LAMPIRAN I
SURAT VALIDASI DATA

Nomor:

Nama Pelanggan	: Natanael Christian Hamonangan
NIM	: 061840411417
Perusahaan/Instansi	: Mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya
Alamat	: Jl. Lunjuk Jaya Lorong Seroja 3
Judul Penelitian	: Analisis Kualitas Dan Kuantitas *Syngas* Co-Gasifikasi Batubara Dan Ampas Tebu Metode *Downdraft* Gasifikasi Dikaji Dari Ukuran Bahan Baku
PLP Lab Energi	: Adi Gunawan

Tabel L1.1 Data Tekanan dan Temperatur *Syngas*

Ukuran Bahan Baku (cm)	**Tekanan *Syngas* (atm)**	**Temperatur *Syngas* Rata-rata (°C)**
– 6 + 4 cm	1	32,5
– 4 + 2 cm	1	34,4
– 2 cm	1	30,1

Tabel L1.2 Data Kecepatan Oksigen Input dan *Syngas* Output Proses Co-Gasifikasi

Variasi Sampel (cm)	**Laju Alir Oksigen (liter/min)**	**Kecepatan *Syngas* Output Rata-rata(m/s)**
– 6 + 4 cm	1	3,3
– 4 + 2 cm	1	3,5
– 2 cm	1	4,5

SAMBUNGAN

Tabel L1.3 Data Lama Nyala Api Proses Co-Gasifikasi

Variasi Ukuran Bahan Baku (cm)	Lama Nyala Api*
– 6 + 4 cm	8 - 9 menit
– 4 + 2 cm	5 - 6 menit
– 2 cm	6 – 7 menit

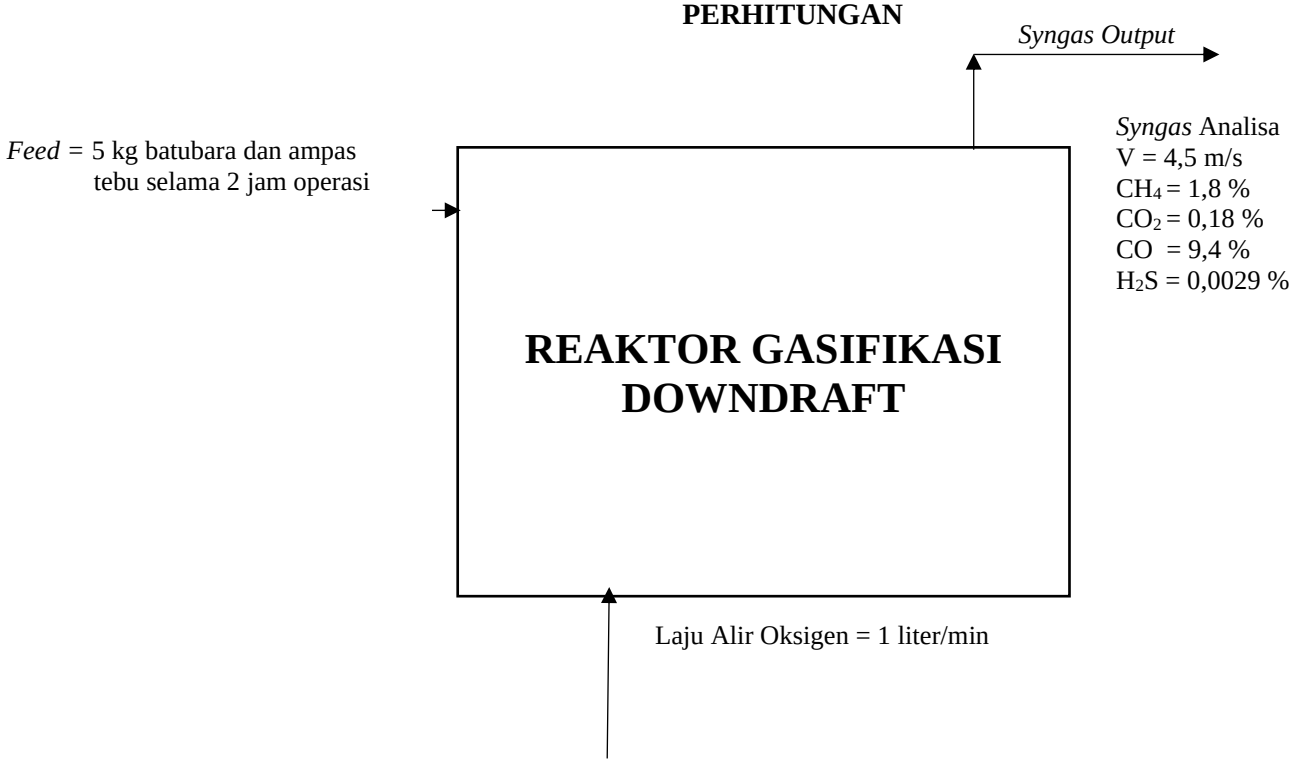
*Kalkulasi waktu total selama dihasilkan nyala api di *flare stack*, lama nyala api tidak stabil (nyala-redup)

