

PENGARUH VARIASI LAJU ALIRAN UDARA PADA UPDRAFT GASIFIER SISTEM SEMI KONTINYU TERHADAP KUALITAS NYALA API SYN GAS PADA GASIFIKASI LIMBAH BONGGOL JAGUNG

Alana Nada Mahendra

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: alanamahendra16050754070@mhs.unesa.ac.id

Diastian Vinaya Wijanarko

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: diastianvinaya@unesa.ac.id

Abstrak

Indonesia adalah merupakan negara yang kaya akan hasil rempah, tidak terkecuali jagung. Salah satunya dengan memanfaatkan limbah bonggol jagung menjadi gasifikasi biomassa. Gasifikasi merupakan proses konversi energi dari bahan padat (biomassa) menjadi *syn gas* (gas hasil sintesa) yang nantinya digunakan sebagai bahan bakar. Banyaknya udara yang masuk kedalam *gasifier* akan mempengaruhi kualitas nyala api *syn gas*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi laju aliran udara (AFR) terhadap kualitas nyala api *syn gas* ditinjau dari visualisasi nyala api, lama nyala api, tinggi nyala api, temperature nyala api. Penelitian yang dilakukan menggunakan penelitian eksperimental, diskriptif kuantitatif dan diskriptif kualitatif. Mengamati visualisasi nyala api, tinggi nyala api, lama nyala api, dan temperature yang dihasilkan dari awal hingga bonggol jagung habis didalam reaktor. Didapatkan hasil terbaik dalam penelitian ini adalah pada laju aliran udara (AFR) 0,3. Pada AFR 0,3 didapat visualisasi nyala api berwarna biru, temperature yang tertinggi 249°C, nyala api terlama 100 menit, dan tinggi nyala api 20,5 cm. AFR 0,3 merupakan perbandingan bahan bakar dan udara yang terbaik dimana akan mendapatkan hasil kualitas nyala api yang terbaik.

Kata Kunci: Gasifikasi, Laju Aliran Udara (AFR), *Updraft Gasifier*, Bonggol Jagung, Kualitas Nyala Api *Syn Gas*.

Abstract

Indonesia is a country that is rich in spices, including corn. One of them is by utilizing corn cobs waste into biomass gasification. Gasification is the process of converting energy from solid material (biomass) to syn gas (synthesis gas) which will be used as fuel. The amount of air entering gasifier will affect the quality of the syn gas flame. The purpose of this study was to determine the effect of variations in air flow rate (AFR) on the quality of the syn gas flame in terms of visualization of the flame, the length of the flame, the height of the flame, the temperature of the flame. The study was conducted using experimental research, quantitative descriptive and qualitative descriptive. Observe the visualization of the flame, the length of the flame, the height of the flame and the resulting temperature from the beginning until the corn cobs runs out in the reactor. The best result obtained in this study were the air flow rate (AFR) of 0.3. At AFR 0.3 visualization of a blue flame, the highest temperature of 249 °C, the longest flame with a time of 100minutes, and with a flame height of 20.5 cm. AFR 0.3 is the best fuel and ratio which result in the best flame quality.

Keywords: : Gasification, Air Flow Rate (AFR), *Updraft Gasifier*, Corn Cobs, Syn Gas Flame Quality.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya akan hasil produk alamnya, sehingga menjadi salah satu negara sebagai sumber penghasil bahan bakar yang cukup baik. Tetapi kebutuhan energi saat ini terus meningkat seiring dengan peningkatan kebutuhan masyarakat khususnya pada kebutuhan bahan bakar. Setiap tahunnya kebutuhan akan energi semakin meningkat seiring dengan meningkatnya aktivitas penggunaan bahan bakar, terutama bahan bakar minyak yang di peroleh dari alam.

Salah satu sumber energi alternatif tersebut adalah Biomassa energi yang merupakan pemanfaatan bahan

biologis sebagai sumber bahan bakar. Energi alternatif ini sangat cocok dikembangkan di Indonesia. Hal ini merujuk pada melimpahnya sumber bahan bakar biomassa di Indonesia seperti misalnya bonggol jagung yang selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal.

Saat ini limbah pertanian dan domestik merupakan bagian utama yang menjadi sumber biomassa. Indonesia merupakan Negara yang kaya akan hasil pertanian, tidak terkecuali bonggol jagung. Di setiap daerah di Indonesia banyak ditumbuhi jagung, di Tuban terdapat perkebunan Jagung seluas 69.000 hektar yang dapat menghasilkan

jagung 307.000 ton per tahun. Hampir semua bagian dari jagung secara komersial digunakan, terutama disektor pangan, energi, dan manufaktur. Namun pada dasarnya, bonggol jagung memiliki penggunaan terbatas, meski sebagian lagi digunakan untuk bahan bakar memasak atau pengganti arang kayu.

