

# STUDI AWAL GASIFIKASI SERBUK

*by* Fajri Vidian

---

**Submission date:** 17-Apr-2023 11:45AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2066831005

**File name:** Alfentri\_SNTTM\_Open\_Top.pdf (5.16M)

**Word count:** 1694

**Character count:** 10434

## STUDI AWAL GASIFIKASI SERBUK KAYU PADA *OPEN TOP STRATIFIED DOWNDRAFT GASIFIER*

Fajri Vidian<sup>1, a\*</sup>, Hasan Basri<sup>2</sup>, Alfentri Lingga Safutra<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl Palembang-Prabumulih KM 32, Ogan Ilir (OI), Sumatera Selatan

\* fajri.vidian@unsri.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini dilatar belakangi oleh banyaknya limbah serbuk kayu di Sumatera Selatan, khususnya disekitar Universitas Sriwijaya, Inderalaya Ogan Ilir dan kemudahan pembuatan serta operasi *gasifier* tipe *open top stratified downdraft* untuk menghasilkan gas mampu bakar (*combustible gas*). Penelitian dilakukan dengan tujuan mengetahui karakteristik pengoperasian *gasifier*, stabilitas gas yang dihasilkan serta nilai equivalensi rasio (ER) proses gasifikasi. Pengujian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Peralatan pengujian yang digunakan adalah sistem gasifikasi berupa reaktor gasifikasi tipe *downdraft* tanpa daerah pengecilan (*stratified*) dengan bagian atas tanpa tutup (*open top*). Peralatan sistem gasifikasi dilengkapi dengan sistem pembersih gas berupa siklon, *spray tower* dan filter. Udara pembakaran dihisap menggunakan blower. Proses pemasukkan bahan bakar dilakukan dengan sistem kontinyu. Hasil pengujian menunjukkan : proses gasifikasi berlangsung pada laju pemakaian bahan bakar lebih kurang 5 kg/jam, jumlah udara pembakaran yang digunakan 8,9 kg/jam, gas mampu bakar dapat diperoleh setelah operasi berlangsung lebih kurang 15 menit setelah *start-up*. Gas mampu bakar diperoleh pada kondisi semua zona proses gasifikasi tersedia (zona pengeringan, flaming pirolisis, reduksi). Tinggi total daerah flaming pirolisis dan daerah reduksi dari bagian bawah reaktor lebih kurang 35 cm. Ketinggian daerah pengeringan lebih kurang 5 s/d 10 cm. Stabilitas gas diperoleh lebih kurang 67 menit. Dengan nilai equivalensi rasio antara 0,17 s/d 0,36.

**Kata Kunci :** Gasifikasi, serbuk kayu, *open top, stratified, downdraft, gasifier*.

### 1. Pendahuluan

Dalam upaya mengatasi kebutuhan energi yang meningkat dan sumber energi fosil yang terbatas maka diperlukan mencari sumber energi alternatif yang dapat menyediakan sumber energi secara terus menerus. Energi tersebut adalah sumber energi yang dapat diperbaharui. Sumber energi yang dapat diperbaharui antara lain angin, air, sinar matahari dan biomassa [1,2]. Sumber biomassa yang tersedia di Indonesia berupa sekam padi, ampas tebu, batok kelapa, batang jagung, cangkang sawit, tandan kosong kelapa sawit, kayu limbah pengergajian dan kayu

limbah regenerasi kebun karet, daun-daunan dan lain-lain. Sistem teknologi pemanfaatan biomassa untuk menghasilkan energi saat ini dilakukan dengan sistim pembakaran langsung pada boiler yaitu memanfaatkan panas yang dihasilkan untuk menghasilkan uap, selanjutnya uap dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin uap sebagai pembangkit listrik. Sistim pembakaran langsung memiliki kelemahan pada efisiensi pengkompersian yang rendah serta masalah polusi lingkungan yang dihasilkan.

Gasifikasi menawarkan gabungan efisiensi, fleksibilitas dan keramahan terhadap lingkungan, keseluruhan hal tersebut sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi yang akan datang. Gasifikasi adalah suatu proses termokimia yang mengubah bahan bakar padat menjadi gas mampu bakar (bahan bakar gas) di dalam suatu reaktor yang disebut *gasifier*.

