

PENGARUH VARIASI AIR FUEL RATIO (AFR) PADA GASIFIER TERHADAP KUANTITAS NYALA API SYN GAS PADA GASIFIKASI BIOMASSA CANGKANG SAWIT

Diky Riansyah

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : Diky_ransh@yahoo.co.id

Dwi Heru Sutjahjo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: Dwiheru.c2h2oh@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan energi listrik baik dengan mencari energi baru maupun dengan Hampir semua bagian dari pohon kelapa sawit secara komersial bisa dimanfaatkan, terutama di sektor energi dan manufaktur. Namun demikian, cangkang sawit memiliki penggunaan yang sangat terbatas, hanyalah dibiarkan kering kemudian dibakar dan ada pula yang dibiarkan membusuk, padahal cangkang sawit memiliki potensi yang tinggi dan layak digunakan sebagai bahan baku biomassa gasifikasi. Gasifikasi merupakan proses konversi energi dari bahan padat (biomassa) menjadi *syn gas* (gas hasil sintesa) yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan bakar. Banyaknya udara yang masuk ke dalam *gasifier* akan berpengaruh terhadap laju alir massa *syn gas* dan kualitas dari *syn gas*. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen deskriptif kuantitatif dan kualitatif bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Air Fuel Ratio* yang masuk ke dalam *gasifier* terhadap kuantitas nyala api *syn gas* yang ditinjau dari visualisasi nyala api, lama nyala api, dan temperatur nyala api. Pada gasifikasi cangkang sawit menggunakan *gasifier* tipe *up draft*. Variasi *Air Fuel Ratio* (AFR) dilakukan dengan cara mengatur kecepatan putaran udara dari *blower* yang masuk ke dalam reaktor dengan mengatur bukaan katup pada *blower*. Dari hasil penelitian didapatkan rata-rata tinggi nyala api *syn gas* pada AFR 0,2 0,3, 0,5, 0,8 dan 1,1 masing-masing adalah 13.5 cm, 18 cm, 23 cm, 45 cm, dan 53 cm. Sedangkan lama nyala api pada AFR 0,2 0,3, 0,5, 0,8 dan 1,1 masing-masing adalah 20 menit, 100 menit, 80 menit, 50 menit, dan 30 menit. Temperatur rata-rata nyala api pada AFR 0,2, 0,3, 0,5, 0,8 dan 1,1 masing-masing adalah 137 °C, 269 °C, 186 °C, 174 °C, dan 153 °C. Visualisasi nyala api terbaik yakni pada AFR 0,3 didapatkan profil api biru dengan temperatur tertinggi.

Kata Kunci : *Air Fuel Ratio*, Gasifikasi, *Syn Gas*.

Abstract

Almost all parts of oil palm trees can be used commercially, especially in the energy and manufacturing sectors. However, palm shells have very limited use, are used to be left dry and then burned and some are left to rot, even though palm shells have high potential and are suitable to be used as raw material for biomass gasification. Gasification is the process of converting energy from solid materials (biomass) to syn gas (synthesis gas) that can be used as fuel. Much of the air entering the gasifier will be directed towards the syn gas mass flow rate and the quality of syn gas. This research was carried out by descriptive quantitative and qualitative experimental method aimed to determine the effect of Air Fuel Ratio that goes into the gasifier to the syn gas flame quantity which is viewed from the visualization of the flame, the duration of the flame, and the flame temperature. In the palm shell gasification using a gasifier type up draft. Air Fuel Ratio (AFR) variation is done by adjusting the speed of air rotation from the blower that enters the reactor by adjusting the valve openings on the blower. The results of the research obtained are as follows average flame height syn gas nm at AFR 0.2, 0.3, 0.5, 0.8 and 1.1 is 13.5 cm, 18 cm, 23 cm, 45 cm, and 53 cm respectively. Whereas the flame duration at AFR 0.2 0.3, 0.5, 0.8 and 1.1 is 20 minutes, 100 minutes, 80 minutes, 50 minutes and 30 minutes, respectively. The average flame temperature at AFR 0.2, 0.3, 0.5, 0.8 and 1.1 are 137°C, 269°C, 186 °C, 174°C and 153°C, respectively. The visualization of the best flame is that the AFR 0.3 has a blue flame profile with the highest temperature.