Tabel L1.4 Data Temperatur Ruang Bakar Gasifikasi

Waktu (Menit Ke -)	Variasi Ukuran Batubara dan Ampas Tebu (cm)		
	– 6 + 4	– 4 + 2	– 2
	Temperatur (°C)		
0	37	34	35
10	91	87	88
20	165	158	160
30	198	190	199
40	217	201	211
50	297	267	255
60	350	330	325
70	401*	390	340
80	420	405	410
90	490	420*	429*
100	570	487	552
110	550	502	540
120	510	492	532

LAMPIRAN II

PERHITUNGAN



2.1 Pengolahan Data Pada Variasi Ukuran Bahan Baku - 2 cm

2.1.1 Perhitungan laju alir pemakaian bahan bakar/ *fuel consume rate* (FCR)

- Jumlah bahan bakar yang disuplai = 5 kg
- Lama waktu pembakaran = 120 menit = 2 jam

$$FCR = \frac{massa\ bahan\ bakar\ yang\ digunakan\ (kg)}{waktu\ operasi\ (jam)}$$

(*Sumber* : Mokodompit. R. dkk, 2019)

$$FCR = \frac{5\ kg}{2\ jam}$$

FCR = 2,5 kg/jam

2.1.2 Perhitungan *Air Fuel Ratio (AFR)*

			Oxygen, O_2			
-50	1,7475	984,4	0,02067	1,291 x 10^{-5}	9,246 x 10^{-5}	0,7694
0	1,4277	928,7	0,02472	1,865 x 10^{-5}	1,342 x 10^{-5}	0,7198
50	1,2068	921,7	0,02867	2,577 x 10^{-5}	1,818 x 10^{-5}	0,7053

(*Sumber : Tables Properties Gas)*

X = 30°C
X1 = 0°C
Y = ρ oksigen
Y1 = 1,4277 °C
Y2 = 1,2068 °C

Interpolasi : $\frac{X-X1}{X2-X1} = \frac{Y-Y1}{Y2-Y1}$

: Y $= \frac{(X-X1)(Y2-Y1)}{(X2-X1)-Y1}$

: Y $= \frac{(30-0)(1{,}20-1{,}42)}{(50-0)-1{,}42}$

: Y = 1,29516 kg/m^3

ρ oksigen = 1,29516 kg/m^3
diameter pipa oksigen = 2 in $\left|\frac{0{,}0254\ m}{1\ in}\right|$ = 0,05 m
A pipa oksigen = $\pi\ (\frac{1}{2}d)^2$
A pipa oksigen = $\frac{22}{7}\ x\ (\frac{1}{2}$ x 0,05 m$)^2$ = 0,002027646 m^2
V oksigen = 1 l/min = 0,01667 m/s = 60 m/jam
AFR aktual $= \frac{\text{ρ oksigen } \left(\frac{kg}{m^3}\right) x\ A\ pipa\ (m^2) x\ v\ oksigen\ (\frac{m}{s})}{Massa\ bahan\ bakar(kg)/waktu\ (s)}$

(*Sumber :* Suhendi, 2016)