Menurut Pathak, et al (2008) berdasarkan arah aliran, gasifikasi dibedakan menjadi gasifikasi aliran searah (downdraft gasification) dan gasifikasi aliran berlawanan (updraft gasification). Pada gasifikasi downdraft, arah aliran gas dan arah aliran padatan adalah sama ke bawah. Pada gasifikasi updraft gasifier, arah aliran padatan kebawah sedangkan arah aliran gas ke atas pembakaran berlangsung dibagian bawah tumpukan bahan bakar dalam silinder gas hasil pembakaran akan mengalir ke atas melewati tumpukan bahan bakar sekaligus terjadi proses pengeringan. Bahan bakar dimasukkan kedalam ruang bakar melalui saluran pemasukan atas (Chopra and Jain, 2007).

Jamseng dan Johny (2012) melakukan penelitian menggunakan updraft gasifier dengan variasi air flow rate menggunakan bahan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) menunjukkan bahwa semakin besar kapasitas udara bakar maka akan meningkatkan suhu pada zona gasifier, tetapi penggunaan kapasitas udara bakar yang tidak ideal, akan mengurangi nilai kalor gas produk gasifikasi (syngas). Penentuan besarnya laju aliran udara (AFR) untuk setiap biomasa sangat berbeda..

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan penelitian eksperimental, diskriptif kuantitatif dan diskriptif kualitatif. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui laju aliran udara yang masuk gasifier terhadap kualitas nyala api syngas pada gasifikasi bonggol jagung menggunakan gasifikasi tipe updraft.

Lokasi dan Waktu Penelitian

- Lokasi Penelitian
Lokasi penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Waktu Penelitian
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2023.

Variabel Penelitian

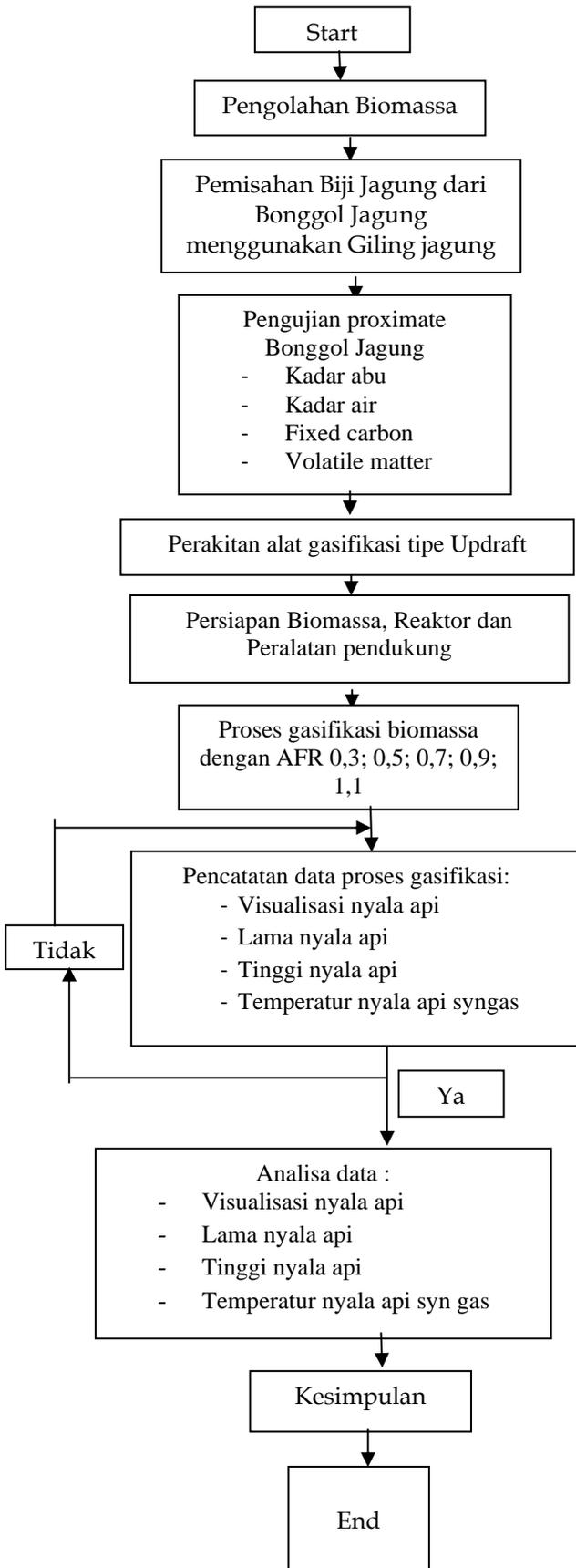
- Variabel Bebas
Variabel bebas mempengaruhi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat. Dalam penelitian ini variabel bebasnya yaitu Laju Aliran Udara (AFR) 0,3 ; 0,5 ; 0,7 ; 0,9 dan 1,1.
- Variabel Terikat
 - Temperatur nyala api syngas.
 - Tinggi nyala api syngas.
 - Lama nyala api syngas.
 - Visualisasi nyala api syngas.

