

**PENGARUH CAMPURAN BAHAN BAKAR SEKAM PADI  
DENGAN BONGGOL JAGUNG TERHADAP KINERJA TUNGKU  
GASIFIKASI TIPE *DOWNDRAFT***



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Srata  
I Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Oleh :**

**TOMI HARDIANTO**

**D200100106**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2018**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENGARUH CAMPURAN BAHAN BAKAR SEKAM PADI  
DENGAN BONGGOL JAGUNG TERHADAP KINERJA  
TUNGKU GASIFIKASI TIPE *DOWNDRAFT***

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**TOMI HARDIANTO**

**D200100106**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Ir. Subroto, MT**

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH CAMPURAN BAHAN BAKAR SEKAM PADI  
DENGAN BONGGOL JAGUNG TERHADAP KINERJA  
TUNGKU GASIFIKASI TIPE *DOWNDRAFT***

OLEH

**TOMI HARDIANTO**

**D200100106**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari *Sabtu 10 februari* 2018

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. **Ir. Subroto, MT**  
(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. **Ir. Sunardi Wiyono, MT**  
(Anggota 1 Dewan Penguji)

(.....)

3. **Patna Partono, ST, MT**  
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

Dekan,



**Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph. D.**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, Februari 2018

Penulis



**TOMI HARDIANTO**

**D200100106**

# **PENGARUH CAMPURAN BAHAN BAKAR SEKAM PADI DENGAN BONGGOL JAGUNG TERHADAP KINERJA TUNGKU GASIFIKASI TIPE *DOWNDRAFT***

## **ABSTRAKSI**

Gasifikasi adalah suatu proses perubahan bahan bakar padat secara termo kimia menjadi gas, dimana udara yang diperlukan lebih rendah dari udara yang digunakan untuk proses pembakaran. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh campuran bahan bakar bonggol jagung terhadap temperatur pembakaran, waktu penyalaan awal dan waktu nyala efektif pada tungku gasifikasi sekam padi tipe *downdraft*. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan campuran bahan bakar bonggol jagung dan sekam padi, dengan variasi campuran 25% bonggol jagung, 50% bonggol jagung, 75% bonggol jagung. kemudian mengambil data meliputi temperatur pembakaran, waktu penyalaan awal dan waktu nyala efektif. Hasil penelitian menunjukkan variasi campuran bahan bakar bonggol jagung dan sekam padi berpengaruh terhadap temperatur pembakaran, waktu penyalaan awal dan waktu nyala efektif yang dihasilkan. Temperatur tertinggi terjadi pada bahan bakar sekam padi dengan temperature mencapai 605.34 °C, sekaligus waktu penyalaan tercepat hanya dalam waktu 6 menit. Campuran bahan bakar dengan waktunyala efektif terlama didapat dengan campuran 75% bonggol jagung dan 25% sekam padi selama 48 menit.

***Kata kunci: SekamPadi, Bonggol Jagung, Gasifikasi, Kinerja Tungku***

## **ABSTRACT**

Gasification is a process of converting a thermochemically solid fuel into a gas, in which the required air is lower than the air used for the combustion process. The purpose of this research is to know the effect of a mixture of corncob fuel to the combustion temperature, the initial ignition time and the effective flame time in the rice husk gasification type *downdraft*. The study was conducted by varying the mixture of corn and rice husk mixed fruits, with a mixed variation 25% corn cob, 50% corn cob, 75% corn cob. then retrieve data including combustion temperature, initial startup time and effective flame time. The results showed that the variation of the mixture of corn cob and rice husk fruits influenced the combustion temperature, the initial ignition time and the effective flame time produced. The highest temperature occurs rice husk with the temperature reaching 605.34 °C, as well as the fastest ignition time in just 6 minutes. The fuel mixture with the longest effective flame

time was obtained with a mixture of 75% corncob and 25% rice husk for 48 minutes.

***Keywords: Rice Husk, Corn Cob, Gasification, Furnace Performance***

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Bahan bakar minyak adalah salah satu bentuk energi yang masih sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Namun sifatnya yang tidak bisa diperbarui atau *nonrenewable* membuat jumlahnya terus menipis seiring dengan semakin bertambahnya kebutuhan masyarakat dan industri akan bahan bakar minyak ini. Berkenaan dengan hal tersebut negara berupaya untuk mengatasi masalah tersebut dengan mengupayakan agar masyarakat dan industri beralih untuk menggunakan gas, batubara ataupun bahan alternatif lainnya.