Keywords : *Air Fuel Ratio*, Gasification, *Syn Gas*.

PENDAHULUAN

Hampir semua bagian dari pohon kelapa sawit secara komersial digunakan, terutama di sektor energi dan manufaktur. Namun demikian sebagian

cangkang sawit memiliki penggunaan yang sangat terbatas, hanyalah dibiarkan kering kemudian dibakar dan ada pula yang dibiarkan membusuk, padahal cangkang sawit memiliki potensi yang

tinggi dan layak digunakan sebagai bahan baku biomassa gasifikasi (Atnaw S.M *et al*, 2014).

Pemanfaatan biomassa biasanya dilakukan dengan cara pembakaran secara langsung sehingga menghasilkan kalor. Namun pembakaran biomassa secara langsung memiliki kelemahan yakni kurang ramah lingkungan karena asap yang ditimbulkan. Salah satu teknologi yang saat ini berkembang untuk mengubah biomassa menjadi energi adalah gasifikasi biomassa.

Gasifikasi merupakan proses konversi energi dari bahan padat (biomassa) menjadi *syn gas* (gas hasil sintesa) yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan bakar. Proses gasifikasi ini hampir mempunyai kesamaan dengan proses pembakaran, hanya saja udara yang dimasukkan ke sistem gasifikasi dibatasi.

Air Fuel Ratio (AFR) adalah perbandingan laju alir massa udara (kg/s) dengan laju alir massa bahan bakar (kg/s). Besar kecilnya *AFR* sangat dipengaruhi oleh banyak sedikitnya udara yang masuk ke dalam *gasifier* sangat terbatas. Pada gasifikasi biomassa rasio yang tepat untuk proses gasifikasi berkisar pada angka 1,25 - 1,5.

Blower merupakan salah satu komponen dari gasifikasi biomassa yang berfungsi untuk menyuplai udara yang masuk ke dalam *gasifier*. Banyaknya udara yang masuk ke dalam *gasifier* akan berpengaruh terhadap laju alir massa *syn gas* dan kualitas dari *syn gas*.

Berdasarkan penelitian di atas, maka peneliti akan melakukan penelitian tentang pengaruh *Air Fuel Ratio* yang masuk ke dalam *gasifier* terhadap kuantitas nyala api *syn gas* pada gasifikasi cangkang sawit menggunakan *gasifier* tipe *up draft* yang ada di Lab. Bahan Bakar dan Pelumas Jurusan Teknik Mesin UNESA.

