

## **BAB II**

### **DESKRIPSI PROSES**

#### **A. Proses Pembuatan Carbon Black**

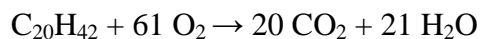
Menurut prinsip dasarnya metode pembuatan *Carbon Black* ini pada jaman dahulu sangat sederhana, yaitu dengan cara pembakaran gas penerangan dengan jumlah udara yang terbatas sehingga terbentuk jelaga yang berfungsi sebagai *Carbon Black* dari gas alam yang pertama kali di New Cumberland, Amerika Serikat pada tahun 1872 dengan Channel Proses. (Kirk and Otmer,1949 ). Dengan adanya permintaan *Carbon Black* yang meningkat, metode produksi Carbon Black mengalami perkembangan. Dua proses yang paling banyak digunakan di dunia adalah *Furnace Black Proses* dan *Thermal Black Proses*. *Furnace Black Proses* lebih banyak digunakan daripada *Thermal Black Proses* ( Anonim,2013)

##### **A.1. Proses Furnace Black atau Oil Furnace**

Proses ini ditemukan pada tahun 1992. Umpannya berupa gas alam atau minyak residu.

Reaksi yang terjadi fase gas, yaitu :

Reaksi pembakaran:



Reaksi perengkahan:



Minyak residu bersama – sama dengan udara dibakar dalam *furnace* dengan nyala api yang terbuka. Pemanasan dalam *furnace* pada suhu 1200 - 1600 °C. Minyak residu sebagai bahan baku dibakar dalam *furnace* dengan mengatur perbandingan jumlah massa antara udara dan minyak residu agar dihasilkan asap *carbon* sebanyak mungkin ( Kirk Otmer, 1968 ). Asap *carbon* didinginkan dalam *quencher*, kemudian dimasukkan ke dalam *Cyclone* untuk memisahkan *Carbon Black* dengan gas-gas produk sampingnya, yang kemudian produk di masukkan ke dalam *pelletizer* agar produk carbon black memiliki ukuran yang sama dan disimpan dalam *storage tank* yang kemudian siap dikemas ( Anonim,2013 ). Rata – rata ukuran diameter partikel carbon black 600 – 800 Å. Yield yang dihasilkan berkisar 65 - 98 % ( Kirk Otmer, 1968 ).

## A.2. Proses Termal Black

Proses ini ditemukan pada tahun 1916. Umpannya dipakai gas alam, reaksi yang terjadi :



Terdiri dari dua *furnace* yang berbentuk silinder berlapis batu tahan api yang disebut generator dan digunakan untuk reaksi. Alat ini hanpir terisi dengan *checker work* yang suhunya dipertahankan 1300 °C. Apabila satu generator dipanasi dengan membakar campuran stoikiometri udara dan bahan bakar, gas alam dibiarkan masuk ke dalam

generator lain di mana akan terjadi peruraian gas alam menjadi C dan H<sub>2</sub> ketika melewati *Checker*. Pemanasan *valve* otomatis dan kontrol aliran akan mengubah – ubah tiap generator dari siklus produksi ke siklus re - heat ( pemanasan kembali ) setiap lima menit sehingga aliran produksi konstan. Gas dari generator dilewatkan pendingin agar *carbon black* – nya tersuspensi, sehingga suhunya turun menjadi 125 °C, kemudian disingkirkan dengan *cyclon – collectors* yang diikuti dengan *bag filter* untuk pemisahan. *Carbon black* yang terkumpul diproses melalui *separator magnetis*, *screen*, *hammer – mill* dan *pelletizer* kemudian dikemas. Rata – rata ukuran diameter partikel *Carbon - Black* 4000 – 5000 Å. Yield yang dihasilkan pada proses ini yaitu 60 – 90% ( Kirk Otmer, 1968 ).

## B. Pemilihan Proses

Pemilihan proses dilakukan dengan membandingkan keuntungan dan kerugian semua proses pembuatan carbon black yang telah diuraikan di atas sebagai berikut:

**Tabel 2.1. Perbandingan proses pembuatan carbon black**

No.	Keterangan	Jenis Proses	
		1	2
1.	Bahan baku utama	Minyak residu	Gas Alam
2.	Kondisi Operasi	1200-1600°C	1300°C
3.	Yield	65 – 98%	60 – 90%

Sumber : Kirk Otmer, 1968; US Patent 4.822.588

## B.1. Kelayakan Ekonomi

Harga-harga bahan baku dan produk untuk kedua proses diatas dapat dilihat pada Tabel

2.2.