Salah satu jenis bahan alternatif tersebut adalah biomassa. Biomassa mampu menjawab kekurangan bahan bakar yang sifatnya *nonrenewable*. Hal ini disebabkan karena biomassa merupakan bahan yang dapat diperbarui dan ketersediaannya cukup melimpah di Indonesia. Biomassa sebagai bahan yang alami dan mudah didapat justru terkadang ketersediaannya masih kurang dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat. Salah satu contoh biomassa tersebut adalah hasil limbah pertanian, seperti sekam padi, tongkol jagung, ampas tebu, tempurung kelapa dan lain-lain.

Salah satu langkah dalam pemanfaatan biomassa untuk mengatasi kelangkaan energi tak terbarukan adalah dengan menggunakan metode gasifikasi biomassa. Secara garis besar gasifikasi adalah sebuah reaksi termokimia yang mengubah bahan bakar padat menjadi gas. Dan untuk membuat sebuah gasifikasi biomassa dibuat alat untuk mengubah biomassa padat tersebut menjadi bahan bakar gas atau yang dikenal dengan gasifikasi.

Proses gasifikasi menghasilkan gas-gas yang sifatnya mudah terbakar yaitu CH<sub>4</sub> (Metana), H<sub>2</sub> (Hidrogen), dan CO (karbon monoksida) sehingga bisa menggantikan fungsi dari bahan bakar gas yang digunakan untuk memasak dan hal-hal lain yang menggunakan gas sebagai sumber energinya. Oleh karena itu penelitian dan pengembangan teknologi gasifikasi sebagai salah satu sumber energy alternatif harus terus menerus ditingkatkan agar bisa mendapatkan efisiensi dan efektivitas yang paling maksimal.

Berdasarkan arah alirannya gasifikasi dibedakan menjadi gasifikasi *downdraft*, *updraft* dan *crossdraft*, gasifikasi tipe *downdraft* adalah gasifikasi yang memiliki arah pada tandan aliran udara yang sama yaitu ke bawah menuju zona gasifikasi yang panas, hal ini memungkinkan yang terdapat pada asap terbakar sehingga gas yang dihasilkan lebih bersih. Keuntungan gasifikasi tipe *downdraft* adalah dapat dioperasikan secara berkesinambungan dengan cara menambahkan bahan bakar melalui bagian atas reaktor.

Indonesia sebagai negara agraris mempunyai potensi biomassa yang relatif besar yang berasal dari limbah pertanian, terutama sekam padi dan bonggol jagung. Hal ini membuat Indonesia sangat berpotensi sebagai penghasil energi alternative terbarukan dengan potensi biomassa yang dimiliki. Energi biomassa dari proses gasifikasi sendiri dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik, energi panas atau energi mekanik. Dengan melihat potensi besar ini, maka pemanfaatannya untuk energy akan memberi kontribusi yang cukup berarti dalam pemenuhan kebutuhan energi masyarakat.

## **1.1 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a Untuk mengetahui pengaruh campuran bahan bakar sekam padi dengan bonggol jagung terhadap temperatur pembakaran.

- b Untuk mengetahui pengaruh campuran bahan bakar sekam padi dengan bonggol jagung terhadap waktu penyalaan awal.
- c Untuk mengetahui pengaruh campuran bahan bakar sekam padi dengan bonggol jagung terhadap waktu nyala efektif.

## **1.2 Tinjauan Pustaka**

Nurhadi Saputra (2016), melakukan penelitian menggunakan tungku gasifikasi sekam padi tipe *downdraft* kontinu dengan variasi kecepatan udara. Penelitian menggunakan variasi kecepatan udara 6.0 m/s, 7.0 m/s, dan 8.0 m/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan udara maka akan berpengaruh pada semakin cepatnya waktu penyalaan dan temperature pembakaran yang dihasilkan semakin tinggi, tetapi waktu nyala efektif api semakin singkat.

Bambang Purwantono, dkk (2011) melakukan penelitian tentang gasifikasi dengan judul *Kajian Dimensi Tenggorokkan Ruang Reduksi Gasifikasi Tipe downdraft Untuk Gasifikasi Limbah Tongkol Jagung*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa desain thoart atau tenggorokan tungku dan tinggi ruang reduksi berpengaruh nyata terhadap nyala efektif tungku dan produksi gas. Waktu nyala efektif yang besar ditentukan oleh suhu reduksi yang tinggi dan stabil. Suhu diatas 350°C dan tinggi ruang reduksi 10 cm mampu memberi kinerja gasifikasi secara optimal.

