

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Bahan Baku

2.1.1 Cangkang Sawit

Tabel 2.1 Analisa Ultimate (% berat) :

C	33,44	%
H	3,83	%
S	0,16	%
N	0,51	%
O	29,15	%
Ash	2,91	%
H ₂ O	30	%
Total	100	%

(Basu, 2010)

Tabel 2.2 Analisa Proximate (% berat) :

Volatile	67	%
Fixed Carbon	21,2	%
Moisture	9,7	%
Ash	9,7	%
Total	100	%

(Basu, 2010)

Bulk Density : 440 kg/m³

2.1.2 Udara

Tabel 2.3 Komposisi Udara (% berat) :

N ₂	79	%
O ₂	21	%
Total	100	%

(Basu, 2010)

2.2 Spesifikasi Produk

2.2.1 Produser Gas

Tabel 2.4 Komposisi Produser Gas (% volume)

CO	24	%
H ₂	11	%
CH ₄	3	%
CO ₂	9	%
N ₂	53	%
Tar	2	%
Unburn	7,4	%
Total	100	%

(Basu, 2010)

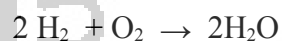
Kontaminan berupa:

- a) kandungan tar 50 mg/Nm³ (ketentuan 50 - 100 mg/Nm³)
- b) kandungan abu tidak ada (maksimum 50 mg/Nm³)
- c) ukuran debu tidak lebih dari 10 µm, d) temperatur gas di bawah 40 °C.

Sifat kimia gas produser sebagai berikut:

1. Hidrogen

- a. Bereaksi dengan oksigen menghasilkan H₂O (air)



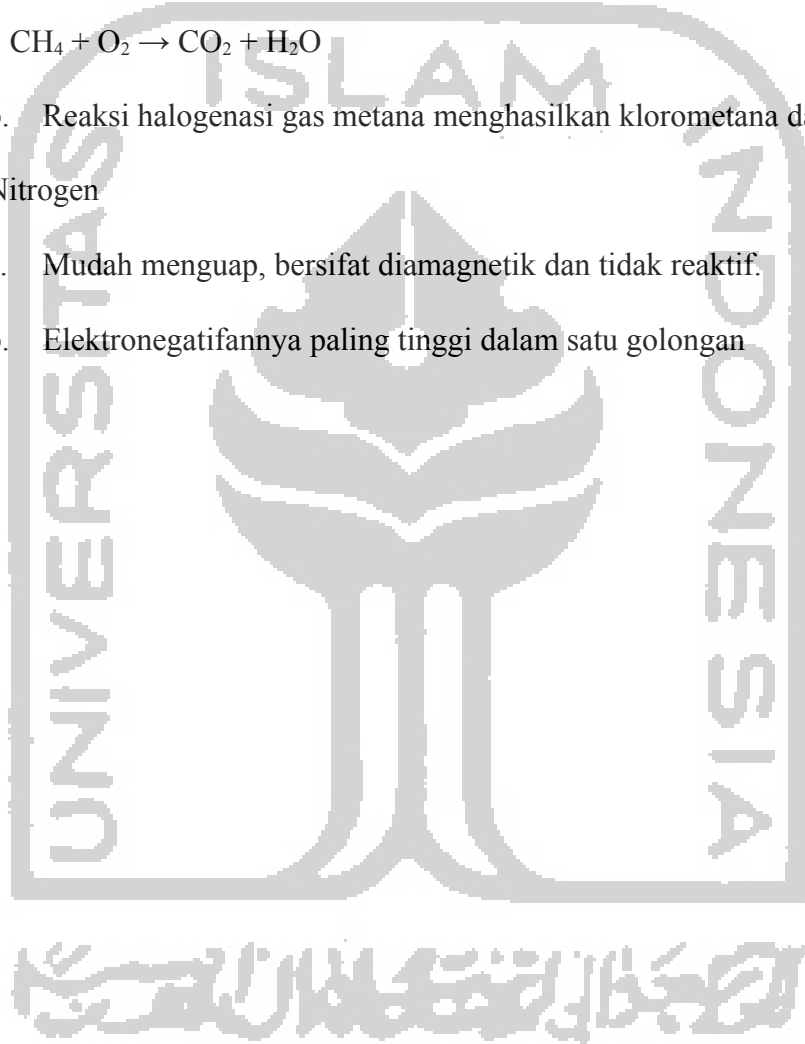
- b. Sangat mudah terbakar dan meledak pada temperatur 560 °C
- c. Akan terbakar pada konsentrasi serendah 4% H₂ di udara bebas.