- Variabel Kontrol
 - Ukuran Bonggol Jagung dengan luas penampang 9,5 mm².
 - Berat Bonggol Jagung Uji 5,5 kg.
 - Laju aliran volume air pompa pada trap 400 ml/menit.

Rencana Penelitian

- Proses Persiapan
 - Menyiapkan bonggol jagung.
 - Membersihkan gasifier.
 - Menyiapkan semua peralatan pengujian.
 - Menyiapkan thermocouple dan anemometer.
 - Menyiapkan bonggol jagung sesuai ukuran.
 - Membakar bara bonggol jagung sebanyak 0,5 kg sebagai pematik.
- Proses Penelitian
 - Memasukkan limbah bonggol jagung yang telah menjadi bara.
 - Memasukkan bonggol jagung dengan berat 5,5kg.
 - Menghidupkan blower udara dan pompa air pada trap.
 - Mengatur bukaan katup pada blower untuk mengontrol (AFR) 0,3 ; 0,5 ; 0,7 ; 0,9 dan 1,1.
 - Pengukuran menggunakan anemometer pada setiap laju aliran udara (AFR).
 - Menunggu bonggol jagung yang ada didalam gasifier sampai pada zona pembakaran dan menjadi bara.
 - Menyalakan syngas pada burner.
 - Melakukan dokumentasi untuk gambar visualisasi warna nyala api syngas.
 - Melakukan pengukuran pada temperature nyala api syngas.
 - Mengukur tinggi nyala api pada box kaca serta mencatat lama nyala api pada masing-masing laju aliran udara (AFR).
 - Melakukan pengujian ulang pada laju aliran udara (AFR) 0,3 ; 0,5 ; 0,7 ; 0,9 dan 1,1.
- Proses Akhir Pengujian
 - Mematikan alat gasifikasi.
 - Mengambil abu dan tar sisa.
 - Membersihkan komponen dan alat.
 - Merapikan dan mengembalikan alat setelah pengujian.

• *Flowchart* Penelitian



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Setelah melakukan survei dan melakukan pencarian literatur, peneliti menemukan permasalahan. Lalu dilanjutkan dengan mempersiapkan peralatan dan bahan. Proses Gasifikasi dilakukan hingga bonggol jagung habis di dalam reaktor. Variasi Laju Aliran Udara (AFR) 0,3; 0,5; 0,7; 0,9 dan 1,1. Proses berikutnya yaitu visualisasi yang di catat setiap 10 menit. Data uji selanjutnya dianalisa dan dicari kesimpulannya.

Instrumen, Alat dan Bahan

- Instrumen
 - Anemometer
 - Thermometer
 - Stopwatch
 - Timbangan
 - Kaca bergaris
- Alat
 - Blower
 - Throat / Saluran udara
 - Pompa DC High Pressure
 - Power Supply AC ke DC
 - Selang
 - Spray Nozzle
 - Ember Air plastic
 - Dinamo Listrik
 - Dimmer
 - Pemantik
 - Burner
- Bahan
 - Fuel Catrige

Teknik Analisa Data

Analisa data yang di gunakan metode deskriptif kuantitatif dan diskriptif kualitatif. Data hasil penelitian yang diperoleh dimasukkan dalam tabel. Di deskripsikan dengan kalimat sederhana sehingga mudah dipahami untuk mendapatkan jawaban dari permasalahan yang teliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan AFR

AFR yaitu perbandingan laju aliran massa udara (kg/s) dengan laju aliran massa bahan bakar (kg/s). Besar kecilnya AFR sangat dipengaruhi oleh banyak sedikitnya udara yang masuk ke dalam *gasifier*. Dalam penelitian ini AFR yang digunakan yaitu 0,3; 0,5; 0,7; 0,9 dan 1,1. Adapun cara menentukan setiap AFR tersebut sebagai berikut:

| | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Massa bonggol jagung | : 5,5kg |
| Waktu operasi | : 6000 s |
| Diameter throat | : 15 mm (gambar 3.9) |
| A (luasan area throat) | : 0,0001766 m ² |
| P (massa jenis udara) | : 1,239 kg/m ³ |
| V udara berbeda) | : 1,3 m/s (setiap AFR berbeda) |
| Laju aliran massa udara | : 0,000296847 (oleh V udara) |
| Laju aliran massa bonggol jagung | : 0,000916667 |