Jokor Burhantoro (2016), melakukan penelitian tentang gasifikasi dengan judul *Pengaruh Distributor Udara Pada Tungku Gasifikasi Updraft*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan penggunaan pipa distribusi udara dengan spesifikasi diameter pipa 300mm, panjang 600mm, dan jumlah lubang 165 lubang yang berdiameter 10mm mampu menghasilkan temperature pembakaran yang lebih tinggi, penyalaan awal yang lebih cepat, dan nyala efektif yang lebih lama. Hal ini disebabkan karena dengan penggunaan distribusi udara ini suplay udara ketungku menjadi lebih lancar sehingga suplay udara unruk pembakaran ditingku menjadi lebih bagus.

### 1.3 Gasifikasi

Gasifikasi adalah suatu proses perubahan bahan bakar padat secara termokimia menjadi gas, dimana udara yang diperlukan lebih rendah dari udara yang digunakan untuk proses pembakaran. Produk yang dihasilkan dapat dikategorikan menjadi tiga bagian utama, yaitu: padatan, cairan, dan gas permanen.

Gas hasil gasifikasi terdiri dari gas-gas yang dapat dibakar yaitu CO, H<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub>, pengotor *inorganic* berupa gas-gas yang tidak dapat terbakar seperti CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, HCN, H<sub>2</sub>S serta debu halus dan pengotor organik yaitu Tar. Komposisi gas yang terkandung sangat tergantung pada komposisi dari unsur yang digunakan sebagai bahan bakar.

#### 1.4.1. Jenis-jenis Gasifikasi

Berdasarkan arah alirannya gasifikasi dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

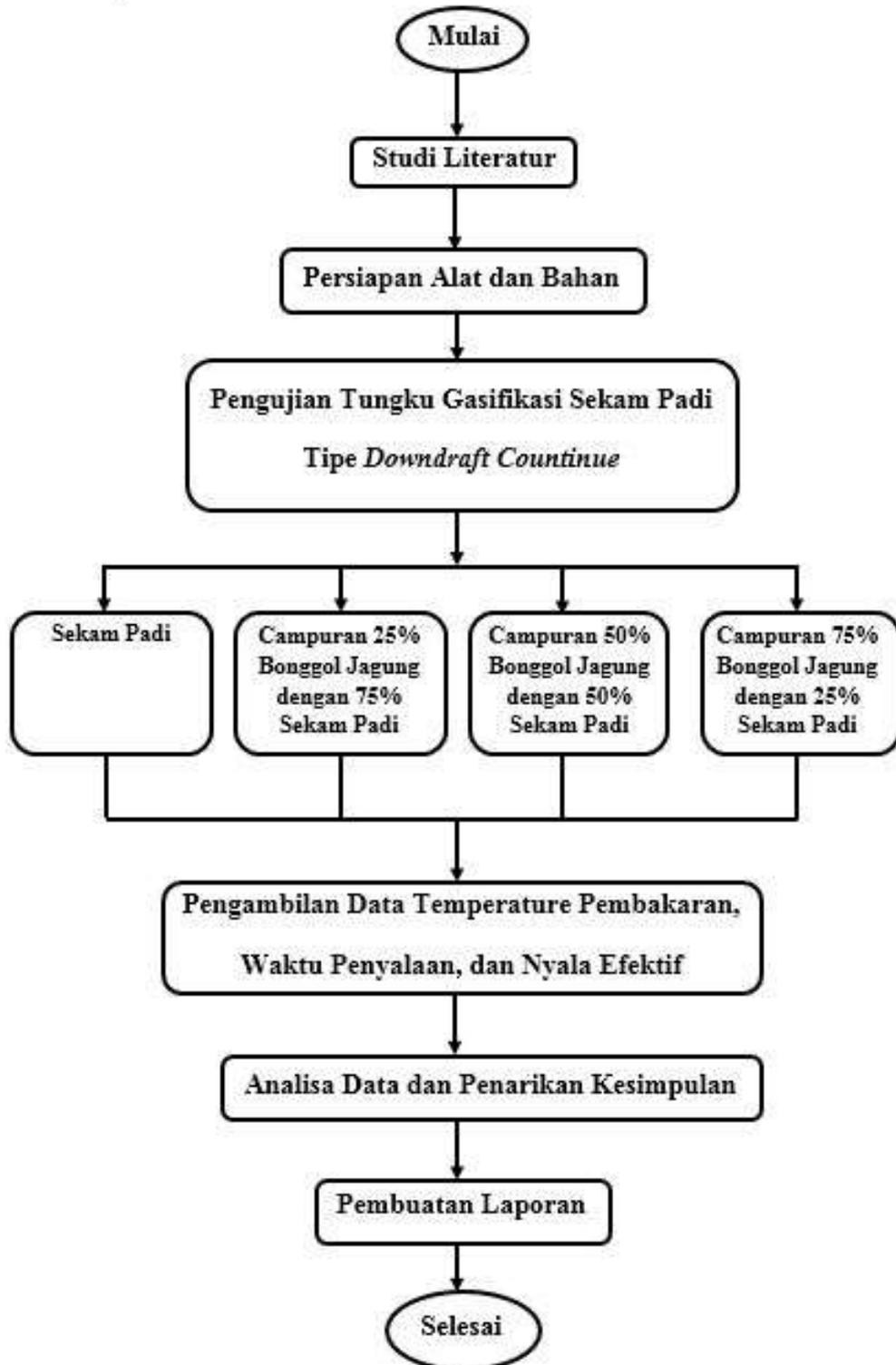
- a. Gasifikasi aliran searah (*Downdraft Gasification*)  
Yaitu arah aliran padatan dan gas sama-sama kebawah.
- b. Gasifikasi aliran berlawanan (*Updraft Gasification*)  
Yaitu arah aliran padatan kebawah sedangkan arah aliran gas keatas.
- c. Gasifikasi *Crosdraft*  
Yaitu arah aliran gas dijaga mengalir mendatar dengan aliran padatan kebawah