**Tabel 2.2** Harga Produk, dan bahan baku

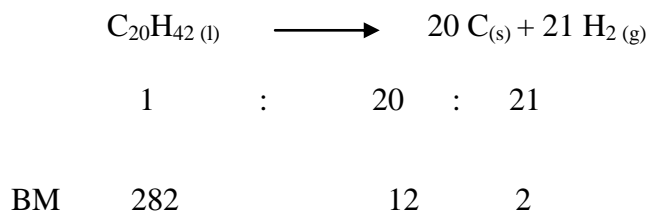
No	Nama Bahan	Harga ( \$)/Kg	Harga (Rp)/kg
1	Carbon Black*	0,875	8.800
2	Metana*	0,535	5.400
3	Minyak Residu**	0,35	3.500

Keterangan : \*Alibaba.com dan \*\*PT. PERTAMINA  
Kurs 1\$ = Rp. 10.070 (Bank Indonesia)  
Tanggal akses: 19 Juli 2013

Untuk menghitung perolehan keuntungan kasar dapat digunakan persamaan berikut ini :

$$\text{Keuntungan} = \text{Harga Jual Produk} - \text{Harga Beli Bahan Baku}$$

### 1. Reaksi yang menggunakan bahan baku minyak residu dengan proses Furnace Black



Produk yang terbentuk pada reaksi diatas adalah C.

Jika pada reaksi tersebut C yang terbentuk sebanyak 1 kg, maka :

$$\begin{aligned} \text{Mol C yang terbentuk} &= \frac{\text{massa}}{\text{BM}} \\ &= \frac{1000 \text{ gr}}{12 \text{ gr / mol}} \\ &= 83,33 \text{ mol} \end{aligned}$$

Berdasarkan perbandingan stoikiometri, maka :

$$\begin{aligned} \text{➤ Mol C}_{20}\text{H}_{42} \text{ yang bereaksi} &= \frac{1}{20} \text{ Mol C yang terbentuk} \\ &= \frac{1}{20} \times 83,33 \text{ mol} \\ &= 4,17 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa C}_{20}\text{H}_{42} \text{ yang bereaksi} &= 4,17 \text{ mol} \times 282 \text{ gr/mol} \\ &= 1175,94 \text{ gr} = \mathbf{1,176 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Jadi untuk menghasilkan 1 kg C dibutuhkan biaya bahan baku sebesar :

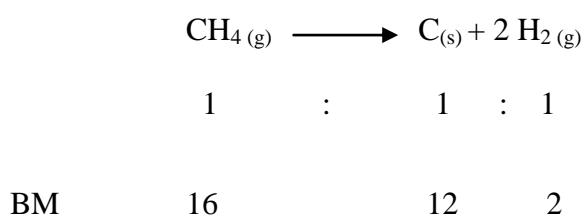
$$\text{C}_{20}\text{H}_{42} = \text{Rp. } 3.500/\text{kg} \times 1,176 \text{ kg} = \text{Rp. } 4.115,79,-$$

Jadi keuntungan = harga produk – harga bahan baku

$$\begin{aligned} &= \text{Rp. } 8.800 - \text{Rp. } 4.115 \\ &= \mathbf{\text{Rp. } 4.685} \end{aligned}$$

## 2. Reaksi yang menggunakan bahan baku gas alam dengan proses Thermal

### Black



Produk yang terbentuk pada reaksi diatas adalah C.

Jika pada reaksi tersebut C yang terbentuk sebanyak 1 kg, maka :

$$\begin{aligned}\text{Mol C yang terbentuk} &= \frac{\text{massa}}{BM} \\ &= \frac{1000 \text{ gr}}{12 \text{ gr / mol}} \\ &= 83,33 \text{ mol}\end{aligned}$$

Berdasarkan perbandingan stoikiometri, maka :

$$\begin{aligned}\text{➤ Mol CH}_4 \text{ yang bereaksi} &= \text{Mol C yang terbentuk} \\ &= 83,33 \text{ mol} \\ \text{Massa CH}_4 \text{ yang bereaksi} &= 8,33 \text{ mol} \times 16 \text{ gr/mol} \\ &= 1333,3 \text{ gr} = \mathbf{1,33 \text{ kg}}\end{aligned}$$

