

LAMPIRAN I
DATA HASIL PENGAMATAN

1. Data desain Reaktor *Catalytic Thermal Cracking*

Temperatur, T	= 450°C
Tekanan, P	= 30 kg/cm ²
Laju alir massa, F	= 1000 gr/jam
Densitas campuran, ρ_{camp}	= 1,09 gr/cm ³
Waktu, t	= 1 hari

2. Data Kondisi Operasi Proses Pencairan Batubara

Tabel 7. Data Bahan

Parameter	Hasil
Jenis Batubara	Lignit
Ukuran	-200 mesh
Jenis Pelarut	Kerosin
Jenis Katalis	ZnCl ₂
Rasio BB : Pelarut	1 : 2
Temperatur Kondensor	25 °C

Tabel 8. Data Pengamatan Kondisi Operasi Reaktor

No	Berat Batubara (gr)	Volume Pelarut (ml)	Temperatur Reaktor (°C)	Tekanan Reaktor (bar)	Waktu (menit)	Volume Produk (ml)	Persen Yield (%)
1	300,04	723	345	6,25	120	192	15,82
2	300,03	723	355	7,5	120	255	20,96
3	300,05	723	365	8,75	120	393	32,06
4	300,08	723	375	9,25	120	504	41,11
5	300,02	723	385	10	120	643	52,33

3. Analisa Bahan Baku Proses Pencairan Batubara

a. Analisa proksimat batubara

Tabel 9. Data Analisa Kadar Air

Parameter	Unit	Hasil
Berat Cawan Kosong	gr	49,28
Berat Cawan + Batubara Sebelum Pemanasan	gr	50,3
Berat Batubara	gr	1,02
Berat Cawan + Batubara Setelah Pemanasan	gr	50,01
Berat Batubara Sisa	gr	0,29

Tabel 10. Data Analisa Kadar Abu

Parameter	Unit	Hasil
Berat Crussible Kosong	gr	28,11
Berat Crussible + Batubara Sebelum Pemanasan	gr	29,13
Berat Batubara	gr	1,02
Berat Crussible + Batubara Setelah Pemanasan	gr	28,15
Berat Batubara Sisa	gr	0,98

Tabel 11. Data Analisa Kadar Zat Terbang

Parameter	Unit	Hasil
Berat Crussible Kosong	gr	39,02
Berat Crussible + Batubara Sebelum Pemanasan	gr	40,05
Berat Batubara	gr	1,03
Berat Crussible + Batubara Setelah Pemanasan	gr	39,36
Berat Batubara Sisa	gr	0,69

b. Analisa ultimat batubara

Tabel 12. Hasil Analisa Ultimat Batubara

Parameter Analisis	Unit	Hasil*
Karbon (C)	% adb	61,761
Hidrogen (H)	% adb	5,0639
Oksigen (O)	% adb	31,76817
Nitrogen (N)	% adb	0,84693
Sulfur (S)	% adb	0,56

*Sumber : Laboratorium PT. Geo Service, 2017

4. Analisa Produk Minyak Batubara Cair

a. Data Analisa GC Produk Minyak Batubara Cair

Tabel 13. Hasil Analisa GC Produk Minyak Batubara Cair

Komponen	Hasil (%mol)*
N-Pentane	3.453
Iso Pentane	0.012
N-Hexane	40.879
Iso Hexane	0.120
N-Heptane	55.366
Iso Heptane	0.170

*Sumber : Laboratorium PT. Pertamina RU III Plaju-Sungai Gerong, 2017

b. Data Analisa Densitas

Tabel 14. Data Analisa Densitas Produk Minyak Batubara Cair

Percobaan ke-	Parameter				Densitas air pada (15°C) (gr/cm ³)
	Berat piknometer kosong (gr)	Berat piknometer + air (15°C) (gr)	Berat piknometer + produk (15°C) (gr)		
1	27,45	52,43	46,9312	0,9927	
2	27,48	52,78	47,0234	0,9927	
3	27,46	52,66	46,7650	0,9927	
4	27,43	52,34	46,8521	0,9927	
5	27,44	52,40	46,9544	0,9927	