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Luasan area throat} &= \pi \cdot r^2 \\ &= 3,14 \cdot 7,5 \cdot 7,5 \\ &= 0,0001766 \text{ m}^2 \\ \text{Laju aliran massa bonggol jagung} &= \text{massa} \\ \text{biomassa/waktu operasi} &= 5,5 \text{ kg} / 6000 \text{ s} \\ &= 0,000916667 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Menentukan AFR 0,3

$$\begin{aligned} V \text{ udara} &= 1,3 \\ \text{Laju aliran massa udara} &= \rho \cdot V \cdot A \\ &= 1,293 \cdot 1,3 \cdot 0,0001766 \\ &= 0,000296847 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AFR} &= m \text{ udara} / m \text{ bonggol jagung} \\ &= 0,000296847 \text{ kg/s} / 0,00091667 \text{ kg/s} \\ &= 0,323 \end{aligned}$$



Gambar 2. Kecepatan udara 1,3 m/s pada anemometer

Menentukan AFR 0,5

$$\begin{aligned} V \text{ udara} &= 2,1 \\ \text{Laju aliran massa udara} &= \rho \cdot V \cdot A \\ &= 1,293 \cdot 2,1 \cdot 0,0001766 \\ &= 0,000479522 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AFR} &= m \text{ udara} / m \text{ bonggol jagung} \\ &= 0,000479522 \text{ kg/s} / 0,00091667 \text{ kg/s} \\ &= 0,523 \end{aligned}$$



Gambar 3. Kecepatan udara 2,1 m/s pada anemometer

Menentukan AFR 0,7

$$\begin{aligned} V \text{ udara} &= 2,9 \\ \text{Laju aliran massa udara} &= \rho \cdot V \cdot A \\ &= 1,293 \cdot 2,9 \cdot 0,0001766 \\ &= 0,0006621297 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AFR} &= m \text{ udara} / m \text{ bonggol jagung} \\ &= 0,0006621297 \text{ kg/s} / 0,00091667 \text{ kg/s} \\ &= 0,722 \end{aligned}$$



Gambar 4. Kecepatan udara 2,9 m/s pada anemometer

Menentukan AFR 0,9

$$\begin{aligned} V \text{ udara} &= 3,7 \\ \text{Laju aliran massa udara} &= \rho \cdot V \cdot A \\ &= 1,293 \cdot 3,7 \cdot 0,0001766 \\ &= 0,000844872 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AFR} &= m \text{ udara} / m \text{ bonggol jagung} \\ &= 0,000844872 \text{ kg/s} / 0,00091667 \text{ kg/s} \\ &= 0,921 \end{aligned}$$



Gambar 5. Kecepatan udara 3,7 m/s pada anemometer

Menentukan AFR 1,1

$$\begin{aligned} V \text{ udara} &= 4,5 \\ \text{Laju aliran massa udara} &= \rho \cdot V \cdot A \\ &= 1,293 \cdot 4,5 \cdot 0,0001766 \\ &= 0,001027547 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AFR} &= m \text{ udara} / m \text{ bonggol jagung} \\ &= 0,001027547 \text{ kg/s} / 0,00091667 \text{ kg/s} \\ &= 1,12 \end{aligned}$$



Gambar 6. Kecepatan udara 4,5 m/s pada anemometer

Hasil Penelitian

Setelah Penelitian tentang pengaruh Laju Aliran Udara (AFR) yang masuk ke dalam gasifier terhadap kualitas nyala api syngas pada gasifikasi bonggol jagung menggunakan gasifier tipe updraft. Variasi yang dilakukan adalah variasi Laju Aliran Udara (AFR). Variasi Laju Aliran Udara (AFR) dilakukan dengan cara mengatur bukaan katup untuk mengatur kecepatan aliran udara dari blower yang masuk ke

dalam reactor. Kemudian diamati visualisasi nyala api, lama nyala api, tinggi nyala api dan temperature nyala api. Setelah melakukan pengujian pada masing-masing variable bebas maka didapatkan data hasil penelitian. Hasil penelitian ini meliputi hasil pengujian temperature, visualisasi, tinggi dan lama nyala api yang dihasilkan dari pembakaran syngas. Data penelitian yang sudah diperoleh disajikan dalam bentuk nilai.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Tinggi Nyala Api Syngas