2. Karbon Monoksida

- a. Mudah terbakar dan menghasilkan lidah api berwarna biru.
- b. Bereaksi dengan oksigen menghasilkan [karbon dioksida](#).
- c. Bersifat racun.

3. Karbon dioksida

- a. Tidak dapat terbakar.
 - b. Dalam konsentrasi yang tinggi (>10.000 ppm) bersifat racun.
4. Metana
- a. Pembakaran metana menghasilkan karbon dioksida dan uap air.
$$\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
 - b. Reaksi halogenasi gas metana menghasilkan klorometana dan HCl
5. Nitrogen
- a. Mudah menguap, bersifat diamagnetik dan tidak reaktif.
 - b. Elektronegatifannya paling tinggi dalam satu golongan



BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Sebelum masuk reaktor, cangkang sawit dikeringkan dengan cara dijemur sampai kadar air 20%. Ukuran cangkang sawit tidak perlu dicecilkan karena telah sesuai. Cangkang sawit yang telah dikeringkan diumpankan dalam gasifier.

3.1.2 Proses Gasifikasi

Gasifier yang digunakan adalah jenis *down-draft fixed bed*. *Gasifier* ini bekerja pada kondisi operasi 1143 K dengan tekanan 1 atm menggunakan media gasifikasi berupa udara. Dalam *gasifier* terjadi pembentukan gas produser (H_2 , CO, CO_2 , H_2O dan CH_4) dan abu.

3.1.3 Proses Pemurnian

CKS yang sudah kering disimpan dalam gudang penyimpanan yang lalu akan diangkat dengan *bucket elevator* dan di bakar dalam reaktor dengan fase berupa padatan, mekanisme reaksi proses gasifikasi terjadi ketika pemanasan awal dalam *gasifier*, biomassa padatan-padatan kecil akan melepaskan zat volatilnya (CO, H_2, H_2O, C_3H_6), dengan adanya pelepasan gas tersebut maka akan terjadi penyusutan dan menyisakan padatan karbon. Reaksi karbon dengan CO_2, H_2O, O_2 dan menghasilkan gas H_2 , dan CO terjadi di permukaan arang tersebut. Fase produk yang keluar dari reaktor adalah berupa gas dan padatan kecil- kecil yang setelah keluar dari reaktor gasifier gas produser dilewatkan *cyclone filter* untuk pembersihan partikulat dan abu yang terbawa ,selanjutnya didinginkan sampai 40 °C menggunakan *heat exchanger* jenis *double-pipe*. Lalu gas produser dibersihkan dari pengotornya agar memenuhi syarat gas masuk mesin diesel.

Setelah itu gas produser dibersihkan dengan metode dry/ kering dari tar menggunakan *fabric filter*. Dan alat selanjutnya adalah *demister* yang berfungsi menghilangkan air yang terbawa gas produser . Selanjutnya gas produser sekali lagi dibersihkan dari tar menggunakan *fabric filter* agar benar - benar bersih (tar mempunyai fase cair). Lalu gas yang sudah benar-benar bersih disimpan dalam tangki penyimpanan berfase gas yang akan di distribusikan untuk dijual dan sebagian dialirkan ke jenset sebagai bahan bakar untuk membantu memenuhi kebutuhan produksi pabrik.