#### 1.4.2. Tahapan Proses Gasifikasi

- a. *Drying* atau pengeringan ( $T > 150^{\circ}\text{C}$ )  
Pada tahap pengeringan, kandungan air pada bahan bakar padat diuapkan oleh panas yang diserap dari proses oksidasi.
- b. *Pirolisis* atau *devolatilisasi* ( $150^{\circ}\text{C} < T < 550^{\circ}\text{C}$ )  
*Pirolisis* atau *devolatilisasi* disebut juga sebagai gasifikasi parsial. Suatu rangkaian proses fisik dan kimia terjadi selama proses *Pirolisis* yang

dimulai secara lambat pada  $T < 100^{\circ}\text{C}$  dan terjadi secara cepat pada  $T > 200^{\circ}\text{C}$ . Proses *Pirolisis* dimulai pada temperatur sekitar  $230^{\circ}\text{C}$ . Produk *Pirolisis* umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu gas ringan ( $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{CH}_4$ ), tar dan arang.

## 2. METODE PENELITIAN



Gambar 1 Diagram alir penelitian

## 2.1 Alat dan Bahan Penelitian

a Tungku Gasifikasi Tipe *Downdraft*.

Tungku Gasifikasi *Downdraft* adalah alat utama yang digunakan sebagai tempat pembakaran dan produksi gas metana.

b Blower.

Blower berfungsi untuk memberikan suplai udara yang dibutuhkan dalam proses pembakaran didalam tungku.

c Thermocouple.

Pada rangkaian instalasi pengujian Thermocouple digunakan untuk mengukur suhu atau temperature nyala api.

d Anemometer.

Anemometer alat ini digunakan untuk mengukur kecepatan udara yang akan masuk kedalam tungku agar sesuai dengan yang diinginkan.

e Timbangan Analog.

Timbangan analog digunakan untuk menimbang bahan bakar yang digunakan yaitu sekam padi agar sesuai dengan ukuran yang diinginkan.

f Stopwatch Digital.

Stopwatch digital digunakan untuk membantu menghitung waktu dalam pengujian.

g Sekam Padi.

Bahan utama yang digunakan dalam pengujian ini adalah sekam padi sebagai bahan bakar tungku gasifikasi *downdraft*.

h Bonggol Jagung.

Bahan campuran yang digunakan dalam pengujian ini adalah bonggol jagung sebagai campuran bahan bakar tungku gasifikasi *downdraft*.

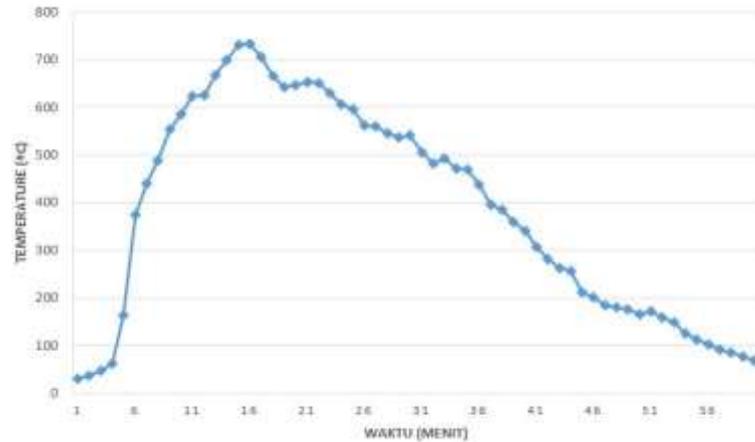
## 2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pengujian kerja reactor tungku gasifikasi *downdraft* dengan system pengisian ulang bahan bakar adalah sebagai berikut:

- a Mempersiapkan komponen alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian.
- b Merakit rangkaian komponen yang dibutuhkan yang terdiri dari tungku, blower, dan saluran udaranya serta alat ukur.
- c Mencampurkan sekam padi dengan bonggol jagung dengan komposisi massa 25% bonggol jagung dan 75% sekam padi
- d Masukkan campuran bahan bakar sekam padi dan bonggol jagung yang sudah ditimbang dengan takaran yang telah ditentukan, yaitu sebesar 2 kg.
- e Nyalakan campuran bahan bakar bonggol jagung dan sekam padi tadi dari bagian bawah (lubang penyalan / *ignition*).
- f Setelah dinilai sudah menyala (campuran bahan menyala merah) tutup lubang *ignition* tadi dan mulai nyalakan blower sebagai pemasok udara utama.
- g Setelah gas dan asap hasil pembakaran naik keatas, warna putih tebal dan temperaturnya sudah cukup tinggi kurang lebih 300°C, dilakukan penyalan api.
- h Catat waktu awal penyalan tadi sampai akhir penyalan.
- i Catat temperatur nyala tiap menitnya.
- j Setelah bahan bakar terbakar habis dan tidak ada lagi gas yang dihasilkan, keluarkan campuran bahan bakar sekampadi dan bonggol jagung dari tungku, dinginkan kemudian timbang kembali berat campuran bahan bakar sekampadi dan bonggol jagung hasil pembakaran tersebut.
- k Lakukan percobaan yang sama dengan menggunakan variasi campuran bahan bakar bonggol jagung dan sekam padi dengan perbandingan 50% dan 75%.
- l Analisa dan bandingkan data percobaan antara percobaan yang menggunakan perbandingan 25%, 50%, 75%.

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

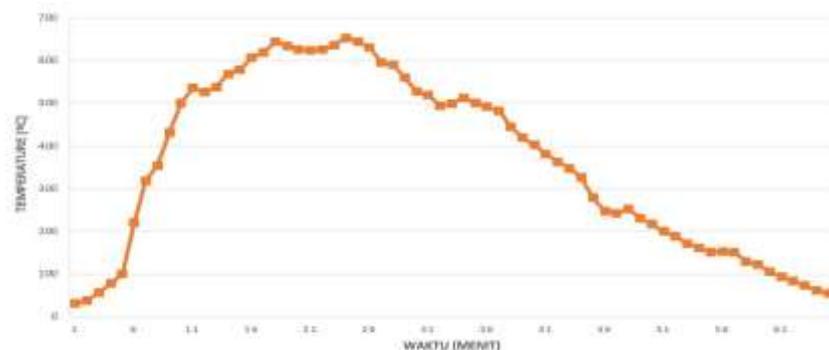
#### 3.1 Bahan bakar Sekam padi.



Gambar 2. Grafik Hubungan antara temperatur rata-rata pembakaran dengan bahan bakar sekam padi.

Pada gambar 2. diatas menunjukkan bahwa, pada pengujian dengan menggunakan bahan bakar sekam padi gas hasil gasifikasi mulai menyala pada menit ke-6, temperatur rata-rata pembakaran yang dihasilkan adalah sebesar 605,34°C.

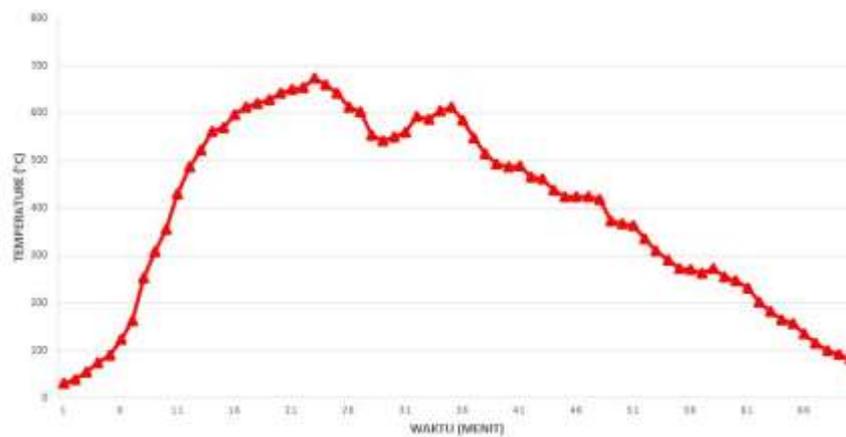
#### 3.2 Campuran bahan bakar 25% bonggol jagung dengan 75% sekam padi.