c. Data Analisa Viskositas

Tabel 15. Data Analisa Viskositas Produk Minyak Batubara Cair

Percobaan ke-	Parameter					
	Diameter bola (cm)	Jari-jari bola (cm)	Densitas bola (gr/cm ³)	Diameter tabung (cm)	Tinggi tabung (cm)	Waktu (s)
1	0,1429	0,7145	7,7	1,7	17	2,46
2	0,1429	0,7145	7,7	1,7	17	2,28
3	0,1429	0,7145	7,7	1,7	17	2,14
4	0,1429	0,7145	7,7	1,7	17	2,08
5	0,1429	0,7145	7,7	1,7	17	2,02

d. Data Analisa Titik Nyala

Tabel 16. Data Analisa Titik Nyala Produk Minyak Batubara Cair

Percobaan ke-	Parameter	
	Temperatur (°C)	Waktu (sekon)
1	55,83	11,02
2	55,79	10,30
3	55,82	10,45
4	55,80	10,33
5	55,82	10,47

e. Data Analisa Nilai Kalor

Tabel 17. Data Analisa Nilai Kalor Produk Minyak Batubara Cair

Percobaan ke-	Unit	Hasil*
1	Cal/gr	11532,694
2	Cal/gr	11545,654
3	Cal/gr	11582,908
4	Cal/gr	11625,951
5	Cal/gr	11641,342

*Sumber : *Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, 2017*

LAMPIRAN II PERHITUNGAN

II.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. Menghitung Volume Keseluruhan

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

$$V = \frac{F \times t}{\rho_{camp}} \quad (1)$$

maka,

$$V = \frac{F \times t}{\rho_{camp}}$$

$$V = \frac{1000 \frac{gr}{cm^3} \times 24 \frac{jam}{hari} \times 1 \frac{hari}{jam}}{1,09 \frac{gr}{cm^3}}$$

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

2. 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 :

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

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

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

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

3. Menghitung Tinggi Reaktor, H_T

a. Tinggi silinder, H

$$\begin{aligned} H &= 2 \times D \\ &= 2 \times 18 \text{ cm} \\ &= 36 \text{ cm} \end{aligned} \tag{6}$$

b. Tinggi elipsoidal, h

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

c. Tinggi total reaktor, H_T

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

4. Menghitung Tebal Dinding, t

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

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

dimana,

$$P = \text{tekanan desain} = 30 \text{ kg/cm}^2$$

$$R = \text{jari-jari tangki} = 9 \text{ cm}$$

$$S = \text{allowable stress} = 9931,97 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = \text{joint efisiensi} = 85\%$$

$$C = \text{allowable corrosion} = 3,493 \text{ cm}$$

maka,

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

5. Menghitung Diameter dan Tinggi Gasket

$$\begin{aligned}
 D_g &= D_T - \text{tebal} \\
 &= 18 \text{ cm} - 4 \text{ cm} \\
 &= 14 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

karena $D_g = T_g$, maka $T_g = 14 \text{ cm}$

II.2. Perhitungan Analisa Proksimat Bahan Baku

a. Kadar Air

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(b-c)}{(b-a)} \times 100$$

Keterangan :

a = berat cawan kosong (gr)

b = berat cawan + sampel (gr) sebelum pemanasan

c = berat cawan + sampel (gr) setelah pemanasan

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(50,3 - 50,01) \text{ gr}}{(50,3 - 49,28) \text{ gr}} \times 100 = 28,43\%$$

b. Kadar Abu

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{(c-a)}{(b-a)} \times 100$$

Keterangan :

a = berat crussible kosong (gr)

b = berat crussible + sampel (gr) sebelum pemanasan

c = berat crussible + sampel (gr) setelah pemanasan

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{(28,15 - 28,11)}{(29,13 - 28,11)} \times 100 = 4\%$$

c. Kadar Zat Terbang

$$\text{Kadar Air (\%)} = \left[\frac{(b-c)}{(b-a)} \times 100 \right] - \% \text{ Kadar air lembab}$$