3.2 Spesifikasi alat / Mesin Produk

1. Gudang Penyimpanan

Fungsi	: Menyimpan bahan baku Cangkang Sawit
Jenis	: Gudang bentuk persegi panjang
Material Konstruksi	: Beton
Kapasitas	: 500 kg/hari
Dimensi	(kpasitas umpan /densitas (1,165)
Tinggi Tumpukan Bahan	: 2 m
Panjang	: 21 m
Lebar	: 7 m

2. *Bucket Elevator*

Fungsi : Memasukkan bahan baku cangkang sawit ke atas

Jenis	: reaktor : <i>Deep bucket</i> dengan transmisi rantai
Material Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 285 grade C</i>
Kapasitas	: 191,4148 kg/jam
Jumlah Alat	: 1 unit
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 30°C
Daya motor	: 1 hp

3. *Reactor Gasifier*

Fungsi : Tempat terjadinya reaksi gasifikasi selama 30

menit dan beroperasi secara kontinyu

Jenis : *Downdraft, Nozzle and Constriction Closed Top*
Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA 285 grade C*
Jumlah : 1 unit
Kapasitas : 505 kg/jam
Tekanan : 1 atm
Suhu : 800 °C

Dimensi Gasifier

Diameter : 1,2088 m

Tinggi : 2,5025m

Ketebalan dinding : 3cm

Spesifikasi Shaker

Jenis pengaduk : *Shaker Grate*

Daya motor : 1Hp

4. *Cyclone Filter*

Fungsi : Memisahkan partikel padatan dari produser gas

Jenis : *Centrifugal*

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA 285 grade C*

Tekanan : 1 atm

Temperatur : 400°C

Diameter : 0,5329 m

Panjang : 1,0658 m

5. *Heat Exchanger (Cooler) I Jenis Double-Pipe*

Fungsi : Menurunkan suhu produser gas dari

400°C-220°C

Jenis : *Double Pipe*

Bahan Konstruksi : *SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 unit

Beban Panas : 188197,3613 kJ/jam

Luas Transfer Panas : 16,775 m²

Inner Pipe

Fluida : Air

Suhu Operasi : 30 - 50oC

Kebutuhan : 2217,7021 kg/jam

IPS : 6 in

OD : 6,625 in
 SN : 40
 ID : 6,605 in
 Annulus
 Fluida : Produser Gas
 Suhu Operasi : 400-220°C
 Kapasitas : 369,2207 kg/jam
 IPS : 24
 OD : 24
 SN : 40
 ID : 23,25
 Jumlah Hairpin : 1

Tabel 3.1 Tabel *Hot Fluid, Fluid, Cold Fluid*

<i>hot fluid</i>	<i>Fluid</i>	<i>cold fluid</i>
10,0702	<i>h outside</i>	86,3104
UC =	9,0180	
UD =	19,7036	
<i>Rd calc.</i> =	-0,0601	
<i>Rd req.</i> =	0,0030	
0,00001	<i>Calc dP</i>	0,0037
2	<i>Allow. dP</i>	2

6. *Heat Exchanger (Cooler) II Jenis Double-Pipe*

Fungsi : Menurunkan suhu produser gas dari
 220°C-40°C
 Jenis : *Double Pipe*
 Bahan Konstruksi : *SA 283 Grade C*
 Jumlah : 1 unit
 Beban Panas : 188197,3613 kJ/jam
 Luas Transfer Panas : 16,775 m²
Inner Pipe
 Fluida : Air
 Suhu Operasi : 30 - 50°C
 Kebutuhan : 2217,7021 kg/jam
 IPS : 6 in
 OD : 6,625 in
 SN : 40
 ID : 6,605 in
 Annulus
 Fluida : Produser Gas

Suhu Operasi	: 220-40°C
Kapasitas	: 369,2207 kg/jam
IPS	: 24
OD	: 24
SN	: 40
ID	: 23,25
Jumlah Hairpin	: 1