Gambar 3. Grafik Hubungan antara temperatur rata-rata pembakaran dengan waktu pada Campuran bahan bakar 25% bonggol jagung dengan 75% sekam padi.

Pada gambar 3. diatas menunjukkan bahwa, pada pengujian dengan menggunakan campuran bahan bakar 25% bonggol jagung dengan 75% sekam padi gas hasil gasifikasi mulai menyala pada menit ke-7, temperatur rata-rata pembakaran yang dihasilkan adalah sebesar 569,64°.

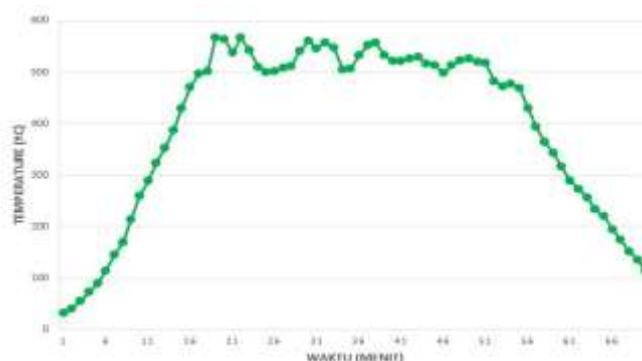
### 3.3 Campuran bahan bakar 50% bonggol jagung dengan 50% sekam padi.



Gambar 4. Grafik Hubungan antara temperatur rata-rata pembakaran dengan waktu pada Campuran bahan bakar 50% bonggol jagung dengan 50% sekam padi.

Pada Gambar 4. diatas menunjukkan bahwa, pada pengujian dengan menggunakan campuran bahan bakar 50% bonggol jagung dengan 50% sekam padi gas hasil gasifikasi mulai menyala pada menit ke-9, temperatur rata-rata pembakaran yang dihasilkan adalah sebesar 551.18°C.

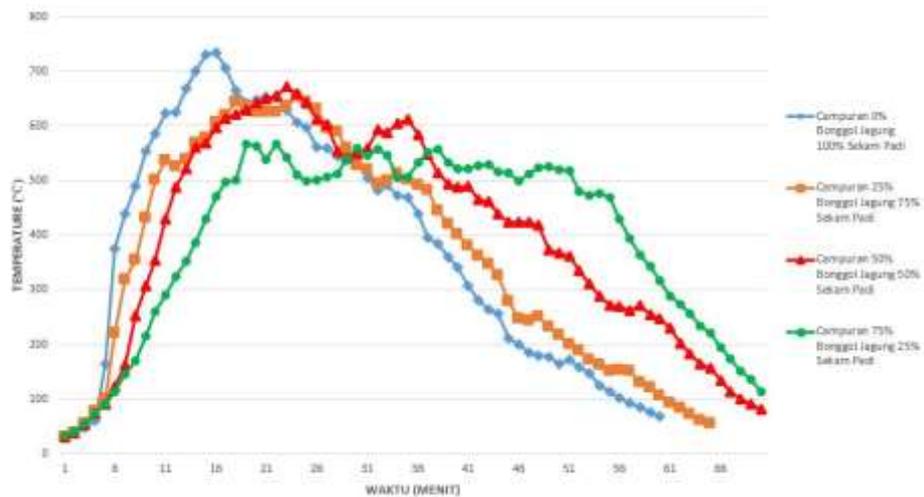
### 3.4 Campuran bahan bakar 75% bonggol jagung dengan 25% sekam padi.



Gambar 5. Grafik Hubungan antara temperatur rata-rata pembakaran dengan waktu pada Campuran bahan bakar 75% bonggol jagung dengan 25% sekam padi.

Pada Gambar 5. diatas menunjukkan bahwa, pada pengujian dengan menggunakan campuran bahan bakar 75% bonggol jagung dengan 25% sekam padi gas hasil gasifikasi mulai menyala pada menit ke-11.5, temperatur rata-rata pembakaran yang dihasilkan adalah sebesar 534.36°C.