| AFR | Tinggi Nyala Api Syngas tiap 10 menit ke (cm) | | | | | | | | | | Rata-rata |
|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 0,3 | 17 | 18 | 19 | 22 | 27 | 25 | 23 | 20 | 19 | 15 | 20,5 |
| 0,5 | 19 | 21 | 25 | 30 | 28 | 25 | 24 | 18 | | | 23,7 |
| 0,7 | 26 | 30 | 34 | 32 | 29 | 25 | | | | | 29,3 |
| 0,9 | 47 | 52 | 50 | 47 | | | | | | | 49 |
| 1,1 | 50 | 55 | 52 | | | | | | | | 52,3 |

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Lama Nyala Api Syngas

| AFR | Massa Bonggol Jagung (Kg) | Lama Nyala Api (Menit) |
|-----|---------------------------|------------------------|
| 0,3 | 5,5 | 100 |
| 0,5 | 5,5 | 80 |
| 0,7 | 5,5 | 60 |
| 0,9 | 5,5 | 40 |
| 1,1 | 5,5 | 30 |

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Temperatur Nyala Api Syngas

| AFR | Temperatur Nyala Api Syngas tiap 10 menit ke (cm) | | | | | | | | | | Rata-rata |
|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 0,3 | 160 | 244 | 272 | 325 | 397 | 328 | 255 | 193 | 173 | 152 | 249°C |
| 0,5 | 150 | 175 | 191 | 221 | 202 | 198 | 167 | 141 | | | 180°C |
| 0,7 | 141 | 163 | 188 | 179 | 159 | 139 | | | | | 161°C |
| 0,9 | 136 | 155 | 147 | 130 | | | | | | | 142°C |
| 1,1 | 131 | 151 | 140 | | | | | | | | 140°C |

Analisa dan Pembahasan Hasil Penelitian

Analisa dan pembahasan pengaruh variasi laju aliran udara (AFR) yang masuk ke dalam *gasier* tipe *updraft* semi kontinyu terhadap kualitas nyala api syngas pada gasifikasi biomassa limbah bonggol jagung adalah sebagai berikut :

Tinggi Nyala Api

Cara mengukur tinggi nyala api yaitu dengan menggunakan kaca akuarium yang ditempel dengan kertas *milimeter* block agar pada saat pengujian berlangsung akan terlihat jelas dan tidak berubah pada saat angin berhembus. Secara grafik untuk mengetahui tinggi nyala api pada masing-masing laju aliran udara (AFR) dapat dilihat pada tabel 1.

Berdasarkan pada tabel 1 rata-rata tinggi nyala api pada setiap laju aliran udara (AFR) 0,3; 0,5; 0,7 cm pada tinggi nyala api laju aliran udara (AFR) 0,3 adalah 20,5 cm dan mengalami kenaikan dengan bertambahnya kecepatan laju aliran udara yang masuk sampai pada laju aliran udara yang masuk sampai pada laju aliran udara (AFR) 1,1 yaitu 52,3 cm. Sehingga didapat nyala api tertinggi ada pada laju aliran udara (AFR) 1,1 dan nyala api paling rendah terdapat pada laju aliran udara (AFR) 0,3. Dari data diatas dapat dilihat nyala api akan semakin tinggi seiring dengan penambahan kecepatan laju aliran udara yang masuk ke dalam *gasifier*, maka syngas yang keluar akan semakin banyak dan dengan kecepatan yang semakin tinggi. Sehingga api yang dihasilkan dari pembakaran *syngas* akan semakin tinggi.

Lama Nyala Api

Cara mengukur nyala api adalah dengan menggunakan stopwatch. Hasil dari syngas yang sudah dinyalakan menjadi api akan diukur lama nyala apinya sampai bonggol jagung yang ada di dalam *gasifier* habis. Cepat atau lambatnya proses nyalaan api *syngas* sangat tergantung pada laju aliran udara (AFR) yang disuplai masuk ke dalam *gasifier*. Semakin besar udara yang disuplai kedalam *gasifier* akan semakin mempercepat proses oksidasi, sehingga proses dekomposisi biomassa akan semakin cepat (Fajri, 2008).