7. **Fabir Filter-01**

Fungsi	: Menyaring kandungan tar pada produser gas
Jenis	: <i>Shaker clean, cartridge</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 285 grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 316,9276 kg/jam
Kondisi	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 40°C
Dimensi	
Diameter	: 1,0058 m
Tinggi	: 1,5240 m
Ketebalan dinding	: 1/4 in
Diameter partikel	: 2-5 nm

8. **Demister**

Fungsi	: Mengkondensasikan uap air yang terbawa produser gas
Jenis	: <i>Baffle</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel, SA-167, grade-3</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 314,3671 kg/jam
Kondisi	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 40°C
Dimensi	
Diameter	: 0,5181 m
Tinggi	: 1,5544 m
Ketebalan dinding	: 3/16 in

9. *Fabric Filter-02*

Fungsi : Menyaring kandungan tar pada produser gas
Jenis : *Shaker clean*

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA 285 grade C*
Jumlah : 1 unit
Kapasitas : 316,9276 kg/jam

Kondisi
Tekanan : 1 atm
Suhu : 40°C
Dimensi

Diameter : 1,0058 m

Tinggi : 1,5240 m

Ketebalan dinding : 3/16 in

Diameter partikel : 2-5 nm

10. *Pompa-01*

Fungsi : Mengalirkan air ke HE
Jenis : *Centrifugal pump (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 unit
Kapasitas : 10,7887 gpm
Head : 2 m
Tenaga pompa : 0,5 Hp
Putaran standar : 2900 rpm
Putaran spesifik : 9396,97

11. *Pompa-02*

Fungsi : Mengalirkan air ke HE
Jenis : *Centrifugal pump (single stage, single suction, radial flow)*

Jumlah : 1 unit
Kapasitas : 4,24 gpm
Head : 2 m
Tenaga pompa : 0,5Hp
Putaran standar : 2900 rpm
Putaran spesifik : 9396,97

12. *Pompa-03*

Fungsi : Untuk bagian utilitas

Jenis : *Centrifugal pump (single stage, single*

suction,radial flow)

Jumlah : 1 unit
Head : 2 m
Tenaga pompa : 0,5 Hp
Putaran standar : 2900 rpm
Putaran spesifik : 9396,97

13. Pompa-03

Fungsi : Untuk bagian utilitas

Jenis : *Centrifugal pump (single stage, single*

suction,radial flow)

Jumlah : 1 unit
Head : 2 m
Tenaga pompa : 0,5 Hp
Putaran standar : 2900 rpm
Putaran spesifik : 9396,97

14. Pompa-04

Fungsi : Untuk bagian utilitas

Jenis : *Centrifugal pump (single stage, single*

suction,radial flow)

Jumlah : 1 unit
Head : 2 m
Tenaga pompa : 0,5 Hp
Putaran standar : 2900 rpm

15. Blower-01

Fungsi : Mengalirkan udara ke gasifier dan gas
produser ke unit *flare&gas holder*

Tipe : *Roots blower(Twins lobe)*

Jumlah : 1

Kapasitas : 2026,11 gpm

Power : 2 Hp

Power motor : 3Hp

16. Blower-02

Fungsi : Mengalirkan udara ke gasifier dan gas

produser ke unit *flare&gas holder*

Tipe : *Roots blower(Twins lobe)*

Jumlah : 1

Kapasitas : 2026,11 gpm

Power : 2 Hp

Power motor : 3Hp

3.3 Perencanaan Produksi

Dalam perhitungan neraca massa, dibutuhkan bahan baku cangkang sawit sebanyak 202,5130 kg/jam dan 302,4870 kg/jam udara untuk produksi produser gas sebanyak 505,0000 kg/jam, sehingga produk produser gas dalam satu tahun mencapai 4000 ton/tahun.