Keterangan :

a = berat crussible kosong + tutup (gr)

b = berat crussible + tutup + sampel (gr) sebelum pemanasan

c = berat crussible + tutup + sampel (gr) setelah pemanasan

$$Kadar\ Zat\ Terbang\ (\%) = \left[\frac{(40,05 - 39,36)\ gr}{(40,05 - 39,02)\ gr} \times 100 \right] - 28,43\% = 38,37\%$$

d. Karbon Tetap

$$\%Karbon\ Tetap = 100\% - \%Kadar\ air\ lembab - \%Kadar\ abu - \%Kadar\ Zat\ Terbang$$

$$\%Karbon\ Tetap = 100\% - 28,43\% - 4,00\% - 38,37\% = 29,2\%$$

II.3 Perhitungan Sifat Fisik Produk

a. Perhitungan Densitas

$$\begin{aligned} \text{Volume piknometer} &= \frac{\text{Berat piknometer + air (15}^\circ\text{C)} - \text{Berat piknometer kosong}}{\text{Densitas air pada 15}^\circ\text{C}} \\ &= \frac{(52,43 - 27,45)\ \text{gr}}{0,9927\ \text{gr/cm}^3} \\ &= 24,7781\ \text{cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Densitas percobaan 1} &= \frac{\text{Berat piknometer + produk (15}^\circ\text{C)} - \text{Berat piknometer kosong}}{\text{Volume piknometer}} \\ &= \frac{(46,9312 - 27,45)\ \text{gr}}{24,7781\ \text{cm}^3} \\ &= 0,7862\ \text{gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Tabel 18. Data rekapitulasi perhitungan nilai densitas pada tiap percobaan

Percobaan ke-	Densitas Produk (gr/cm ³)
1	0,7862
2	0,7787
3	0,7723
4	0,7861
5	0,7882

b. Perhitungan Viskositas Produk

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan percobaan 1} &= \frac{s}{t} \\
 &= \frac{17 \text{ cm}}{2,46 \text{ s}} \\
 &= 6,91 \text{ cm/s}
 \end{aligned}$$

Tabel 19. Data rekapitulasi perhitungan kecepatan pada tiap percobaan

Percobaan ke-	Kecepatan (cm/s)
1	6,91
2	7,46
3	7,94
4	8,17
5	8,42

$$\begin{aligned}
 \text{Viskositas pada produk 1} &= \frac{(m-m_0)g}{6\pi r v} \\
 &= \frac{2/9 r^2 g (\rho_{\text{bola}} - \rho_{\text{cairan}})}{V} \\
 &= \frac{2/9 \times 0,7145^2 \text{ cm} \times 980 \text{ cm/s}^2 \times (7,7 - 0,7491) \text{ gr/cm}^3}{6,91 \text{ cm/s}} \\
 &= 1,1 \text{ cSt}
 \end{aligned}$$

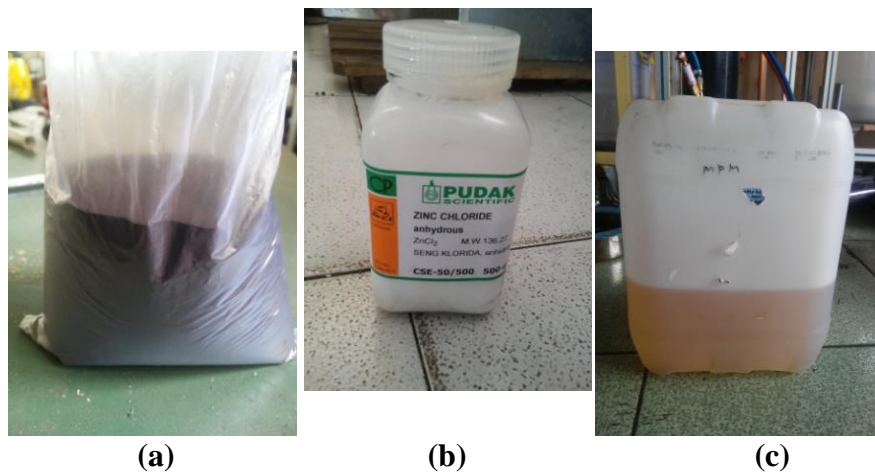
Tabel 20. Data rekapitulasi perhitungan viskositas produk pada tiap percobaan

