

LAMPIRAN I
DATA PENGAMATAN

1. Data Kondisi Operasi

Tabel 1. Kondisi Operasi Proses Pencairan Batubara

Sampel	Ukuran (mesh)	Jenis Pelarut	Jenis Katalis	Rasio BB : Pelarut	Temp. Pemanasan (°C)
				1:1	375
Lignit	200	Kerosin	ZnCl ₂	1:2	375
				1:3	375
Lignit	200	Sikloheksana	ZnCl ₂	1:1	375
				1:2	375
				1:3	375

2. Data Analisa Bahan Baku Batubara

Tabel 2. Hasil Analisa Proksimat Batubara *Brown Coal*

Parameter	Unit	Hasil
Total Moisture	% adb	28,431
Ash Content	% adb	38,599
Volatile Matter	% adb	4
Fixed Carbon	% adb	57,44
Gross Calorific Value	Kcal/g	52,95

Tabel 3. Hasil Analisa Ultimat Batubara *Brown Coal*

Parameter	Unit	Hasil
Karbon	% adb	61,761
Hidrogen	% adb	5,0639
Nitrogen	% adb	0,84693
Total Sulfur	% adb	0,56
Oksigen	% adb	27,77

3. Data Produk Hasil Pencairan Batubara

Tabel 4. Hasil Pencairan Batubara

No	Jenis Pelarut	Rasio Batubara : Pelarut	Volume ml	Total Residu gr
1		1:1	321	233,7601
2	Kerosin	1:2	504	237,2680
3		1:3	677	240,7702
4		1:1	334	230,9705
5	Sikloheksana	1:2	543	232,4607
6		1:3	688	238,1303

4. Analisa Produk Hasil Pencairan Batubara

a. Analisa Densitas

Tabel 5. Analisa Densitas Hasil Pencairan Batubara

No	Jenis Pelarut	Rasio Batubara : Pelarut	Densitas gr/cm ³
1		1 : 1	0,7491
2	Kerosin	1 : 2	0,7416
3		1 : 3	0,7398
4		1 : 1	0,6534
5	Sikloheksana	1 : 2	0,6567
6		1 : 3	0,6578

b. Analisa Titik Nyala

Tabel 6. Analisa Titik Nyala Hasil Pencairan Batubara

No	Jenis Pelarut	Rasio Batubara : Pelarut	Titik Nyala °C
1		1 : 1	55,8
2	Kerosin	1 : 2	55,79
3		1 : 3	55,83
4		1 : 1	55,6
5	Sikloheksana	1 : 2	55,9
6		1 : 3	56,1

c. Analisa Viskositas

Tabel 9. Analisa Viskositas Hasil Pencairan Batubara

No	Jenis Pelarut	Rasio Batubara : Pelarut	Viskositas (cm/s)
1		1 : 1	7,1
2	Kerosin	1 : 2	6,3
3		1 : 3	5,6
4		1 : 1	7,1
5	Sikloheksana	1 : 2	6,5
6		1 : 3	6,0

LAMPIRAN II PERHITUNGAN

2.1 Menghitung Desain Reaktor

Untuk menghitung desain reaktor yang akan digunakan dalam penelitian ini dilakukan studi literatur seperti Pherry's Chemical Eng. Handbook, p 6 dan Plant Design and Economics for Chemical Engineer. Adapun tahapan perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Spesifikasi Reaktor

Kondisi Operasi :

Temperatur, T = 450°C

Tekanan, P = 30 kg/cm²

2. Menghitung Densitas Campuran, ρ_{camp}

Tabel 1. Campuran bahan baku

Komponen campuran	m (gr)	% m	ρ (gr/cm ³)	ρ_{camp} (gr/cm ³)
Batubara	1000	33	1,50	0,49
Pelarut	2000	66	0,86	0,57
Katalis	30	1	2,91	0,03
Total	3030	100		1,09