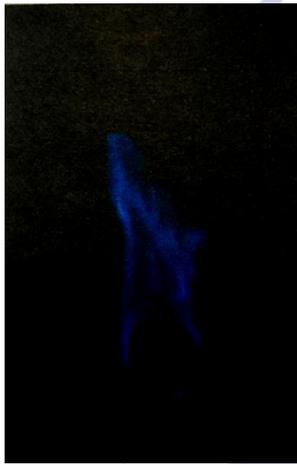
Berdasarkan tabel 2 diatas lama nyala api setiap laju aliran udara (AFR) 0,3; 0,5; 0,7; 0,9; dan 1,1 adalah 100 menit, 80 menit, 60 menit, 40 menit, dan 30 menit. Lama nyala api pada AFR 0,3 adalah 100 menit dan menurun dengan bertambahnya kecepatan laju aliran udara sampai pada AFR 1,1 yaitu 30 menit. Nyala api terlama adalah pada AFR 0,3 dengan nyala api 100 menit dan nyala api tercepat adalah pada AFR 1,1 dengan nyala api 30 menit. Dilihat dari data diatas lama nyala api akan menurun seiring dengan bertambahnya kecepatan laju aliran udara (AFR) yang disuplai masuk kedalam *gasifier*. Ini disebabkan oleh semakin besarnya kecepatan laju aliran udara yang disuplai masuk kedalam *gasifier*, maka akan semakin banyaknya udara yang akan bereaksi bersama biomassa pada proses pembakaran di zona pembakaran di dalam *gasifier*. Sehingga pada proses pembakaran yang terjadi akan semakin cepat kemudian biomassa yang ada di dalam *gasifier* akan semakin cepat habis.

Ditinjau dari segi keluaran *syngas*, kecepatan syngas akan semakin besar seiring bertambahnya kecepatan laju aliran udara yang masuk. Jika semakin besar kecepatan udara yang masuk maka semakin cepat syngas yang akan keluar. Sehingga dalam hal ini biomassa bonggol jagung akan semakin cepat habis. Jika biomassa bonggol jagung cepat habis maka nyala api akan semakin cepat.

Temperatur nyala api

Cara mengukur temperatur nyala api pada pembakaran syngas yaitu menggunakan thermometer yang diukur pada burner. Sensor thermocouple diletakkan pada inti nyala api yang ada di burner tersebut. Besar kecilnya temperature nyala api yang dihasilkan menentukan besarnya kalor yang dihasilkan oleh api. Jika semakin besar temperature nyala api yang dihasilkan maka akan semakin besar kalor yang dihasilkan oleh api tersebut.

Dari data pada table 3 diatas dapat dilihat rata-rata temperature nyala api pada setiap laju aliran udara (AFR) 0,3; 0,5; 0,7; 0,9; dan 1,1 adalah 249°C, 180°C, 161°C, 142°C dan 141°C. Tempatur tertinggi terdapat pada laju aliran udara (AFR) 0,3 yaitu 249°C, sedangkan temperatur terendah terdapat pada laju aliran udara (AFR) 1,1, yaitu 141°C ini dikarenakan udara yang dimasukkan terlalu besar sehingga pembentukan syngas di dalam gasifier menjadi kurang sempurna dan optimal.



Gambar 7. Warna Nyala Api AFR 0,3

Jika udara yang masuk ke dalam gasifier terlalu banyak maka akan semakin banyak terbentuknya gas O_2 , N_2 dan CO_2 sehingga berakibat pada kandungan *flammable* gas atau gas yang mudah terbakar yaitu CO , H_2 , dan CH_4 (metana) berkurang. Semakin kaya kandungan *flammable* gas yang ada di *syngas* maka nyala api *syngas* akan berwarna biru dan memiliki temperatur yang tinggi dan sebaliknya jika semakin sedikit kandungan *flammable* gas yang ada di *syngas* maka nyala api *syngas* akan berwarna kuning bercampur kemerah-merahan dan menyebabkan temperatur menjadi rendah.

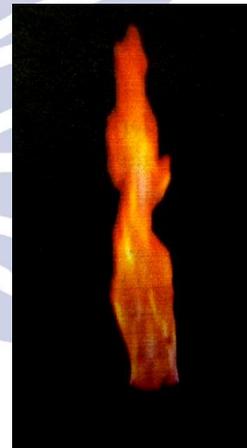
Pada gambar 7 merupakan visualisasi nyala api *syngas* pada laju aliran udara (AFR) 0,3. Pada laju aliran udara (AFR) 0,3 didapat visualisasi nyala api yang berwarna biru dan memiliki temperature yang paling tinggi yaitu 249°C. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan *flammable* gas yang ada di dalam *syngas* tinggi.