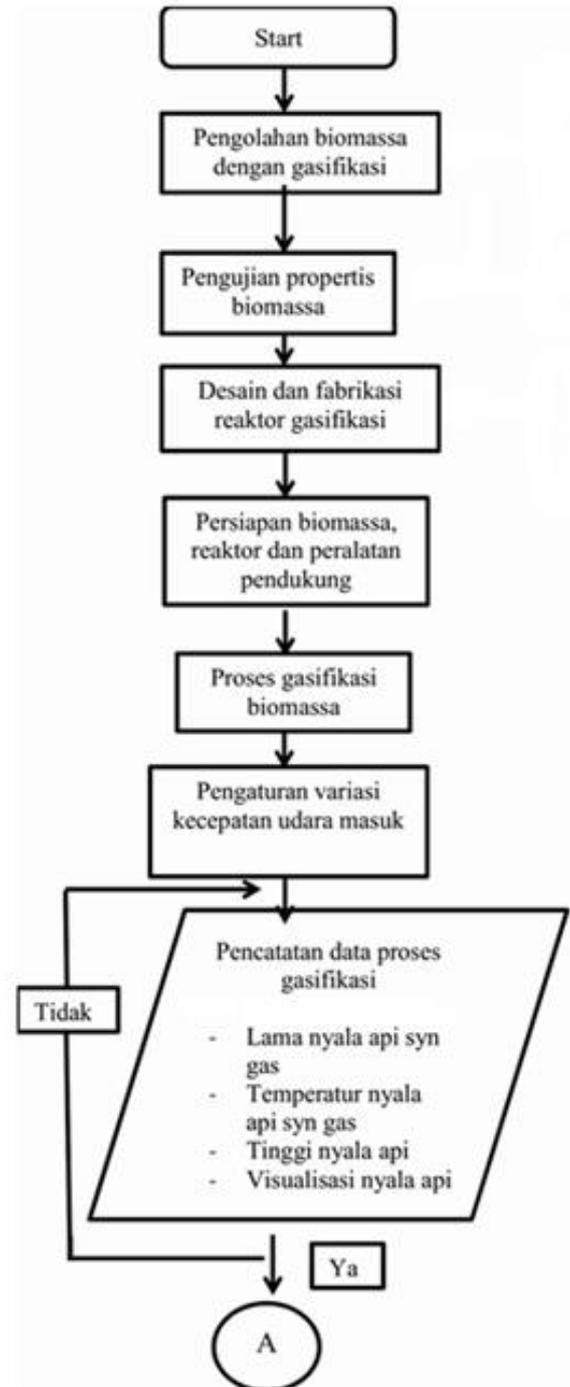
Variasi yang dilakukan adalah variasi *Air Fuel Ratio (AFR)*. Variasi *Air Fuel Ratio (AFR)* dilakukan dengan cara mengatur kecepatan aliran udara yang masuk ke dalam *gasifier* kemudian diamati dari awal hingga cangkang sawit di dalam *gasifier* habis, dan bagaimana visualisasi, tinggi, lama nyala api dan temperatur yang dihasilkan.

Temperatur api dipengaruhi oleh *LHV* dan laju alir *syn gas*. Semakin besar *LHV syn gas*, maka semakin besar temperatur nyala api tersebut dan semakin besar laju alir *syn gas*, maka juga semakin besar pula temperatur api karena semakin besar laju alir *syn gas* maka semakin banyak pula *syn gas* yang dibakar.

Sedangkan untuk lama nyala api dipengaruhi oleh laju alir *syn gas*. Jika laju alir *syn gas* semakin besar dengan volume *syn gas* yang tetap maka nyala api akan semakin sebentar.

METODE

Rancangan Penelitian

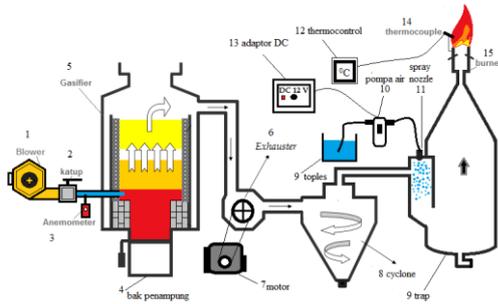


Gambar 1. Flowchart Penelitian

Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan adalah :

- Reaktor *gasifikasi* tipe *up draft*
- Cangkang sawit



Gambar 2. *Gasifier* tipe *up draft*



Gambar 3. Cangkang Sawit

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan adalah :

- *Anemometer*
- *Thermocontrol*
- *Stopwatch*
- Kamera
- Box kaca dan milimeter blok
- Timbangan

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *Air Fuel Ratio* yang masuk ke *gasifier*, yaitu pada *Air Fuel Ratio* 0,2 ; 0,3 ; 0,5 ; 0,8 dan 1,1.

- Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah

visualisasi nyala api, lama nyala api, tinggi nyala api, dan temperatur nyala api dari *syn gas*.

- Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang dikendalikan sehingga pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah ukuran cangkang sawit dengan luas penampang 20 mm², berat cangkang uji 5,5 kg, kecepatan putaran *exhauster* 1.5 m/s dan debit air yang diinjeksikan oleh *spray nozzle* 0,3331/menit atau 19,981/jam.

Prosedur Pengujian

Tahapan persiapan

- Menyiapkan cangkang sawit yang akan digunakan.
- Membersihkan *gasifier* yang akan digunakan.
- Menyiapkan peralatan yang akan digunakan saat pengujian
- Menyiapkan serta memasang *thermometer* dan *anemometer*
- Menyiapkan dan menimbang cangkang sawit sesuai ukuran yang ditetapkan
- Membakar bara cangkang sawit sebanyak 0,5 kg yang digunakan sebagai pematik

Tahapan pengujian

- Menyiapkan cangkang sawit yang akan digunakan.
- Masukkan bara cangkang sawit ke dalam *gasifier*.
- Masukkan cangkang sawit dengan variasi ukuran yang telah ditentukan ke dalam *gasifier* seberat 5,5 kg.
- Menyalakan *blower*, *exhauster* dan pompa air pada *trap*.
- Mengatur kecepatan udara sesuai yang telah ditentukan dengan cara mengatur kecepatan *blower* menggunakan katup yang dipasang setelah *blower* sesuai *Air Fuel Ratio* 0,2 ; 0,3 ; 0,5 ; 0,8 dan 1,1 .
- Mengukur kecepatan udara menggunakan *anemometer* pada masing-masing *AFR* yang telah ditentukan .
- Menunggu cangkang sawit pada zona pembakaran menjadi bara.
- Menyalahkan *syn gas* yang dihasilkan dari proses gasifikasi di bagian *burner*.
- Mengambil gambar visualisasi nyala api.

- Mengukur temperatur nyala api.
- Mengukur tinggi nyala api dan mencatat lama nyala api pada masing masing *AFR*.

Teknik Analisa Data

Untuk mendeskripsikan hasil penelitian, analisa data yang digunakan adalah metode deskriptif. Data hasil penelitian yang diperoleh dimasukkan dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Selanjutnya dideskripsikan dengan kalimat sederhana sehingga mudah dipahami untuk mendapatkan jawaban dari permasalahan yang diteliti.

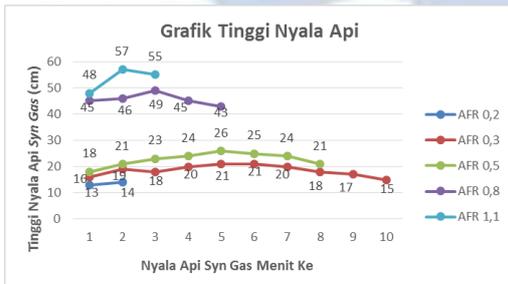
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian tentang pengaruh *Air Fuel Ratio (AFR)* yang masuk ke dalam *gasifier* terhadap kuantitas nyala api *syn gas* pada gasifikasi cangkang sawit menggunakan *gasifier* tipe *up draft*. Variasi yang dilakukan adalah variasi *Air Fuel Ratio (AFR)*. Variasi *Air Fuel Ratio* dilakukan dengan cara mengatur bukaan katup untuk mengatur kecepatan aliran udara dari *blower* yang masuk ke dalam reaktor. Kemudian diamati visualisasi nyala api, lama nyala api, tinggi nyala api dan temperatur nyala api.

Pembahasan

- Tinggi Nyala Api



Gambar 4. Grafik tinggi nyala api *syn gas*

Cara pengukuran tinggi nyala api yang dihasilkan dari pembakaran *syn gas* yaitu dengan menggunakan millimeter blok yang di tepelkan pada kaca berbentuk akuarium agar saat pengujian berlangsung nyala api terlihat jelas dan tidak terkena angin saat pengambilan data berlangsung.