AFR aktual $= \frac{1{,}29516\ \left(\frac{kg}{m^3}\right) x\ 0{,}002027646\ (m^2) x\ 60\ (\frac{m}{jam})}{2{,}5\ kg/jam}$

AFR aktual = 0,063027015 $\frac{kg\ oksigen}{kg\ bahan\ bakar}$

2.1.3 **Perhitungan *Spesific Gasification Rate (SGR)***

SGR $= \frac{laju\ pemakaian\ bahan\ bakar}{luas\ penampang\ \ reaktor}$

(Sumber :Kurniawan, 2012)

Laju pemakaian bahan baku = 2,5 kg/h

Luas melintang reaktor = lebar = 25 cm = 0,25 m

Luas reaktor = p x l = 0,0625 m^2

SGR $= \frac{2{,}5\ Kg/h}{0{,}0625\ m^2}$

SGR = 40 kg/h m^2

2.1.4 **Perhitungan Laju Alir *Syngas***

d pipa *output* = 2,02 cm = 0,002 m
V *syngas rata-rata* = 4,5 m/s

A pipa *output syngas* = $\frac{1}{4}\pi d^2$

= $\frac{1}{4}$ x 3,14 x (0,02 m)^2

= 0,000314 m^2

Laju alir *syngas* = A pipa output *x* V *syngas*

(*Sumber :* Syarif , A. 2020)

= 0,000314 m^2 x 4,5 m/s

= 0,001441888 m^3/s

2.1.5 **Perhitungan *Spesific Production Gasification Rate* (SPGR)**

SPGR = $\frac{Laju\ alir\ \text{syngas}}{Luas\ melintang\ reaktor}$

(*Sumber :*Kurniawan, 2012)

SPGR = $\frac{0{,}001441888\ \ m^3/s}{0{,}0625\ m^2}$

SPGR = 0,023070208 m/s

2.1.6 **Menghitung Komposisi *Syngas***

Dik : V *syngas* = 0,001441888 m^3/s = 1,441888 L/s

P = 1 atm

T rata-rata = 30,1^{o}C = 303,108^{o}K

R = 0,0821 L.atm/mol. K

Dit : n ?

Dij : P V = n R T

n = $\frac{PV}{RT}$

n = $\frac{1\ atm\ x\ 1{,}441888\ \ L/s}{0{,}08205\ L\frac{atm}{mol}\ K\ x\ 303{,}108\ K}$

n = 0,057976974 mol

2.1.7 **Menentukan *Low Heating Value* (LHV)**

LHV gas = 10,768 [H_2] + 12,696 [CO] + 35,866 [CH_4] + [CnHm]

(*Sumber* : Lubwama, M. 2010)

LHV gas = 10,768 [H_2S] + 12,696 [CO] + 35,866 [CH_4] + [CnHm]

= 10,768 [0,000029] + 12,696 [0,00094] + 35,866 [0,0018] + [CnHm]

= 1,839324272 KJ/kg

Tabel B.1 Komposisi *Syngas*

Komponen	Komposisi (%)	mol	BM	gr/s
CH_4	1,8	0,001043586	16	0,016697
CO_2	0,18	0,000104359	44	0,004592
CO	0,094	0,005449836	28	0,152595
H_2S	0,0029	1,68133E-06	34	0,0000572

Total	11,3829	0,006599461		0,173941705

2.1.8 **Perhitungan *Power Output***

Power Output = *Gas Flowrate x Heating Value*$_{gas}$

(*Sumber :* Lubwama. M, pg. 15, 2010)

Power Output = 0,173941705 *gr/s* x 1,839324272 Kj/kg
= 0,173941705 gr/s x 0,001839324 Kj/gr
= 0,000319935 Kj/s
= 0,000319935 KW/s

Dengan cara yang sama maka didapat *Power Output* setiap variasi ukuran bahan baku seperti pada tabel B.2 berikut :

