{ reaktan}$$

$$\begin{aligned} \Delta G_r^{\circ} 298 \text{ K} &= \Delta G_f^{\circ} \text{ produk} - \Delta G_f^{\circ} \text{ reaktan} \\ &= [(\Delta G_f^{\circ} \text{ C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}) - (\Delta G_f^{\circ} \text{ C}_6\text{H}_5\text{CHO} + \Delta G_f^{\circ} \text{ H}_2)] \\ &= [(-27,5) - (9,4 + 0)] \text{ kJ/mol} \\ &= -36,9 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai  $\Delta G^\circ$  yang telah di dapatkan sebesar -36,9 kJ/mol menunjukkan bahwa reaksi yang terjadi di dalam reaktor dapat berlangsung tanpa membutuhkan energi yang besar, karena diinginkan nilai  $\Delta G^\circ < 0$  agar tidak membutuhkan energi berupa panas yang terlalu besar (konsumsi energi kecil). Dalam parameter perancangan pabrik kimia berupa parameter termodinamika bahwa nilai  $\Delta G^\circ < 0$  masih dapat terpenuhi.

- Proses 2 (Reaksi Cannizaro )

Reaksi yang terjadi adalah :



Nilai  $\Delta H_f^\circ$  masing-masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada Tabel 2.4 sebagai berikut :

Tabel 2.5 Nilai  $\Delta H_f^\circ$  masing-masing Komponen

Komponen	$\Delta H_f^\circ_{298}$ (kJ/mol)
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$	-86,8
KOH	-352
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$	-161
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{K}$	-385,05

Sumber : *Perry's* Tabel 2-196

Persamaan :

$$\begin{aligned}\Delta H_r^{\circ} 298 \text{ K} &= \Delta H_f^{\circ} \text{ produk} - \Delta H_f^{\circ} \text{ reaktan} \\ \Delta H_r^{\circ} 298 \text{ K} &= \Delta H_f^{\circ} \text{ produk} - \Delta H_f^{\circ} \text{ reaktan} \\ &= [(\Delta H_f^{\circ} \text{ C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH} + \Delta H_f^{\circ} \text{ C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{K}) - \\ &\quad (\Delta H_f^{\circ} \text{ C}_6\text{H}_5\text{CHO} + \Delta H_f^{\circ} \text{ KOH})] \\ &= [(-161 + -385,05) - (-86,8 + -352)] \\ &= -984,25 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Karena nilai  $\Delta H_r^{\circ} 298 \text{ K}$  negatif, maka reaksi bersifat eksotermis.

Dari energi bebas Gibbs dari reaktan dan produk adalah :

Tabel 2.6 Nilai  $\Delta G_f^{\circ}$  masing-masing Komponen

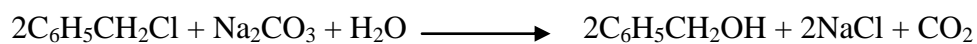
Komponen	$\Delta G_f^{\circ} 298$ (kJ/mol)
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$	9,4
KOH	-379
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$	-27,5
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{K}$	-245,26

Persamaan :

$$\begin{aligned}\Delta G_r^{\circ} 298 \text{ K} &= \Delta G_f^{\circ} \text{ produk} - \Delta G_f^{\circ} \text{ reaktan} \\ \Delta G_r^{\circ} 298 \text{ K} &= \Delta G_f^{\circ} \text{ produk} - \Delta G_f^{\circ} \text{ reaktan} \\ &= [(\Delta G_f^{\circ} \text{ C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH} + \Delta G_f^{\circ} \text{ C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{K}) - \\ &\quad (\Delta G_f^{\circ} \text{ C}_6\text{H}_5\text{CHO} + \Delta G_f^{\circ} \text{ KOH})] \\ &= [(-27,5 + -245,26) - (9,4 + -379)] \\ &= 96,84 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

- Reaksi 3 ( Reaksi Hidrolisa )