3. Menghitung Volume Keseluruhan, V

Reaktor yang digunakan adalah berbentuk silinder tegak dengan tutup elipsoidal maka untuk menghitung volume keseluruhan menggunakan persamaan berikut :

$$V = \frac{m}{\rho_{camp}} \quad (1)$$

maka,

$$V = \frac{m}{\rho_{camp}}$$

$$V = \frac{3030 \text{ gr}}{1,09 \text{ gr/cm}^3}$$

$$V = 2764,42 \text{ cm}^3$$

4. Menghitung Diameter Reaktor, D_T

- a. Volume bagian silinder, V_s

$$V_s = \frac{\pi}{8} D^3 \quad (2)$$

- b. Volume bagian head, V_h

$$V_h = \frac{\pi}{24} D^3 \quad (3)$$

- c. Volume total tangki, V_T

$$V_T = V_s + V_h \quad (4)$$

$$= \frac{\pi}{8} D^3 + \frac{\pi}{24} D^3$$

$$= \frac{\pi}{6} D^3 \quad (5)$$

maka, untuk menghitung diameter tangki adalah :

$$V_T = \frac{\pi}{6} D^3$$

$$D_T = \left(\frac{6 \times V_T}{\pi} \right)^{1/3}$$

$$D_T = \left(\frac{6 \times 2764,42 \text{ cm}^3}{\pi} \right)^{1/3}$$

$$D_T = 18 \text{ cm}$$

5. Menghitung Tinggi Reaktor, H_T

- a. Tinggi silinder, H

$$H = 2 \times D \quad (6)$$

$$= 2 \times 18 \text{ cm}$$

$$= 36 \text{ cm}$$

- b. Tinggi elipsoidal, h

$$\begin{aligned}
 h &= 0,75 \times D & (7) \\
 &= 0,75 \times 18 \text{ cm} \\
 &= 13,5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

c. Tinggi total reaktor, H_T

$$\begin{aligned}
 H_T &= H + h & (8) \\
 &= 0,75 \times 18 \text{ cm} \\
 &= 13,5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

6. Menghitung Tebal Dinding, t

Untuk mengetahui tebal tangki yang akan digunakan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$t = \frac{P \times R}{(S \times E) - 0,6 P} \quad (9)$$

dimana,

- P = tekanan desain = 30 kg/cm^2
- R = jari-jari tangki = 9 cm
- S = allowable stress = $9931,97 \text{ kg/cm}^2$
- E = joint efisiensi = 85%
- C = allowable corrosion = $3,493 \text{ cm}$

maka,

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{P \times R}{(S \times E) - 0,6 P} + 0,381 \text{ cm/th} \\
 &= \frac{30 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 9 \text{ cm}}{(9931,97 \text{ kg/cm}^2 \times 0,85) - 0,6 \times 30 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} + 3,493 \text{ cm} \\
 &= 3,85 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

7. Menghitung Diameter dan Tinggi Gasket

$$\begin{aligned}
 D_g &= D_T - \text{jarak peyangga} \\
 &= 18 \text{ cm} - 4 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

= 14 cm

karena $D_g = T_g$, maka $T_g = 14$ cm

2.2 Analisa Proksimat Batubara *Brown Coal*

1. Analisa Kadar Air

Uk. BB (mesh)	Berat Cawan Kosong (gr)	Berat Batubara (gr)	Berat Cawan + Batubara Sebelum (gr)	Berat Cawan + Batubara Setelah (gr)	Berat Sisa (gr)
200	49.28	1.02	50.3	50.01	0.29

2. Analisa Kadar Abu

Uk. BB (mesh)	Berat Cawan Kosong (gr)	Berat Batubara (gr)	Berat Cawan + Batubara Sebelum (gr)	Berat Cawan + Batubara Setelah (gr)	Berat Sisa (gr)
200	28.11	1.02	29.13	28.15	0.98

3. Analisa Kadar Zat Terbang

Uk. BB (mesh)	Berat Cawan Kosong + Tutup (gr)	Berat Batubara (gr)	Berat Cawan + Batubara + Tutup (Sebelum) (gr)	Berat Cawan + Batubara + Tutup (Setelah) (gr)	Berat Sisa (gr)
200	39.02	1.03	40.05	39.36	0.69

a. Kadar Air

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Berat Batubara Sisa}}{\text{Berat Batubara Awal}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air} = \frac{0.29 \text{ gr}}{1.02 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air} = 28.431\%$$

b. Kadar Abu

$$\text{Kadar Abu} = (\text{Berat Batubara Awal} - \text{Berat Batubara Sisa}) \times 100\%$$