Gambar 8. Warna Nyala Api AFR 0,5

Pada gambar 8 merupakan visualisasi nyala api *syngas* pada laju aliran udara (AFR) 0,5. Pada laju aliran udara (AFR) 0,5 merupakan temperatur tertinggi ke 2 setelah laju aliran udara (AFR) 0,3 yaitu dengan rata-rata 180°C dengan visualisasi nyala api seperti pada gambar 8.

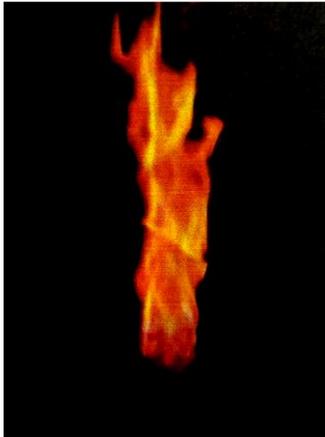
Warna nyala api pada laju aliran udara (AFR) 0,5 masih berwarna biru meskipun pada ujung nyala api berwarna kuning. Sehingga menunjukkan bahwa kandungan *flammable* gas yang ada di dalam *syngas* yang dihasilkan dari laju aliran udara (AFR) 0,5 masih tinggi.



Gambar 9. Warna Nyala Api AFR 0,7

Pada gambar 9 merupakan visualisasi nyala api *syngas* pada laju aliran udara (AFR) 0,7. Pada laju aliran udara (AFR) 0,7 merupakan temperatur tertinggi ke-3 yaitu dengan rata-rata 161°C dengan visualisasi nyala api seperti pada gambar 9.

Warna nyala api pada laju aliran udara (AFR) 0,7 mulai berubah menjadi kuning tapi masih terdapat warna api biru. Sehingga menunjukkan bahwa kandungan *flammable* gas pada *syngas* laju aliran udara (AFR) 0,7 mulai berkurang, kemudian menyebabkan temperatur nyala api tidak terlalu tinggi.



Gambar 10. Warna Nyala Api AFR 0,9

Pada gambar 10 merupakan visualisasi nyala api *syngas* pada laju aliran udara (AFR) 0,9. Pada laju aliran udara (AFR) 0,9 merupakan temperatur tertinggi ke 4 yaitu dengan rata-rata 142°C dengan visualisasi nyala api seperti pada gambar 10.

Warna nyala api pada laju aliran udara (AFR) 0,9 mulai menunjukkan keseluruhan warna nyala api berwarna kuning. Sehingga menunjukkan bahwa kandungan flammable gas pada *syngas* laju aliran udara (AFR) 0,9 tidak terlalu tinggi dan menyebabkan temperature nyala api menjadi lebih rendah. Pada laju aliran udara (AFR) 0,9 terlalu banyak suplai udara yang masuk ke dalam *gasifier* sehingga menyebabkan bentuk nyala api pada gambar 10 menjadi lebih tidak teratur dan lebih besar.



Gambar 11. Warna Nyala Api AFR 1,1

Pada gambar 11 merupakan visualisasi nyala api *syngas* pada laju aliran udara (AFR) 1,1. Pada laju aliran udara (AFR) 1,1 merupakan temperatur paling rendah yaitu dengan rata-rata 140°C dengan visualisasi nyala api seperti pada gambar 11.

Warna nyala api pada laju aliran udara (AFR) 1,1 menunjukkan keseluruhan warna nyala api berwarna kuning dan memudar. Sehingga menunjukkan bahwa kandungan flammable gas pada *syngas* laju aliran udara (AFR) 1,1 sedikit dan menyebabkan temperature nyala api menjadi lebih rendah. Pada laju aliran udara (AFR) 1,1 terlalu banyak suplai udara yang masuk ke dalam *gasifier*

sehingga menyebabkan bentuk nyala api pada gambar 11 menjadi tidak teratur dan lebih besar.

Visualisasi Nyala Api

Pengambilan gambar visualisasi nyala api menggunakan kamera digital dengan resolusi kamera 20 megapixel. Kualitas nyala api ditentukan oleh dari warna pada nyala api. Warna api dengan kualitas terbaik adalah api yang berwarna biru dan memiliki temperature yang tinggi. Warna nyala api berwarna biru menunjukkan kandungan flammable gas yang tinggi pada *syngas* dengan campuran udara yang cukup. Sedangkan ketika api cenderung memiliki warna merah maka dapat diartikan *syngas* tersebut memiliki nilai kalor yang relatif rendah.