Berdasarkan data yang diperoleh tinggi nyala api rata-rata pada *AFR* 0,2, 0,3, 0,5, 0,8 dan 1,1 masing-masing adalah 13,5 cm, 18 cm, 23 cm, 45 cm, dan 53 cm. Tinggi nyala api pada *AFR* 0,3 adalah 18 cm dan mengalami kenaikan

seiring dengan penambahan kecepatan aliran udara masuk sampai pada *AFR* 1,1 yaitu 53 cm. Sedangkan untuk *AFR* 0,2 adalah *AFR* yang memiliki tinggi nyala api terendah hal ini dikarenakan suplai udara yang masuk ke *gasifier* terlalu rendah. Sehingga pembentukan *syn gas* kurang optimal. Nyala api tertinggi yaitu pada *AFR* terbesar yaitu 1,1 dan nyala api terendah pada *AFR* 0,2.

Dari data di atas dapat dilihat bahwa nyala api akan semakin tinggi seiring dengan penambahan kecepatan aliran udara yang masuk ke dalam *gasifier*. Hal ini dikarenakan semakin besar kecepatan aliran udara masuk, maka *syn gas* yang keluar akan semakin banyak, dengan kecepatan yang tinggi. Sehingga api yang dihasilkan dari pembakaran *syn gas* akan semakin tinggi.

- Lama Nyala Api

Gambar 5. Data hasil pengujian lama nyala api

<i>AFR</i>	Massa Cangkang Sawit (Kg)	Lama Nyala Api (Menit)
0,2	5,5	20
0,3	5,5	100
0,5	5,5	80
0,8	5,5	50
1,1	5,5	30

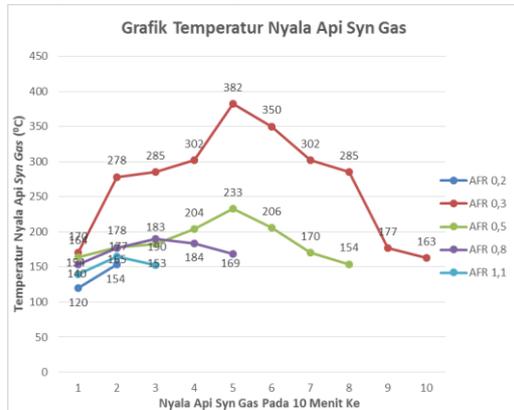
syn gas

Dari data di atas dapat dilihat bahwa lama nyala api akan semakin menurun seiring dengan penambahan kecepatan aliran udara yang masuk ke dalam *gasifier*. Hal ini dikarenakan semakin besar kecepatan aliran udara yang masuk ke dalam *gasifier*, maka semakin banyak udara yang bereaksi dengan biomassa pada proses pembakaran di zona pembakaran dalam *gasifier*. Sehingga proses pembakaran semakin cepat dan biomassa semakin cepat habis.

Dari segi keluarnya *syn gas*, kecepatan *syn gas* semakin besar seiring dengan peningkatan kecepatan aliran udara masuk. Semakin besar kecepatan *syn gas* yang keluar, maka *syn gas* yang keluar semakin besar. sehingga biomassa dalam hal ini cangkang sawit akan cepat habis. Jika cangkang sawit cepat habis, maka waktu nyala api dari *syn gas* juga cepat. Sedangkan untuk *AFR* 0,2 adalah *AFR* yang memiliki lama nyala api terendah hal ini dikarenakan suplai udara yang masuk ke *gasifier* terlalu rendah.

Sehingga pembentukan *syn gas* kurang optimal yang menyebabkan nyala api *syn gas* mati pada menit ke 20.

- Temperatur Nyala Api



Gambar 6. Grafik temperatur nyala api *syn gas*

Besarnya temperatur nyala api menentukan besarnya kalor yang dilepaskan oleh api. Semakin besar temperatur nyala api, semakin besar pula kalor yang dilepaskan oleh api tersebut.