Jadi untuk menghasilkan 1 kg C dibutuhkan biaya bahan baku sebesar :

$$\text{CH}_4 = \text{Rp. } 5.400/\text{kg} \times 1,33 \text{ kg} = \text{Rp. } 7.199$$

$$\begin{aligned}\text{Jadi keuntungan} &= \text{harga produk} - \text{harga bahan baku} \\ &= \text{Rp. } 8.800 - \text{Rp. } 7.199 \\ &= \mathbf{\text{Rp. } 1.600}\end{aligned}$$

## B.2 Pemilihan proses meninjau dari panas reaksi ( $\Delta H_R$ )

$\Delta H$  menunjukkan panas reaksi yang dihasilkan selama proses berlangsungnya reaksi kimia, seperti pada reaksi pembentukan produk berupa Tetrahydrofuran. Besar atau kecil nilai  $\Delta H$  tersebut menunjukkan jumlah energi yang dibutuhkan maupun dihasilkan.  $\Delta H$  bernilai positif (+) menunjukkan bahwa reaksi tersebut membutuhkan panas untuk berlangsungnya reaksi sehingga semakin besar  $\Delta H$  maka semakin besar juga energi yang dibutuhkan. Sedangkan  $\Delta H$  bernilai negatif (-) menunjukkan bahwa reaksi tersebut menghasilkan panas selama proses berlangsungnya reaksi. Sehingga

nilai  $\Delta H$  tiap reaksi perlu dihitung untuk menentukan apakah reaksi tersebut bersifat menghasilkan panas atau membutuhkan panas.

Data dari : Coulson Appendix C 4<sup>th</sup> edition diperoleh

$\Delta H_f^\circ$  pada 298°K:

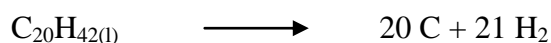
$$\Delta H^\circ_{C_{20}H_{24}} = -415,87 \quad \text{kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_{CH_4} = -74,86 \quad \text{kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_C = 716,70 \quad \text{kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_{H_2} = 0 \quad \text{kJ/mol}$$

### 1. Proses Furnace Black



$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_{R(298^\circ K)} &= \Delta H^\circ \text{ produk} - \Delta H^\circ \text{ reaktan} \\ &= (\Delta H^\circ_C + \Delta H^\circ_{H_2}) - (\Delta H^\circ_{C_{20}H_{60}}) \\ &= (716,70) - (-415,87) \\ &= 1172,7 \text{ kJ/kmol (endoterm)} \end{aligned}$$

$$\Delta H_R = \Delta H_R^\circ + \left( \int_{T_1}^{T_2} C_p \, dT_{\text{produk}} - \int_{T_1}^{T_2} C_p \, dT_{\text{reaktan}} \right)$$

$$\Delta H_{R(1873,15K)} = \Delta H_{R(298,15K)}^\circ + \left( \int_{298,15}^{1873,15} C_p \, dT_{\text{produk}} - \int_{298,15}^{527,15} C_p \, dT_{\text{reaktan}} \right)$$

Menghitung  $\int_{T_1}^{T_2} C_p \, dT$  :

$$= \int_{T_1}^{T_2} \left( A + BT + CT^2 + \frac{D}{T^2} \right) dT$$

$$= \int_{298,15}^{1873,15} C_p dT_{\text{produk}} - \int_{298,15}^{527,15} C_p dT_{\text{reaktan}}$$