Pemanfaatan teknologi gasifikasi untuk mengkomversikan biomassa menjadi energi terkadang mengalami hambatan pada pengoperasian sistem *gasifier* secara konvensional. Pengoperasian *updraft gasifier* secara konvensional akan menemui hambatan pada saat memasukkan bahan bakar dimana tekanan gas keluar reaktor sangat besar disamping jumlah tar yang dihasilkan besar. Penggunaan *imbert downdraft gasifier* sering mengalami hambatan dimana aliran bahan bakar terutama biomassa didalam tidak lancar karena adanya daerah pengecilan (*throat*) pada bagian tengah reaktor. *Open top stratified downdraft gasifier* merupakan salah tipe *gasifier* yang dapat mengatasi permasalahan-permasalahan diatas.

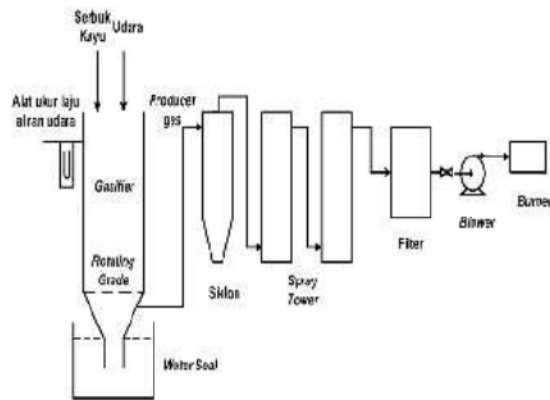
Penelitian bertujuan untuk mengetahui karakteristik operasi gasifikasi biomassa serbuk kayu, stabilitas gas dan nilai equivalensi rasio proses. pada *open top stratified downdraft gasifier*.

**2. Metodologi Penelitian**

Penelitian dilakukan pada Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Univesitas Sriwijaya. *Open top stratified downdraft gasifier* dengan tinggi 63 cm dan diameter 23 cm dari bahan *stainless stell* dilengkapi dengan sistem pembersih gas yang terdiri dari siklon, *spray tower* dan filter digunakan dalam penelitian ini (Gambar 1). Untuk

menjamin bahan bakar dapat turun dengan teratur didalam reaktor maka digunakan mekanisme grade yang dapat diputar (*rotating grade*)

Bahan Bakar yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk kayu dengan analisa ultimat terlihat pada Tabel 1. Serbuk kayu dan udara masuk dari bagian atas reaktor. Proses pengujian dilakukan dengan sistem kontinyu. Sebuah *blower* hisap digunakan untuk menarik udara ke dalam reaktor. Kapasitas penuh reaktor memuat lebih kurang 1,5 kg serbuk kayu. Proses pemasukkan bahan bakar dilakukan secara kontinyu. Laju pemakaian udara diukur menggunakan flat orifis dengan pembacaan manometer pipa U.



Gambar 1. Sistem Gasifikasi dan Sistem Pembersih Gas

Tabel 1 Analias Ultimat

Nama unsur	% berat
C	56,31 %
H	7,78 %
O	34,73 %
N	1,06 %

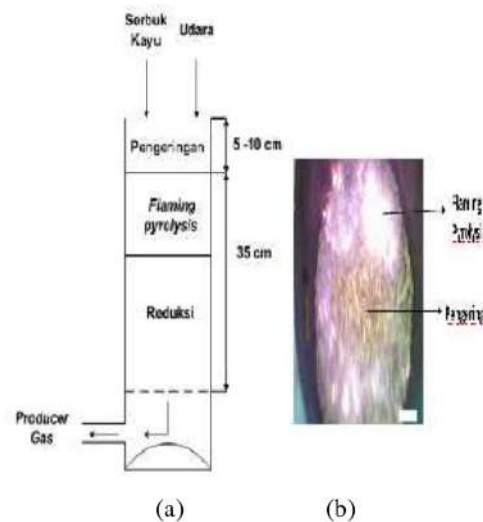
Sumber [3]