Berdasarkan data yang diperoleh temperatur rata-rata nyala api pada masing-masing pada *AFR* 0,2, 0,3, 0,5, 0,8 dan 1,1 adalah 137 °C, 269 °C, 186°C, 174 °C, dan 153 °C. Temperatur tertinggi api adalah pada *AFR* 0,3 yaitu 269 °C, Sedangkan untuk *AFR* 0,2 adalah *AFR* yang memiliki temperatur nyala api terendah hal ini dikarenakan suplai udara yang masuk ke *gasifier* terlalu rendah. Sehingga pembentukan *syn gas* dalam *gasifier* kurang optimal.

Ditinjau dari kandungan *syn gas* jika udara yang masuk ke dalam reaktor atau *gasifier* berlebih maka akan banyak terbentuk gas O₂, N₂, dan CO₂, sehingga berakibat produksi gas CO, H₂, dan Metana berkurang. Semakin kaya kandungan *flammable gas* dalam *syn gas*, maka nyala api *syn gas* berwarna biru dan semakin sedikit kandungan *flammable gas* dalam *syn gas*, maka nyala api akan berwarna kuning kemerah-merahan.

Hal ini menunjukkan bahwa seiring dengan penurunan *AFR* akan mengakibatkan kandungan *flammable gas* dalam *syn gas* akan semakin besar, sehingga nantinya visualisasi nyala api *syn gas* akan berwarna biru dan semakin sedikit kandungan *flammable gas* dalam *syn gas*, maka visualisasi nyala api akan berwarna kuning kemerah-merahan.

- Visualisasi Nyala Api



Gambar 7. Visualisasi nyala api

Temperatur api pada *AFR* 0,3 merupakan temperatur tertinggi yaitu sebesar 269 °C dengan visualisasi nyala api yang terlihat biru. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan *flammable gas* dalam *syn gas* tinggi.

Sedangkan nyala api pada *AFR* 0,5 juga masih berwarna biru namun diujung api berwarna kuning. Nyala api pada *AFR* 0,8 berwarna kuning dan nyala api pada *AFR* 1,1 berwarna merah. Berdasarkan warna nyala api diatas, visualisasi nyala api terbaik adalah pada *AFR* 0,3.

PENUTUP

Simpulan

Setelah melakukan serangkaian tahapan proses penelitian dan hasil penelitian telah dianalisa, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Temperatur tertinggi nyala api *syn gas* yaitu pada *AFR* 0,3 sebesar 269 °C dan mempunyai visualisasi nyala api *syn gas* yang terlihat biru. Hal ini menunjukkan bahwa seiring dengan penurunan *AFR* akan mengakibatkan kandungan *flammable gas* dalam *syn gas* akan semakin besar, sehingga nantinya visualisasi nyala api *syn gas* akan berwarna biru dan semakin sedikit kandungan *flammable gas* dalam *syn gas*, maka visualisasi nyala api akan berwarna kuning kemerah-merahan.
- Nyala api *syn gas* terlama yaitu pada *AFR* 0,3 sebesar 100 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pada *AFR* 0,3 memiliki perbandingan udara dan bahan bakar yang paling tepat, sehingga udara yang bereaksi dengan cangkang sawit di zona pembakaran pada *gasifier* akan bereaksi secara optimal dan semakin besar *AFR* maka *syn gas* yang keluar juga akan semakin besar, sehingga biomassa dalam hal ini cangkang sawit akan cepat habis. Sedangkan nyala api tertinggi yaitu pada *AFR* 1,1 sebesar 53 cm.

Hal dikarenakan kecepatan aliran udara yang masuk ke dalam *gasifier* pada *AFR* 1,1 juga paling besar, sehingga menyebabkan nyala api dari pembakaran *syn gas* yang keluar juga tinggi dan dapat ditarik kesimpulan bahwa nyala api akan semakin tinggi seiring dengan bertambahnya *AFR*.

Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian, pengujian dan analisa tentang gasifikasi cangkang sawit menggunakan tipe *up draft*, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Sebaiknya ada penelitian lebih lanjut tentang kandungan tar dalam proses gasifikasi.
- Untuk penerapan sebenarnya, *gasifier* seharusnya memiliki lubang masuknya udara lebih dari satu yang mengelilingi zona pembakaran pada tabung *gasifier*. Agar proses pembakaran dapat merata dan optimal.
- Adanya penelitian lebih lanjut mengenai desain *gasifier* dan distribusi temperatur pada *gasifier*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrieq, Akbar & Sudarmanta, Bambang. 2016. *Studi Eksperimental Pengaruh Air Fuel Ratio Proses Gasifikasi Briket Municipa Solid Waste Terhadap Unjuk Kerja Gasifier Tipe Downdraft*. Jurnal Teknik ITS Vol. 1, No. 1, (2016) ISSN:1
- Buffam, Julie & Kevin Cox. 2008. *Measurement of Laminar Burning Velocity of Methane-Air Mixtures Using a Slot and Bunsen Burner*.
- Diaz Muhammad, Ilminnafik Nasrul & Mulyono Tri. 2014. *Pengaruh Air Fuel Ratio (AFR) Terhadap Kualitas Syn-Gas Gasifikasi Sekam Padi Tipe Downdraft*. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa Tahun 2014.
- Goswami, Yogi. 1986. *Alternative Energy in Agriculture*, Vol. II. CRC Press. Halaman 83-102.
- Hadi, Sholehul., & Sudjud, Dasopuspito. 2013. *Pengaruh Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar Terhadap Kualitas Api Pada Gasifikasi Reaktor Downdraft Dengan Suplai Biomass Serabut Kelapa Secara Kontinyu*. Jurnal Teknik POMITS. 2 (3): B-384.
- Hong, Wen-Bing., & Jian-Wen, Peng. 2008. *A Fast Image-Based Fire Flame Detection Method Using Color Analysis*. Tamkang Journal of Science and Engineering. 11 (3): 273-285.
- Khalim, Nur. 2015. *Pengaruh Debit Udara Gasifier Terhadap Temperatur dan Lama Nyala Api Syn Gas pada Gasifikasi*. Jurnal JTM. Volume 01 Nomor 01 Tahun 2015, 43-49.
- Najib, Lailun., dan Sudjud, Darsopuspito. 2012. *Karakterisasi Proses Gasifikasi Biomassa Tempurung Kelapa Sistem Downdraft Kontinyu Dengan Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar (AFR) dan Ukuran Biomassa*. Jurnal Teknik ITS 1 (1): B-12.
- Putri, Gita Astari. 2009. *Pengaruh Variasi Temperatur Gasifying Agent II Media Gasifikasi Terhadap Warna dan Temperatur Api Pada Gasifikasi Reaktor Downdraft Dengan Bahan Baku Tongkol Jagung*. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Takahashi, Fumiaki & Schmoll, W. John. 1990. *Lifting Criteria of Jet Diffusion Flame*. 23 (1): 677-683.
- Tim Contained Energy Indonesia. *Buku Panduan Energi yang Terbarukan*. PNMP Mandiri. www.containedenergy.com. ISBN 1-885203-29-2.
- Turns, Stephen R. 2012. *An introduction to combustion Concepts and applications*. New Delhi: India Binding House. Dipublikasikan Oleh McGraw Hill Education.
- Wardana, ING. 2008. *Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran*. Malang: PT. Danar Wijaya Brawijaya University Press.
- Wijianto, Agus & Sudarmanta, Bambang. 2002. *Karakterisasi Gasifikasi Downdraft Berbahan Baku Cangkang Kelapa Sawit Dengan Varasi Gasifying Agent*. Jurnal Teknik ITS 1 (1)