Percobaan ke-	Viskositas (cSt)
1	1,1
2	1,03
3	0,97
4	0,94
5	0,91

LAMPIRAN III GAMBAR



Gambar 17 . Alat Pencairan Batubara



Gambar 18. Bahan Baku Pencairan Batubara,
(a) Batubara lolos 200 mesh (b) Katalis $ZnCl_2$ (c) Pelarut Kerosin



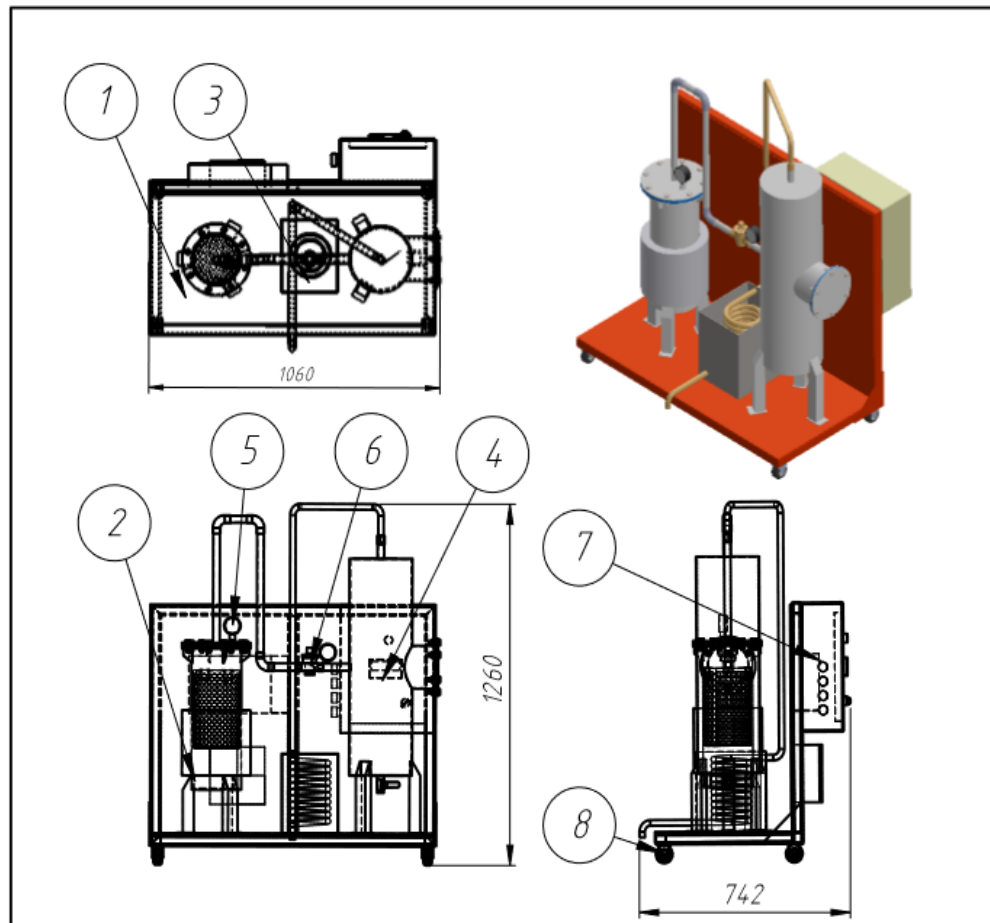
Gambar 19. Campuran Bahan Baku (*Slurry*)