### 3. Hasil dan Diskusi

#### 3.1. Zona Gasifikasi

Hasil pengujian memperlihatkan gas mampu bakar baru dapat diperoleh ketika kondisi reaktor sudah sangat panas. Dimana untuk mendapatkan kondisi reaktor panas tersebut diperlukan kurang lebih waktu 20 menit. Zona gasifikasi (Pengeringan, *flaming pyrolysis*, reduksi) harus terbentuk terlebih dahulu agar gas mampu bakar dapat dinyalakan. Hal ini dapat terlihat jika tidak terdapat bahan bakar yang belum terbakar pada lapisan flaming pirolisis maka gas mampu bakar yang dihasilkan akan berhenti. Penjagaan stabilitas zona pengeringan atau bahan bakar belum terbakar sangat menentukan kontinuitas gas yang dihasilkan. Hasil pengujian menunjukkan daerah *flaming pirolisis* terjadi pada jarak  $\pm 5$  s/d 10 cm dari posisi udara masuk atau pada tinggi zona pengeringan 5 s/d 10 cm (Gambar 2(a)) dimana hasil ini tidak jauh berbeda dengan hasil Bario dkk (2001) [4]. Bahan bakar akan cepat dikonsumsi oleh pada proses flaming pyrolysis sehingga harus segera ditambah sebelum semua bahan bakar dikonsumsi habis pada posisi zona pengeringan [5]. Hasil pengujian menunjukkan jika semua daerah pada bagian atas reaktor telah menjadi daerah *flaming pyrolysis* maka gas mampu bakar tidak dapat dinyalakan lagi sehingga penambahan bahan bakar harus segera dilakukan sebelum daerah pyrolysis mulai tampak seperti pada Gambar 2(b). Panjang jarak terjadinya flaming pyrolysis dari posisi udara dan bahan bakar masuk sangat tergantung dengan jumlah *volatile* yang dikandung oleh bahan bakar semakin banyak *volatile* akan mempercepat proses *flaming pyrolysis* pada kondisi kandungan air yang sama. Kayu memiliki *volatile*

*matter* lebih besar dari 60 % sehingga temperatur *ignition* berkisar  $\pm$  pada suhu 500 °C [6] dimana pada temperatur tersebut semua *volatile matter*nya telah lepas dari permukaan bahan bakar. Total tinggi daerah *flaming pyrolysis* dan daerah reduksi  $\pm 35$  cm dari bagian bawah reaktor, hasil pengujian tidak jauh berbeda dengan beberapa pengujian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Bario dkk, 2001 [4].



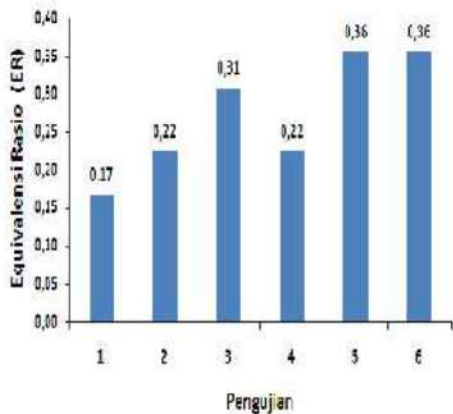
Gambar 2. (a) Tinggi daerah *flaming pyrolysis* ; (b) Tampak atas posisi daerah pengeringan dan daerah *flaming pyrolysis*

#### 3.2. Equivalensi Rasio Proses Gasifikasi

Equivalensi rasio adalah satu parameter kinerja proses gasifikasi yang menggambarkan persentase udara yang digunakan dari total jumlah udara stoikiometri. Secara teoritis equivalensi rasio untuk proses gasifikasi berkisar antara 0,2 s/d 0,4 udara stoikiometri. Hasil pengujian menunjukkan pada kondisi gas yang dihasilkan dapat dinyalakan nilai equivalensi rasio antara 0,17 s/d 0,36



(Gambar 4) dimana nilai mendekati nilai teori yang ada serta tidak jauh berbeda dengan hasil eksperimen oleh Jain dkk, (2000) [7]. Bervariasinya nilai equivalensi rasio ini disebabkan oleh ukuran dari serbuk yang tidak seragam serta bahan bakar turun di dalam reaktor juga belum seragam sehingga menyebabkan flaming pyrolysis juga berbeda walaupun dengan suplai udara yang hampir sama. Akibat kondisi tersebut laju pembakaran juga tidak sama antara pengujian yang satu terhadap pengujian yang lainnya. Nilai equivalensi rasio untuk konvensional *startified downdraft gasifier* dapat mencapai 0,45 [7,8].