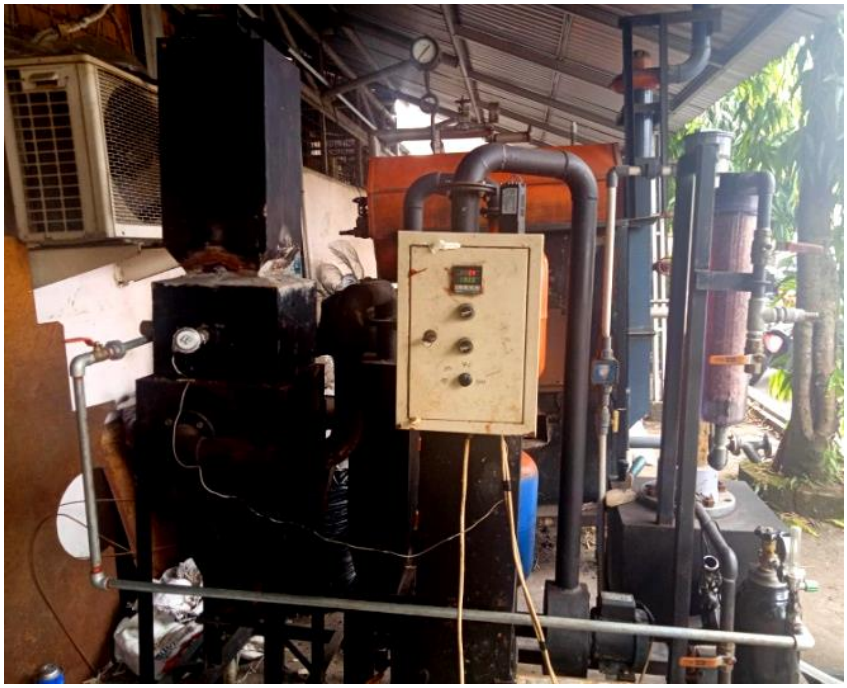
Tabel B.2 Pengaruh Variasi Bahan Baku Terhadap *Power Output*

Ukuran Bahan Baku (cm)	*Gas Flowrate* (gr/s)	Nilai Kalor (KJ/Kg)	Power Output (KW)
– 6 + 4 cm	0,110590465	1,494924736	0,000165324
– 4 + 2 cm	0,114131074	1,570243336	0,000179214
– 2 cm	0,173941705	1,839324272	0,000311354

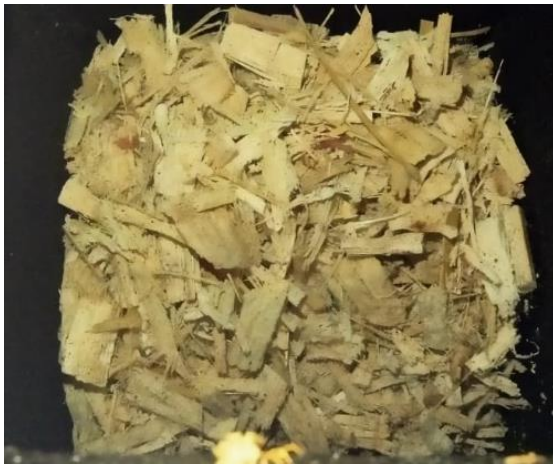
**Range Temperatur dan Waktu Proses saat menghasilkan syngas*
(Sumber : Laboratorium Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya)

LAMPIRAN III

GAMBAR ALAT DAN BAHAN



Seperangkat Alat Gasifikasi Tipe *Downdraft*

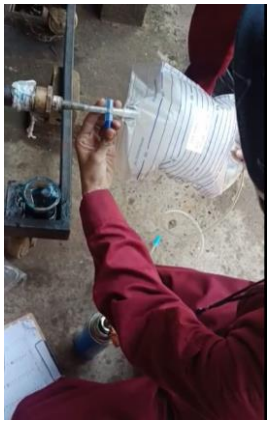


Ampas Tebu

Batubara Lignit

Memasukkan Bahan Baku ke Reaktor

Menyulut Api ke dalam Reaktor



Pengambilan sampel menggunakan *urine bag*

Uji Nyala Api di *Flare Stack*

Mengatur Laju Alir oksigen

Pengambilan sampel hasil *absorber*

Hasil uji nyala api pada *flare stack*