Gambar 20. Produk Pencairan Batubara

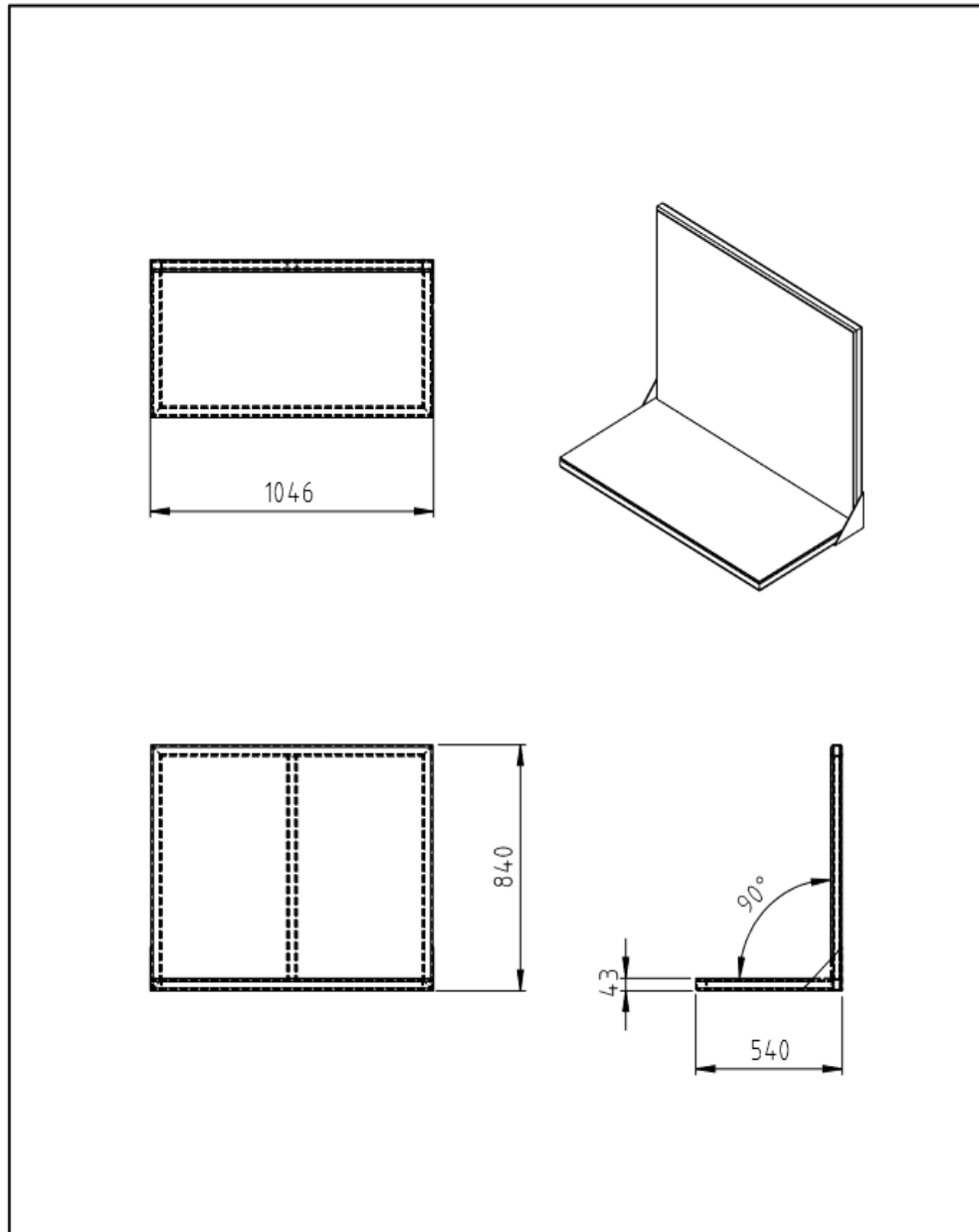


Gambar 21. Sampel Produk Untuk Dianalisa

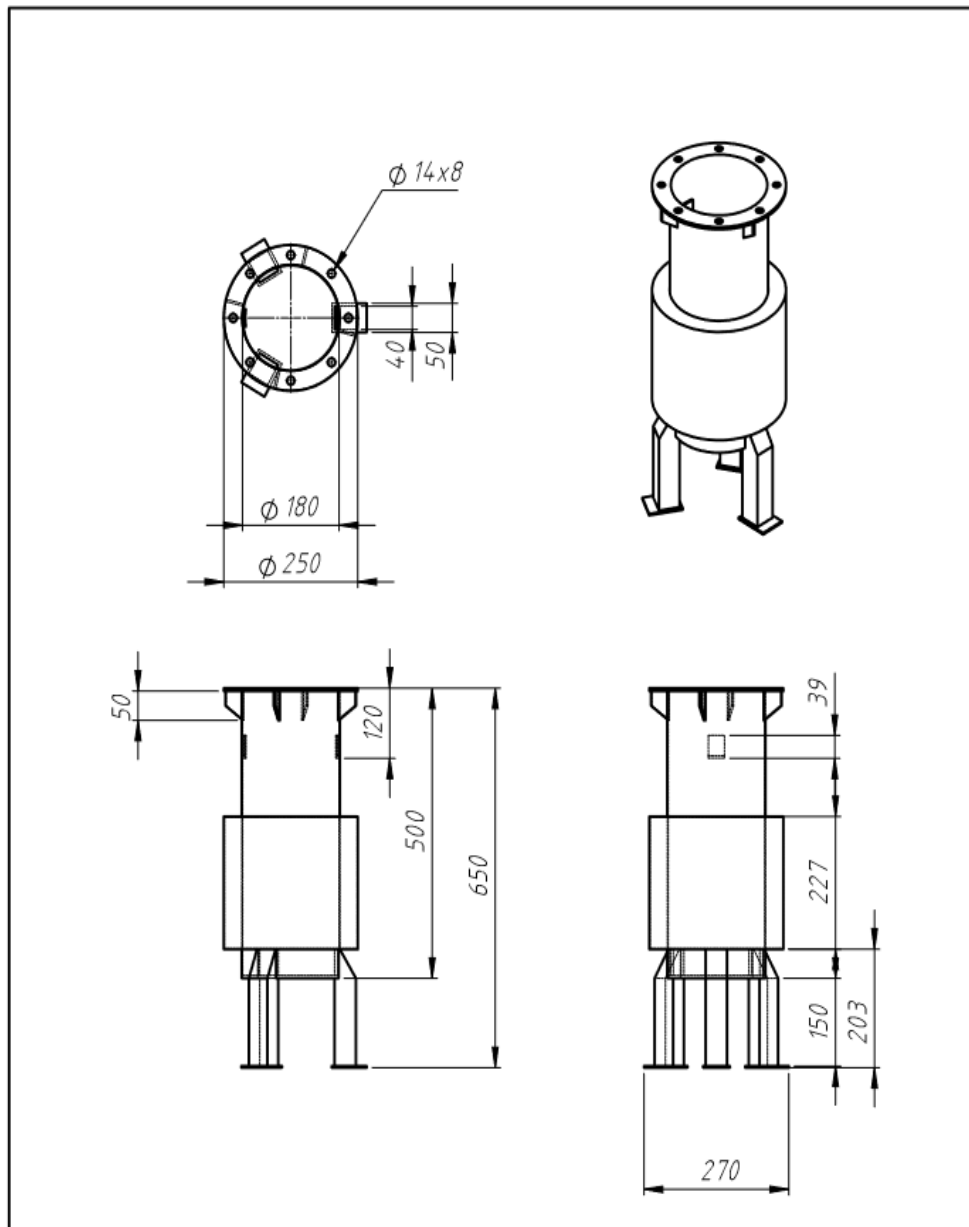


		4	Roda	8	Various	Various	Dibeli
		1	Control Panel	7	Various	350x450x150	Dibeli
		1	Check Valve	6	Various	Various	Dibeli
		1	Pressure gauge	5	Various	Various	Dibeli
		1	Flash Tank	4	Steel	φ 230x500	Dibuat
		1	Kondensor	3	Steel	275x255x200	Dibuat
		1	Reaktor	2	Steel	φ 180x500	Dibuat
		1	Kerangka	1	Steel	1046x540x840	Dibuat
	Jumlah		Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan

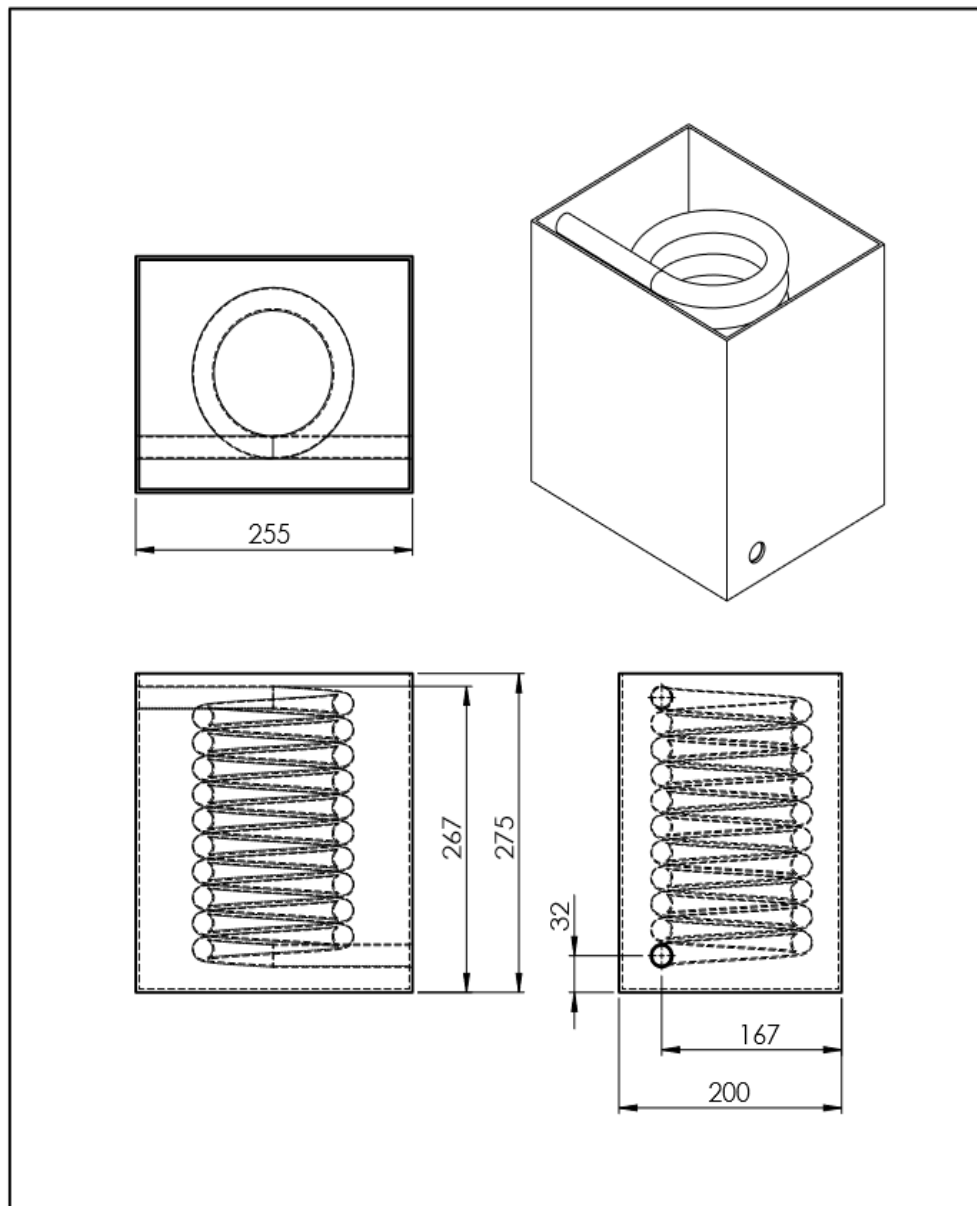
III	II	I	Perubahan:					
			ASSEMBLY ALAT LIKUIFAKSI BATUBARA			skala 1:20	Digambar 20/06/17	Team
			POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA			DRAME SW ASSEMBLY/2017		