$$= \frac{A}{1} (T_2 - T_1) + \frac{B}{2} (T_2^2 - T_1^2) + \frac{C}{3} (T_2^3 - T_1^3) + D \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\begin{aligned}
&= -7,353 \times (1873,15 - 298,15) + 6,95 \times 10^{-2}/2 \times (1873,15^2 - 298,15^2) + (-6,4 \times 10^{-5}/3) \\
&\times (1873,15^3 - 298,15^3) + (2,85 \times 10^{-8}) \times (1/1873,15^2 - 298,15^2) \\
&= 55,193 \text{ Kj/mol}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \int_{298,15}^{1873,15} C_{p,dT} \text{ produk } H_{2(g)} \\
&= 25,399 \times (1873,15 - 298,15) + 2,02 \times 10^{-2}/2 \times (1873,15^2 - 298,15^2) + (-3,85 \times 10^{-5}/3) \\
&\times (1873,15^3 - 298,15^3) + (3,19 \times 10^{-8}) \times (1/1873,15^2 - 298,15^2) \\
&= 88,433 \text{ Kj/mol}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \int_{298,15}^{573,15} C_{p,dT} \text{ reaktan } C_{20} H_{42(l)} \\
&= -22,383 \times (1873,15 - 298,15) + 1,94 \times 10^{-2}/2 \times (1873,15^2 - 298,15^2) + (-1,12 \times 10^{-3}/3) \\
&\times (1873,15^3 - 298,15^3) + (2,53 \times 10^{-7}) \times (1/1873,15^2 - 298,15^2) \\
&= 2,331 \text{ Kj/mol}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Delta H_{R(1873,15K)} &= \Delta H_{R(298,15K)}^{\circ} + \left( \int_{298,15}^{1873,15} C_p dT_{\text{produk}} - \int_{298,15}^{527,15} C_p dT_{\text{reaktan}} \right) \\
&= 1172,7 \text{ kj/mol} + [(55,193 + 88,433) - (2,331)] \text{ kj/mol} \\
&= 1.313,9 \text{ Kj/mol}
\end{aligned}$$

## 2. Proses Thermal Black





$$\begin{aligned}
 \Delta H_{\text{R}}^{\circ} (298 \text{ K}) &= \Delta H^{\circ} \text{ produk} - \Delta H^{\circ} \text{ reaktan} \\
 &= (\Delta H^{\circ} \text{ C} + \Delta H^{\circ} 2\text{H}_2) - (\Delta H^{\circ} \text{ CH}_4) \\
 &= (716,70) - (-74,86) \\
 &= 791,56 \text{ kJ/kmol}
 \end{aligned}$$

$$\Delta H_{\text{R}} = \Delta H_{\text{R}}^{\circ} + \left( \int_{T_1}^{T_2} C_{p, \text{produk}} dT - \int_{T_1}^{T_2} C_{p, \text{reaktan}} dT \right)$$

$$\Delta H_{\text{R}} (1873,15 \text{ K}) = \Delta H_{\text{R}}^{\circ} (298,15 \text{ K}) + \left( \int_{298,15}^{1573,15} C_{p, \text{produk}} dT - \int_{298,15}^{303,15} C_{p, \text{reaktan}} dT \right)$$

Menghitung  $\int_{T_1}^{T_2} C_p dT$  :

$$= \int_{T_1}^{T_2} \left( A + BT + CT^2 + \frac{D}{T^2} \right) dT$$

$$= A(T_2 - T_1) + \frac{B}{2}(T_2^2 - T_1^2) + \frac{C}{3}(T_2^3 - T_1^3) + D \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$= \int_{298,15}^{1573,15} C_{p, \text{produk}} C_{(s)} dT$$

$$= -7,353 \times (1573,15 - 298,15) + 6,95 \times 10^{-2}/2 \times (1573,15^2 - 298,15^2) + (-6,4 \times 10^{-5}/3)$$

$$\times (1573,15^3 - 298,15^3) + (2,85 \times 10^{-8}) \times (1/1573,15^2 - 298,15^2)$$

$$= 34,576 \text{ KJ/mol}$$

$$= \int_{298,15}^{1573,15} C_{p, \text{produk}} H_{2(g)} dT$$

$$= 25,399 \times (1573,15 - 298,15) + 2,02 \times 10^{-2}/2 \times (1573,15^2 - 298,15^2) + (-3,85 \times 10^{-5}/3)$$

$$\times (1573,15^3 - 298,15^3) + (3,19 \times 10^{-8}) \times (1/1573,15^2 - 298,15^2)$$

$$= 55,510 \text{ KJ/mol}$$

$$\begin{aligned}
&= \int_{298,15}^{303,15} C_p dT_{reaktan} - C_p dT_{produk} \\
&= -22,383 \times (303,15 - 298,15) + 1,94 \times 10^{-2}/2 \times (303,15^2 - 298,15^2) + (-1,12 \times 10^{-3}/3) \\
&\quad \times (303,15^3 - 298,15^3) + (2,53 \times 10^{-7}) \times (1/303,15^2 - 298,15^2) \\
&= -1373,14 \text{ Kj/mol}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Delta H_{R(1873,15K)} &= \Delta H_{R(298,15K)} + \left( \int_{298,15}^{1873,15} C_p dT_{produk} - \int_{298,15}^{527,15} C_p dT_{reaktan} \right) \\
&= 791,56 \text{ kj/mol} + [(34,576 + 55,510) - (-1373,14)] \text{ kj/mol} \\
&= 2.254,79 \text{ Kj/mol}
\end{aligned}$$