Persamaan reaksi :



Nilai  $\Delta H_f^\circ$  masing-masing komponen pada suhu 298 K dapat dilihat pada

Tabel 2.6 sebagai berikut :

Tabel 2.4 Nilai  $\Delta H_f^\circ$  masing-masing Komponen

Komponen	$\Delta H_f^\circ$ 298 (kJ/mol)
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$	26.136
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	-1130,9
$\text{H}_2\text{O}$	-285,8
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$	-352
$\text{NaCl}$	-410
$\text{CO}_2$	-393,5

Sumber : *Perry's* Tabel 2-196

Persamaan :

$$\Delta H_r^\circ 298 \text{ K} = \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_r^\circ 298 \text{ K} &= \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\ &= [(2 \times \Delta H_f^\circ \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH} + 2 \times \Delta H_f^\circ \text{NaCl} + \Delta H_f^\circ \text{CO}_2) - \\ &\quad (2 \times \Delta H_f^\circ \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl} + \Delta H_f^\circ \text{Na}_2\text{CO}_3 + \Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O})] \\ &= [(2 \times -352) + (2 \times -410) + (-393,5)] - [(2 \times 26.136) + \\ &\quad (-1130,9) + (-285,8)] \\ &= - 553,072 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Karena nilai  $\Delta H_r^\circ$  298 K negatif, maka reaksi bersifat eksotermis.



Dari energi bebas Gibbs dari reaktan dan produk adalah :

Tabel 2.5 Nilai  $\Delta G_f^\circ$  masing-masing Komponen

Komponen	$\Delta G_f^\circ$ 298 (kJ/mol)
$C_6H_5CH_2Cl$	92,4
$Na_2CO_3$	-1047,7
$H_2O$	-237,2
$C_6H_5CH_2OH$	-27,5
$NaCl$	-384
$CO_2$	-394,4

Sumber : *Perry's* Tabel 2-196

Persamaan :

$$\Delta G_r^\circ 298 \text{ K} = \Delta G_f^\circ \text{ produk} - \Delta G_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$\Delta G_r^\circ 298 \text{ K} = \Delta G_f^\circ \text{ produk} - \Delta G_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$= [(2 \times \Delta G_f^\circ C_6H_5CH_2OH + 2 \times \Delta G_f^\circ NaCl + \Delta G_f^\circ CO_2) -$$

$$(2 \times \Delta G_f^\circ C_6H_5CH_2Cl + \Delta G_f^\circ Na_2CO_3 + \Delta G_f^\circ H_2O)]$$

$$= [(2 \times -27,5) + (2 \times -384) + (-394,4)] - [(2 \times 92,4) +$$

$$(-1047,7) + (-237,2)]$$

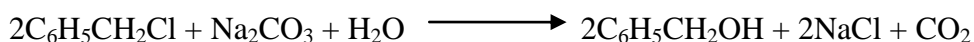
$$= -117,3 \text{ kJ/mol}$$

Tabel 2.7 Kriteria penilaian pemilihan proses

Kriteria Penilaian	PROSES I (Hidrogenasi)	PROSES II (Cannizaro)	PROSES III (Hidrolisis)
1. Tekanan	3 atm	6,1 atm	2 atm
2. Suhu	25°C	207°C	110°C
3. Konversi	-	60%	99%
4. Katalis	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
5. Ekonomi	\$ -131.438.000	\$ -129.996.000	\$ 169.840.996
6. Energi Gibbs	-36,9 KJ/mol	96,84 KJ/Mol	-117,3 KJ/Mol

Berdasarkan tabel 2.6 tersebut, maka dipilih proses 3, yaitu pembuatan benzil alkohol secara hidrolisis dengan menggunakan benzil klorida, air dan natrium karbonat.