### 3.5 Perbandingan Temperatur Rata-rata Pembakaran



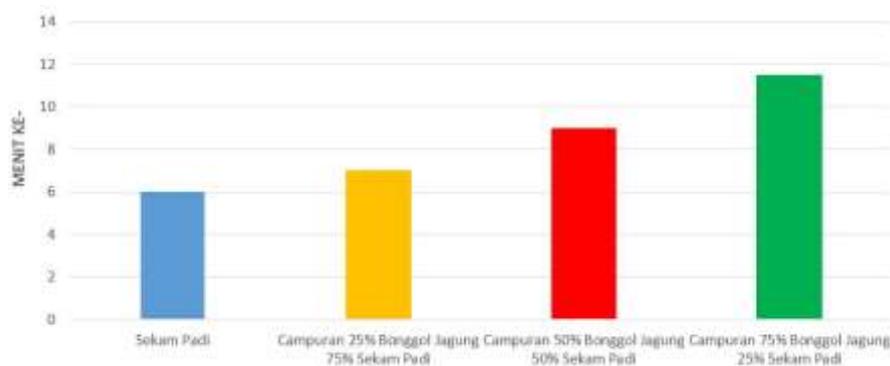
Gambar 6. Grafik Perbandingan Temperatur Rata-rata Pembakaran.

Gambar 6. Perbandingan antara keempat variabel campuran bahan bakar yang digunakan dalam pengujian menunjukkan bahwa variasi campuran bahan bakar bonggol jagung dengan sekam padi berpengaruh terhadap temperatur pembakaran gas hasil gasifikasi. Temperature rata-rata pembakaran terjdip ada bahan bakar sekam padi yaitu sebesar 605.34°C, kemudian temperature rata-rata pembakaran setelahnya didapat pada pengujian dengan menggunakan campuran bahan bakar 25% bonggol

jagung dengan 75% sekam padi yaitu sebesar  $569,64^{\circ}\text{C}$ , dan untuk campuran bahan bakar 50% bonggol jagung dengan 50% sekam padi yaitu sebesar  $551,18^{\circ}\text{C}$ , sedangkan temperatur yang terendah diantara ketiga variable yang digunakan adalah pada campuran bahan bakar 75% bonggol jagung dengan 25% sekam padi yaitu sebesar  $534,36^{\circ}\text{C}$ .

Semakin besar campuran bonggol jagung yang digunakan maka temperature rata-rata pembakaran yang dihasilkan semakin rendah.

### 3.6 Perbandingan Lama Waktu Penyalaan Awal

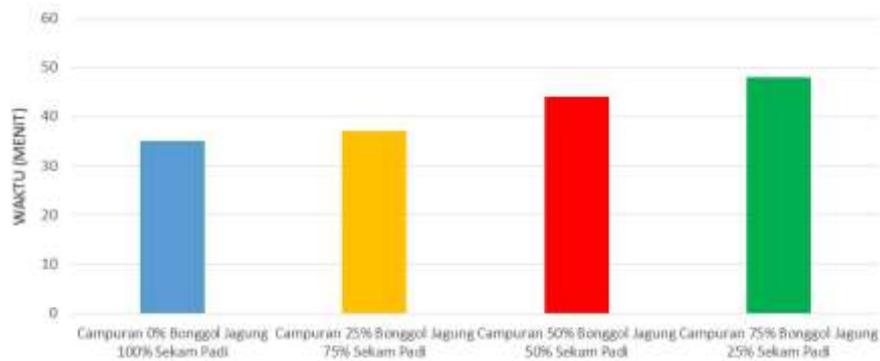


Gambar 7. Perbandingan Lama Waktu Penyalaan Awal.

Gambar 7. perbandingan menunjukkan bahwa variasi campuran bahan bakar bonggol jagung dengan sekam padi berpengaruh terhadap lama waktu penyalaan awal waktu yang dibutuhkan untuk dapat menghasilkan gas yang dapat terbakar. Penyalan paling cepat adalah pada bahan bakar sekam padi yaitu selama 6 menit, kemudian pada campuran bahan bakar 25% bonggol jagung dengan 75% sekam padi yaitu selama 7 menit, sedangkan untuk campuran bahan bakar 50% bonggol jagung dengan 50% sekam padi membutuhkan waktu 9 menit, dan yang paling lama diantara keempat variabel yang digunakan adalah pada campuran bahan bakar 75% bonggol jagung dengan 25% sekam padi yaitu selama 11.5 menit.

Semakin besar campuran bonggol jagung yang digunakan maka waktu yang dibutuhkan untuk dapat menyalaakan semakin lama, sebaliknya semakin kecil campuran bonggol jagung yang digunakan maka waktu penyalaan yang dibutuhkan akan semakin cepat.