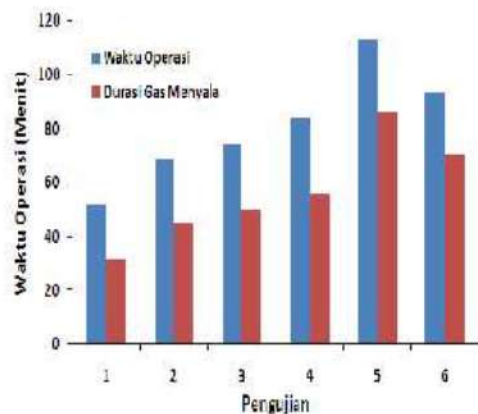


Gambar 4. Nilai equivalensi rasio pada beberapa pengujian

### 3.3. Stabilitas Gas .

Stabilan gas juga sangat ditentukan oleh penjagaan kondisi daerah pengeringan pada bagian atas reaktor serta kestabilan zona-zona yang lain. Pemutaran *grade* reaktor juga sangat mempengaruhi kestabilan gas, hal ini disebabkan dengan pemutaran *grade* maka bahan bakar akan turun merata dalam

reaktor. Secara umum perbandingan dengan waktu operasi dan durasi gas dapat menyala hampir sama berkisar  $\pm 10 : 7$  untuk setiap pengujian seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Rata – rata nyala gas  $\pm 67$  menit yang divisualisasikan oleh *flare* hasil pembakaran gas yang meyala terus. tanpa berhenti setelah disulut. Nyala gas hasil gasifikasi diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Perbandingan waktu operasi terhadap durasi gas menyala



Gambar 6. Nyala pembakaran gas hasil Gasifikasi

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian skala laboratorium gasifikasi serbuk kayu pada open top throatless downdraft gasifier diperoleh beberapa hasil-hasil penting.

1. Karakteristik operasi *gasifier* yaitu laju pemakaian bahan bakar  $\pm 5$  kg/jam, gas mampu nyala diperoleh setelah operasi berjalan  $\pm 15$  menit jarak daerah flaming pyolisis dari posisi udara masuk lebih kurang 5- 10 cm.
2. Proses gasifikasi berlangsung pada daerah nilai equivalensi rasio antara 0,17 s.d 0,36
3. Stabilitas gas diperoleh rata – rata  $\pm 67$  menit, dengan perbandingan anantara lama waktu operasi terhadap durasi nyala gas adalah 10 : 7.

#### Ucapan Terimah Kasih

Penulis mengucapkan Terimah Kasih Kepada Rektor Universitas Sriwijaya melalui Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya yang telah membiayai penelitian ini melalui Hibah Unggulan Kompetitif Tahun 2015, Bidang Energi Baru/Terbarukan.

#### Referensi

- [1]. Nair. S.A, Pemen. AJM, Yan K, Van Combel FM, Van Leuken. HEM, Van Heeseeti EJM, Tar Removal from Biomass Derived Fuel Gas by Pulsed Corona Discharge, *Elivier, Fuel Processing Technology* 84 (2003) 161 – 173.
- [2]. Bridgwater,AV., Thermal Processing of Biomass for Fuels and Chemical, Paper,. 6<sup>th</sup> Asia- Pacific International Symposium on Combustion and Energy Utilization (2002).
- [3]. Laohalidanond. K, Heil. Jürgen, Wirtgen. C, The Production of Synthetic Diesel from Biomass (2006), Vol 6 No 1 Jan – Jun.
- [4]. Barrio. M, Fossum. M, Hustad J.E, Operational Characteristics of a Small Scale Stratified Downdraft Gasifier,

Six International Conference Technology and Combustion for Clean Environment (2001).

- [5]. Reed. T.B, Das. A, Hand Book of Biomass Downdraft Gasifier Engine System, Solar Energy Research Institute, Golden Colorado. 1988,
- [6]. Spliethoff.bH, Power Generation from Solid Fuel, Springer -Verlag Berlin Heidel Berg, 2010.
- [7]. Jain. A.K, Gross. J.R,“ Determination of Reactor Scaling Factor for Throatless Rice Husk Gasifier“, *Biomass and Bioenergy* 18 (2000) 249 – 256.
- [8]. Barrio. M, Fossum. M, Hustad J.E, A Small Scale Stratified Downdraft Gasifier Coupled to A Gas Engine for Combined Heat and Power Production, *Progress in thermochemical Biomass Conversion Volume 1* (2001).

# STUDI AWAL GASIFIKASI SERBUK

---

## ORIGINALITY REPORT

---

**16%**

SIMILARITY INDEX

**16%**

INTERNET SOURCES

**7%**

PUBLICATIONS

**%**

STUDENT PAPERS

---

## MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

---

5%

★ vdocuments.net

Internet Source

---

Exclude quotes  On

Exclude matches  < 1%

Exclude bibliography  On