Reaksi yang terjadi:



### 2.3. Uraian Proses

#### a. Persiapan Bahan Baku

##### 1. Benzil Klorida

Benzil Klorida merupakan bahan baku utama yang diperoleh dengan cara import dari luar negeri yaitu dibeli dari Shandong Liaocheng Luxi Chemical Sale Co. Ltd, China, dalam bentuk cair dan disimpan dalam tangki T-01 dengan tekanan 1 atm (14,7 psia) dan suhu 30°C (303 K). Benzil Klorida akan dipompa, dimasukkan ke dalam reaktor, setelah

sebelumnya dipanaskan melalui *heat exchanger* (HE-101) sehingga temperatur Benzil Klorida menjadi 110°C.

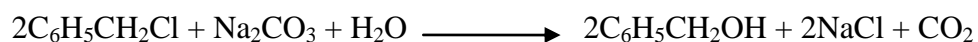
## 2. Natrium Karbonat

Natrium Karbonat juga merupakan bahan baku utama. Diperoleh dari Pabrik Aneka Kimia Raya, Surabaya, dalam bentuk serbuk padat dan disimpan dalam *solids storage* (SS-101) dengan tekanan 1 atm (14,7 psia) dan suhu 30°C (303 K). Natrium Karbonat akan ditampung dalam *hopper* (HO-101) menggunakan *screw conveyor* dan *bucket elevator* (BE-101). Dari *hopper* kemudian akan dimasukkan ke dalam tangki pencampur (MT-101) untuk dilarutkan dengan H<sub>2</sub>O, lalu dipompa dan dipanaskan dengan pemanas HE-102 sampai suhu 110°C, kemudian dimasukkan ke dalam reaktor RE-201.

### b. Tahap Reaksi

Reaksi antara Benzil Klorida dan larutan Natrium Karbonat dijalankan dalam Reaktor tangki berpengaduk, dengan waktu reaksi 0,39 jam, suhu reaktor 110°C, dan tekanan 2 atm.

Di dalam reaktor terjadi reaksi sebagai berikut :



Reaksi ini merupakan reaksi endotermis, sehingga untuk mempertahankan temperatur diperlukan pemanas. Pemanas yang digunakan adalah steam

jenuh pada suhu  $210^{\circ}\text{C}$  yang berada dalam jaket pemanas. Hasil reaksi yang berupa uap akan diolah ke UPL. Sedangkan hasil reaksi dari reaktor 2 didinginkan hingga suhunya menjadi  $40^{\circ}\text{C}$ , kemudian dimasukkan ke dalam *decanter* (DE) untuk dipisahkan antara fraksi berat dan ringannya.

### c. Tahap Pemurnian

Produk keluar reaktor yang berupa cairan dipompakan ke *cooler* (C0-101) untuk menurunkan suhu produk menjadi  $40^{\circ}\text{C}$ , kemudian dipompakan ke dalam *decanter* (DE-101). Dalam *decanter* ini larutan Benzil Alkohol sebagai fase ringan dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{NaCl}$ , serta sebagian besar air sebagai fase berat akan dipisahkan. Hasil fase berat pada *decanter* akan dialirkan ke unit pengolahan lanjut (UPL). Fase ringan sebagian besar terdiri dari Benzil Alkohol, dan masih ada sisa reaktan yaitu Benzil Klorida, Toluena, dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Hasil fase ringan dari *decanter* (DE-301) akan diumpakan ke dalam menara distilasi (DC-301) untuk memurnikan Benzil Alkohol. Umpan masuk dalam DC-301 pada suhu  $143,5^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Dalam DC-301 Benzil Alkohol akan terpisahkan sebagai produk bawah dari campuran larutannya dengan kemurnian 99%, dan didinginkan dalam *Cooler* (C0-301) dan *Cooler* (C0-302) dari suhu bawah menara  $201,67^{\circ}\text{C}$  sampai suhu  $30^{\circ}\text{C}$ . Hasil Benzil Alkohol disimpan dalam tangki (ST-401) pada tekanan 1 atm. Hasil atas DC-301 akan dialirkan ke dalam tangki penyimpanan (AC-301) sebagai produk samping.