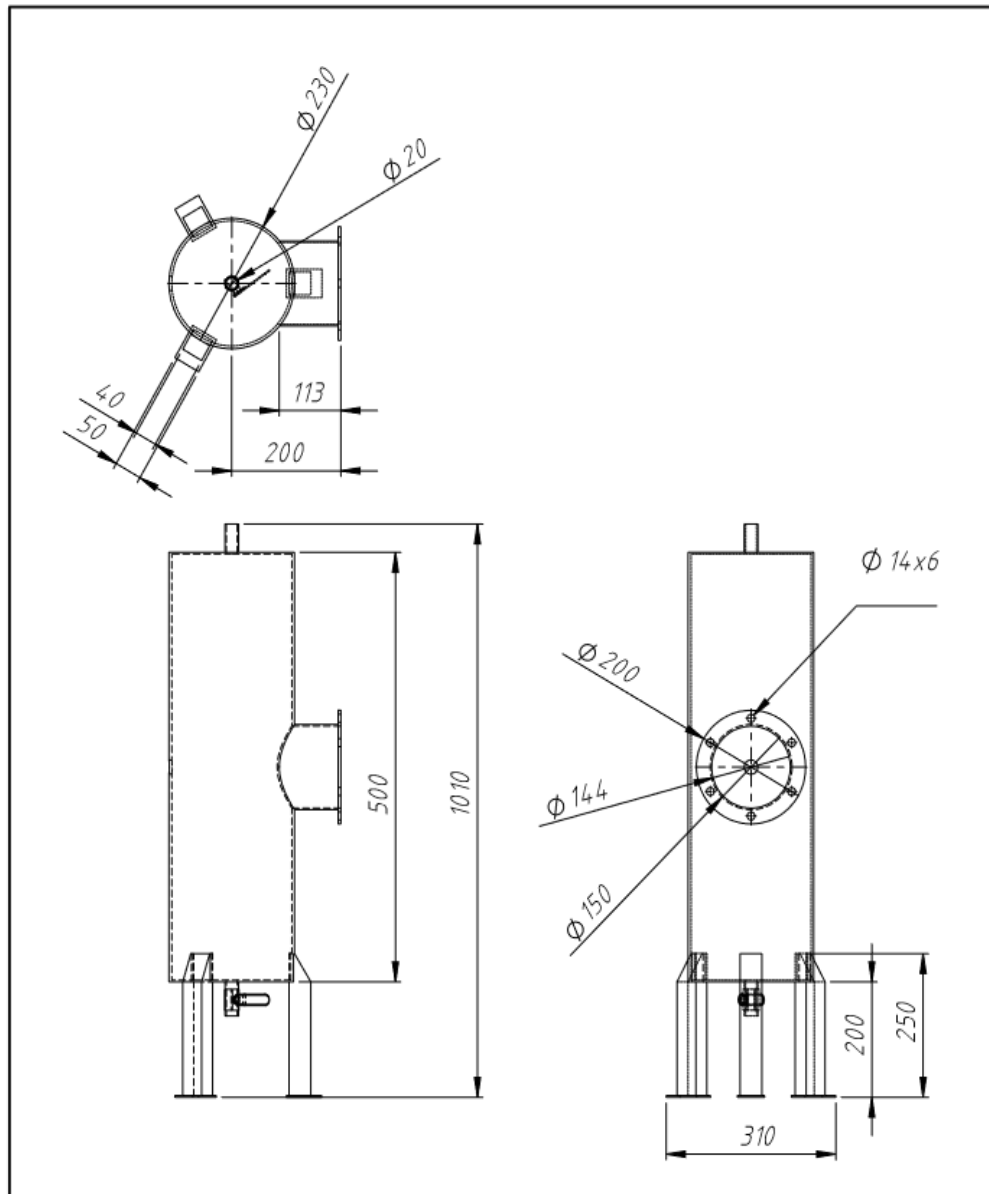
		1	Kerangka	1	Steel	1046x540x840	Dibuat	
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan:					
			KERANGKA			skala 1:20	Digambar 20/06/17 Team	
						Diperiksa		
			POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA			DRAME SW PART No.01/2017		



		1	Reaktor	1	Steel	Ø 180x500	Dibuat	
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan:					
REAKTOR						skala 1:20	Digambar 20/06/17 Team Diperiksa	
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA						DRAME SW PART No.02/2017		



		1	Kondensor	1	Steel	275x255x200	Dibuat	
Jumlah			Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan:					
KONDENSOR						skala 1:5	Digambar 20/06/17 Team Diperiksa	
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA						DRAME SW PART No.03/2017		



		1	Flash Tank	1	Steel	Ø 230x500	Dibuat	
	Jumlah		Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan	
III	II	I	Perubahan:					
			FLASH TANK			skala 1:10	Digambar 20/06/17	Team
						Diperiksa		
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA						DRAME SW PART No.04/2017		