### B.3. Pemilihan proses meninjau dari energi Gibbs ( $\Delta G^\circ$ ).

$\Delta G^\circ$  menunjukkan spontan atau tidak spontannya suatu reaksi kimia.  $\Delta G^\circ$  bernilai positif (+) menunjukkan bahwa reaksi tersebut tidak dapat berlangsung secara spontan, sehingga dibutuhkan energi tambahan dari luar. Sedangkan  $\Delta G^\circ$  bernilai negatif (-) menunjukkan bahwa reaksi tersebut dapat berlangsung secara spontan dan hanya sedikit membutuhkan energi. Oleh karena itu, semakin kecil atau negatif  $\Delta G^\circ$  maka reaksi tersebut akan semakin baik karena energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi semakin kecil. Maka, perlu ditentukan  $\Delta G^\circ$  masing masing reaksi untuk mengetahui apakah reaksi tersebut dapat berlangsung spontan atau tidak.

Data dari : Coulson Appendix C 4<sup>th</sup> edition diperoleh :

$\Delta G^\circ$  pada 298°K :

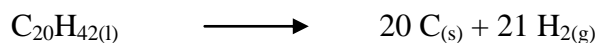
$$\Delta G^\circ_{C_{20}H_{42}} = 162,41 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^\circ_{CH_4} = -50,87 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^{\circ}C = 671,30 \quad \text{kJ/mol}$$

$$\Delta G^{\circ}H_2 = 0 \quad \text{kJ/mol}$$

### 1. Proses Furnace Black



$$\begin{aligned} \Delta G^{\circ}_{(298^{\circ}K)} &= \Delta G^{\circ} \text{ produk} - \Delta G^{\circ} \text{ reaktan} \\ &= (\Delta G^{\circ} C + \Delta G^{\circ} H_2) - (\Delta G^{\circ} C_{29}H_{60}) \\ &= (671,30) - (162,41) \\ &= 508,89 \text{ kJ/kmol} \end{aligned}$$

$$\Delta G^{\circ}_{(1873,15^{\circ}K)}$$

$$\begin{aligned} R \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p}{R} dT &= \Delta A (T-T_0) + \frac{\Delta B}{2} (T^2-T_0^2) + \frac{\Delta C}{3} (T^3-T_0^3) + \frac{\Delta D}{4} (T^4-T_0^4) \\ &= 445,33 (1873,15-298,15) + \frac{-1937,71}{2} (1873,15^2-298,15^2) + \frac{-0.00045}{3} \\ &\quad (1873,15^3-298,15^3) + \frac{0.001094}{4} (1873,15^4-298,15^4) \\ &= 50.982,278 \text{ KJ/kmol} \end{aligned}$$

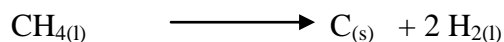
$$\begin{aligned} R \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p}{R} \frac{dT}{T} &= \Delta A (\ln T - \ln T_0) + \Delta B (T-T_0) + \frac{\Delta C}{2} (T^2 - T_0^2) + \frac{\Delta D}{3} (T^3 - T_0^3) \\ &= 445,33 (\ln 1873,15 - \ln 298,15) + -1937,71 (1873,15-298,15) + \\ &\quad \frac{-0.00045}{2} (1673^2 - 298^2) + \frac{0.001094}{3} (1673^3 - 298^3) \\ &= -665,165 \text{ kJ/kmo} \end{aligned}$$

$$\Delta G^{\circ}_{R(T)} = \Delta H^{\circ}_{R(T_0)} + R \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p}{R} dT - T \left( \frac{\Delta H^{\circ}_{R(T_0)} - \Delta G^{\circ}_{R(T_0)}}{T_0} \right) - RT \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p}{R} \frac{dT}{T}$$