$$\text{Kadar Abu} = \frac{1.02 \text{ gr} - 0.98 \text{ gr}}{4 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Abu} = 4 \text{ gr}$$

c. Kadar Zat Terbang

$$\text{Kadar Zat Terbang} = \frac{\text{Berat Batubara Sisa}}{\text{Berat Batubara Awal}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Zat Terbang} = \frac{0.69 \text{ gr}}{1.03 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Zat Terbang} = 66.990\% \quad - \quad \text{Kadar Air}$$

$$\text{Kadar Zat Terbang} = 38.559\%$$

2.3 Analisa Hasil Pencairan Batubara

a. Analisa Densitas

Tabel 2. Analisa Densitas Hasil Pencairan Batubara

Sampel	Pikno+Tutup (m1)	Pikno+Tutup+Hasil(m2)	Pikno+Tutup+Air (m3)
(gr)	(gr)	(gr)	(gr)
Ker-1	27.45	45.4883	51.43
Ker-2	27.45	45.3077	51.43
Ker-3	27.45	45.2643	51.43
Siklo-1	27.45	43.1838	51.43
Siklo-2	27.45	43.2633	51.43
Siklo-3	27.45	43.2898	51.43

Diketahui : $\rho \text{ air} = 0.9957 \text{ gr/ml}$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{m_3 - m_1}{\rho \text{ air}}$$

$$V = \frac{51.4 \text{ gr} - 27.5 \text{ gr}}{0.9957 \text{ gr/ml}}$$

$$V = 24.08 \text{ ml}$$

Maka, ρ produk minyak adalah

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

$$\rho = \frac{45.488 \text{ gr} - 27.5 \text{ gr}}{24.08 \text{ ml}}$$

$$\rho = 0.749 \text{ gr/ml}$$

Dari perhitungan yang sama didapatkan tabulasi densitas setiap sampel yang dihasilkan, yaitu :

Tabel 3. Densitas Hasil Pencairan Batubara

Sampel	Densitas (gr/ml)
Ker-1	0.7490
Ker-2	0.7415
Ker-3	0.7397
Siklo-1	0.6533
Siklo-2	0.6566
Siklo-3	0.6577

2.3 Perhitungan Viskositas Produk Light Oil

Tabel 4. Analisa Viskositas Hasil Pencairan Batubara

No	Jenis Pelarut	Rasio BB : Pelarut	Waktu (sec)	V (cm/sec)
1	Kerosin	1;1	2.46	6.91
2		1;2	2.28	7.31
3		1;3	2.15	7.34
4	Sikloheksana	1;1	2.34	7.45
5		1;2	2.78	8.14

Diketahui :	D bola	=	14.3 mm	=	0.14 cm
	r bola	=	7.15 mm	=	0.71 cm
	ρ bola	=	7.7 gr/cm ³		
	D tabung	=	1.7 cm		
	h tabung	=	17 cm		

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Viskositas} &= \frac{(m - m_0) g}{6\pi r v} \\ &= \frac{2/9 (r \times r) g (\rho \text{ bola} - \rho \text{ cairan})}{v \text{ rata-rata}} \\ &= 7.1 \text{ cSt} \end{aligned}$$

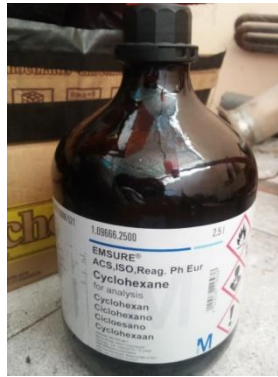
Dari perhitungan yang sama didapatkan tabulasi viskositas setiap sampel yang dihasilkan, yaitu :

Tabel 5. Viskositas Hasil Pencairan Batubara

Sampel	Viskositas (cm/sec)
Ker-1	7.1
Ker-2	6.3
Ker-3	5.6
Siklo-1	7.1
Siklo-2	6.5
Siklo-3	6.0



Gambar 4. Pelarut Kerosin



Gambar 5. Pelarut Sikloheksana

3. Produk



Gambar 6. Minyak dari Pelarut Kerosin (300 gr, 600 gr, 900 gr)



Gambar 7. Minyak dari Pelarut Sikloheksana (300 gr, 600 gr, 900 gr)