### 3.7 Perbandingan Nyala Efektif



Gambar 8. Perbandingan Nyala Efektif.

Pada Gambar 8. menunjukkan bahwa variasi campuran bahan bakar bonggol jagung dengan sekam padi berpengaruh terhadap nyala efektif. Campuran bahan bakar 75% bonggol jagung dengan 25% sekam padi dengan nyala efektif paling panjang yaitu 48 menit kemudian campuran bahan bakar 75% bonggol jagung dengan 25% sekam padi selama 44 menit, sedangkan untuk campuran bahan bakar 50% bonggol jagung dengan 50% sekam padi selama 37 menit, dan yang terpendek diantara keempat variabel yang digunakan yaitu campuran bahan bakar sekam padi selama 35 menit.

Semakin banyak campuran bonggol jagung yang digunakan maka waktu nyala efektifnya akan semakin lama, begitupula sebaliknya semakin sedikit campuran bonggol jagung yang digunakan maka waktu nyala efektifnya akan semakin pendek.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisa data dari pengujian tungku gasifikasi tipe *downdraft* dengan variasi campuran bahan bakar bonggol jagung dengan sekam padi, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- a Variasi campuran bahan bakar bonggol jagung dengan sekam padi berpengaruh terhadap temperatur pembakaran. Temperatur pembakaran rata-rata tertinggi yaitu pada bahan bakar sekam padi yaitu sebesar  $605.34^{\circ}\text{C}$ , campuran bahan bakar 25% bonggol jagung dengan 75% sekam padi yaitu sebesar  $569,64^{\circ}\text{C}$ , campuran bahan bakar 50% bonggol jagung dengan 50% sekam padi yaitu sebesar  $551.18^{\circ}\text{C}$ , campuran bahan bakar 75% bonggol jagung dengan 25% sekam padi yaitu sebesar  $534.36^{\circ}\text{C}$ .
- b Variasi campuran bahan bakar bonggol jagung dengan sekam padi berpengaruh terhadap lama waktu penyalaan awal. Waktu penyalaan tercepat yaitu pada bahan bakar sekam padi yaitu selama 6 menit, campuran bahan bakar 25% bonggol jagung dengan 75% sekam padi yaitu selama 7 menit, campuran bahan bakar 50% bonggol jagung dengan 50% sekam padi membutuhkan waktu 9 menit, campuran bahan bakar 75% bonggol jagung dengan 25% sekam padi yaitu selama 11.5 menit.
- c Variasi campuran bahan bakar bonggol jagung dengan sekam padi berpengaruh terhadap lama waktu penyalaan awal. Nyala efektif terpanjang yaitu pada campuran bahan bakar 75% bonggol jagung dengan 25% sekam padi yaitu 48 menit, campuran bahan bakar 75% bonggol jagung dengan 25% sekam padi selama 44 menit, campuran bahan bakar 50% bonggol jagung dengan 50% sekam padi selama 37 menit, bahan bakar sekam padi selama 35 menit.

### DAFTAR PUSTAKA

Burhantoro, Jokor, 2016. *Pengaruh Distributor Udara Pada Tungku Gasifikasi Updraft*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

- Febijanto, Irhan, 2007, *Potensi Biomasa Indonesia Sebagai Bahan Bakar Pengganti Energi Fosil*, BPPT, Jakarta.
- Iskandar Taufik, 2008, *Identifikasi Nilai Biochar Dari Tongkol Jagung Dan Sekam Padi Pada Proses Pirolisis*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Kimia, Universitas Tribbuwana Tunggadewi, Malang.
- Purwanto Bambang, dkk, 2011, *Kajian Dimensi Tenggorokkan Ruang Reduksi Gasifikasi Tipe downdraft Untuk Gasifikasi Limbah Tongkol Jagung*. Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Samsudin, Anis, dkk, 2009, *Studi Eksperimen Pemanfaatan Sekam Padi sebagai Bahan Bakar Gasifikasi Penghasil Syngas*, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Saputra, Nurhadi, 2016. *Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Terhadap Kinerja Tungku Gasifikasi Sekam Padi Tipe Downdraft Kontinu*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- Sudendi Endang, dkk, 2016. *Uji Kualitas Syngas Bahan Bonggol Jagung Terhadap Air Fuel Rasio (AFR) Dan Kadar Air Dengan Gasifikasi Downdraft*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten.
- Widodo Teguh Wikan, dkk. 2006. *Bio Energi Berbasis Jagung dan Pemanfaatan*