$$\Delta G^{\circ}_{R(T)} = 508,89 + 50.982,278 - 1873 \left( \frac{1172,7 - 508,89}{298,15} \right) - (-665,165)$$

$$= 47.984,13 \text{ kJ/kmol}$$

## 2. Proses Thermal Black



$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_{(298^\circ \text{K})} &= \Delta G^\circ \text{ produk} - \Delta G^\circ \text{ reaktan} \\ &= (\Delta G^\circ \text{ C} + \Delta G^\circ 2\text{H}_2) - (\Delta G^\circ \text{CH}_4) \\ &= (671,30 - (-50,87)) \\ &= 722,17 \text{ kJ/kmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_{(1573,15^\circ \text{K})} &= \Delta A (T-T_0) + \frac{\Delta B}{2} (T^2-T_0^2) + \frac{\Delta C}{3} (T^3-T_0^3) + \frac{\Delta D}{4} (T^4-T_0^4) \\ R \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p}{R} dT &= 27,682 (1573,15-298,15) + \frac{0,0358}{2} (1573,15^2 - 298,15^2) + \frac{-0,0001}{3} \\ &\quad (1573,15^3 - 298,15^3) + \frac{8,005 \times 10^{-8}}{4} (1573,15^4 - 298,15^4) \\ &= 66.851,65 \text{ KJ/kmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p}{R} \frac{dT}{T} &= \Delta A (\ln T - \ln T_0) + \Delta B (T-T_0) + \frac{\Delta C}{2} (T^2 - T_0^2) + \frac{\Delta D}{3} (T^3 - T_0^3) \\ &= 27,682 (\ln 1573,15 - \ln 298,15) + 0,0358 (1573,15-298,15) + \frac{-0,0001}{2} \\ &\quad (1573,15^2 - 298,15^2) + \frac{8,005 \times 10^{-8}}{3} (1573,15^3 - 298,15^3) \\ &= 45,47 \text{ kJ/kmol} \end{aligned}$$

$$\Delta G^\circ_{R(T)} = \Delta H^\circ_{R(T_0)} + R \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p}{R} dT - T \left( \frac{\Delta H^\circ_{R(T_0)} - \Delta G^\circ_{R(T_0)}}{T_0} \right) - RT \int_{T_0}^T \frac{\Delta C_p}{R} \frac{dT}{T}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_{R(T)} &= 722,17 + 66.851,65 - 1573 \left( \frac{791,67 - 722,17}{298,15} \right) - (45,47) \\ &= 67.231,45 \text{ kJ/kmol} \end{aligned}$$

Tabel 2.3. Perbandingan proses produksi Carbon Black

No	Keterangan	Furnace Black	Thermal Black
1	Bahan baku	Minyak Residu	Gas Alam
2	Biaya Bahan Baku (/kg produk)	Rp. 3.500	Rp. 5.400
3	Keuntungan (/kg produk)	Rp. 4.689,-	Rp. 1.600,-
4	$\Delta H$ reaksi	1.313,9	2.254,79
5	$\Delta G$ reaksi	47.984,13	67.231,45
6	Yield	65 - 98%	60 - 90%

Dari tabel 2.3 diatas dapat disimpulkan bahwa dari kedua proses pembuatan *Carbon Black* metode yang dipilih menggunakan proses Furnace Black.

Pemilihan proses ini berdasarkan atas beberapa pertimbangan berikut:

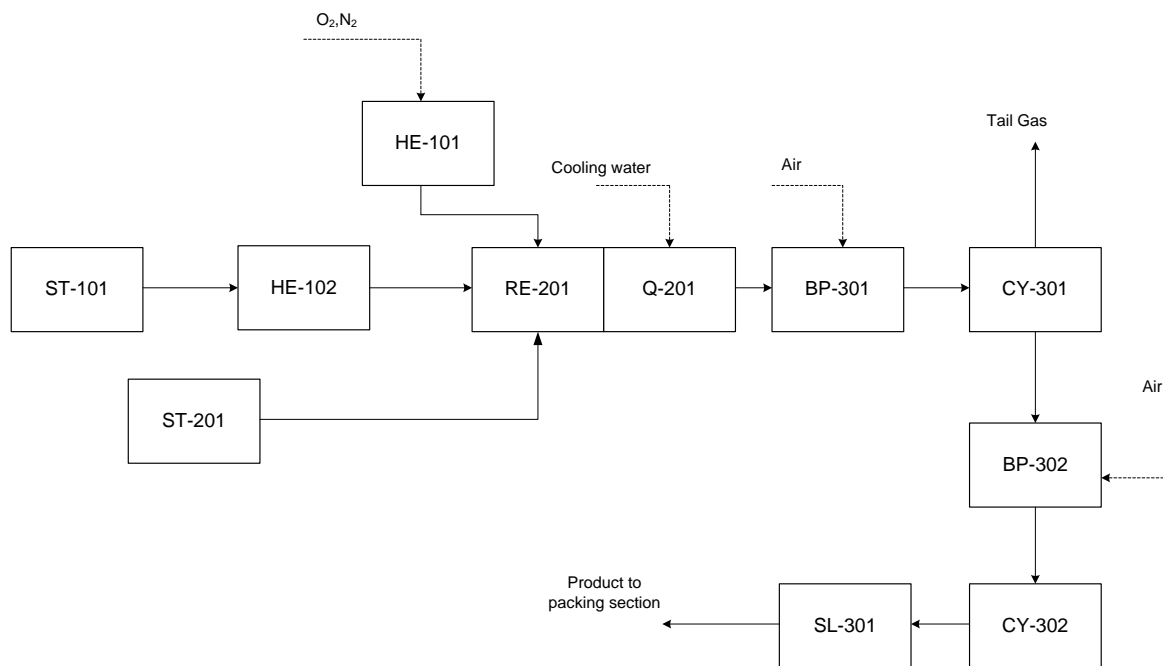
1. Dari hasil perhitungan ekonomi kasar paling menguntungkan.
2. Biaya bahan baku paling murah.
3. Nilai entalpi reaksi paling kecil sehingga energi yang dibutuhkan paling sedikit.
4. Yield yang dihasilkan lebih besar.

Oleh sebab itu proses yang dipilih adalah proses kedua, yakni proses furnace black pada temperatur 1600°C menggunakan bahan baku Minyak Residu ( $C_{20}H_{42}$ ).

### C. Uraian Proses

Kegiatan produksi dimulai dengan tahap penyiapan bahan baku, yaitu pengaliran bahan utama yaitu minyak residu dari *umpan stock storage tank* (ST-101) ke reaktor dengan menggunakan pompa (PP-01). Sedangkan bahan bakar berupa minyak residu juga disuplai dari Pertamina Cilacap yang di simpan di *fuel storage tank* (ST-102). Sebelum memasuki reaktor, minyak residu dan udara memerlukan pemanasan awal terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan *yield* dari *carbon black* yang dihasilkan. Dalam proses ini, suhu untuk keluaran *preheater* minyak residu (HE-101) sebesar 300 °C. Udara juga dikontakkan dengan aliran produk yang keluar dari reaktor sebagai pemanasan awal melalui *preheater 2* (HE-102).

Setelah dilakukan pemanasan awal, untuk memasuki reaktor perlu penginjeksian *umpan* dengan menggunakan peralatan *atomized*. Temperatur di dalam zona pembakaran pada reaktor dengan proses pirolisis ini sebesar 1600 °C. Setelah mengalami proses perengkahan, air primer sebagai pemadam (*quenching*) pada *quencher primer* (Q-201) dibutuhkan untuk menghentikan reaksi serta mendinginkan gas menjadi 400 °C. Selanjutnya aliran gas yang mengandung *carbon black* yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan baku dengan udara dalam reaktor dialirkan ke *cyclone* (CY-301) untuk memisahkan udara/gas dari produk, yang bertujuan untuk menghindari terbuangnya *carbon black* ke lingkungan. *Tail gas* yang keluar dari *cyclone* dibakar agar tidak terbuang dan mencemari lingkungan. Hasil energi pembakaran ini dapat digunakan untuk memproduksi steam. *Carbon black* yang halus keluar dari *Cyclone* (CY-301) dibantu dengan blower untuk menurunkan suhu produk menuju ke *Cyclone* kedua untuk memisahkan kembali udara dengan produk. Kemudian produk dengan kemurnian 99,76% dimasukkan kedalam *solid storage* yang berbentuk silo (SL-301).



Gambar 2.1. Blok Diagram Proses Pembuatan Carbon Black