Warna nyala api pada laju aliran udara (AFR) 0,3 berwarna biru dengan temperature tertinggi, sedangkan pada laju aliran udara (AFR) 0,5 juga masih menunjukkan warna nyala api biru tapi pada ujung api berwarna kuning. Warna nyala api pada laju aliran udara (AFR) 0,7 dan 0,9 terlihat mulai dan nyala api pada laju aliran udara (AFR) 1,1 berwarna terlihat merah dengan temperature terendah. Dilihat dari warna nyala api di atas, visualisasi warna nyala api terbaik terdapat pada laju aliran udara (AFR) 0,3.

Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa bonggol jagung dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar biomassa. Dimana didapatkan kandungan nilai kandungan nilai kalor yang cukup tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energy. Biomassa dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar fosil yang telah lama dimanfaatkan sebagai sumber energi. Terutama pada pembangkit listrik yang masih banyak memanfaatkan batu bara dan gas sebagai sumber energi kalor. Diharapkan dengan pengembangan pemanfaatan bonggol jagung sebagai bahan bakar biomassa dapat memberikan manfaat dan inovasi untuk industri besar agar dapat beralih dari bahan bakar fosil ke bahan bakar yang dapat diperbaharui karena bahan bakar ini bersifat renewable yang dapat didapatkan secara *continue*.

PENUTUP

Simpulan

Setelah melakukan serangkaian tahapan proses penelitian menggunakan gasifikasi tipe *updraft* dengan biomassa bonggol jagung mendapatkan hasil yang telah dianalisa, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Temperatur paling tinggi pada nyala api *syngas* adalah pada AFR 0,3 dengan temperatur 249°C dan dengan visualisasi warna nyala api *syngas* yang terlihat berwarna biru. Hal ini menunjukkan bahwa seiringnya penurunan AFR maka mengakibatkan kandungan flammable gas dalam *syngas* meningkat, sehingga akan didapat visualisasi warna nyala api yang berwarna biru dan jika semakin meningkatnya AFR maka kandungan flammable gas dalam *syngas* akan menurun sehingga akan didapat visualisasi warna nyala api yang berwarna kuning bercampur kemerah-merahan dan temperature nyala api akan semakin menurun.
- Nyala api pada *syngas* paling lama terdapat pada AFR 0,3 yaitu 100 menit. Hal ini menunjukkan

bahwa AFR 0,3 memiliki kandungan perbandingan antara udara dan bahan bakar yang tepat, menyebabkan udara yang bereaksi dengan bonggol jagung di dalam *gasifier* pada zona pembakaran akan bereaksi dengan optimal sehingga nyala api *syngas* yang dikeluarkan akan semakin besar, sehingga biomassa akan cepat habis dan lama nyala api akan semakin cepat. Sedangkan pada tinggi nyala api paling tinggi terdapat pada AFR 1,1 yaitu 52,3 cm. Ini disebabkan kecepatan udara ke dalam *gasifier* pada AFR 1,1 adalah yang terbesar sehingga mengakibatkan pembakaran *syngas* yang keluar pada burner juga menjadi tinggi dan dapat disimpulkan bahwa nyala api akan bertambah tinggi dengan bertambahnya AFR.

Saran

Setelah menyelesaikan penelitian menggunakan *gasifier* updraft dan biomassa limbah bonggol jagung, maka didapatkan saran :

- Sebaiknya ada penelitian lebih lanjut membahas tentang distribusi temperatur pada *gasifier*.
- Perlunya penelitian tentang kandungan yang ada di dalam tar.
- Pengecekan alat rutin saat sebelum digunakan untuk pengujian agar tidak ada kendala pada alat saat digunakan.
- Perawatan dan pemeliharaan berkala setelah pengujian untuk menjaga alat agar awet dan kinerja maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Chopra, S and A. Jain. 2007. "A review of Fixed Bed Gasification System for Biomass" *Agricultural Engineering International : The CIGR Ejournal*, No. 5. Vol. IX.

Fajri Vidian. 2008. Gasifikasi Tempurung Kelapa Menggunakan Updraft pada Beberapa Variasi Laju Aliran Udara Pembakaran. *Jurnal Teknik Mesin* Vol. 10, No. 2, Oktober 2008: 88-93

Jemseng Carles Abineno, dan Johny Agustinus Koylal. 2018. Gasifikasi Limbah Tempurung Kemiri Sebagai Energi Alternatif Menggunakan updraft *Gasifier* pada Laju Aliran Udara berbeda. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* Vol.7, No. 3:175-180.

Pathak, B.S, S.R. Patel, A.G. Bhave, P.R. Bhoi, A.M. Sharma and N.P.Shah. 2008. Performance Evaluation of and Agricultural Residue-based Modular Throat-type Downdraft *Gasifier* for Thermal Application. *Journal Biomass and Energy* 32 (2008) 72-78 – Elsevier.