

# Program Studi Teknik Mesin

## Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: UJI UNJUK KERJA KOMPOR GASIFIKASI BERBAHAN BAKAR SEKAM PADI

Judul Naskah Publikasi: UJI UNJUK KERJA KOMPOR GASIFIKASI BERBAHAN BAKAR SEKAM PADI

Nama Mahasiswa: Ade Sanjaya

NIM: 20140130116

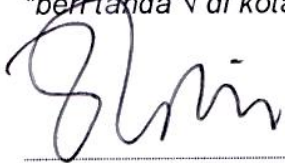
Pembimbing 1: Thoharudin, S.T., M.T.

Pembimbing 2: Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng.

Hal yang dimintakan persetujuan \*:

- |   |  |                                |                                |
|---|--|--------------------------------|--------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Indonesia | <input checked="" type="checkbox"/> Naskah Publikasi | <input type="checkbox"/> ..... | <input type="checkbox"/> ..... |
| <input type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Inggris              | <input type="checkbox"/> .....                       | <input type="checkbox"/> ..... | <input type="checkbox"/> ..... |

\*beritanda  $\checkmark$  di kotak yang sesuai



Ade Sanjaya

27 Agustus 2018

## Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

Disetujui



Thoharudin, S.T., M.T.

27 Agustus 2018

Berli Paripurna Kamel, S.T., M.Eng Sc., Ph.D

27 Agustus 2018

Formulir persetujuan ini mohon diletakkan pada lampiran terakhir pada naskah TA.

# UJI UNJUK KERJA KOMPOR GASIFIKASI BERBAHAN BAKAR SEKAM PADI

Ade Sanjaya<sup>a</sup>, Thoharudin, S.T., M.T.<sup>b</sup>, Muhammad Nadjib, S.,T. M.Eng.<sup>c</sup>

<sup>a, b, c</sup> Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Brawijaya, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183, Indonesia

+62 274 387656

e-mail: <sup>a</sup>adesanjaya@mail.uk, <sup>b</sup>thoharudin@gmail.com, <sup>c</sup>nadjibar@yahoo.com

## Intisari

Penelitian ini bertujuan untuk meyelidiki pengaruh variasi kecepatan udara masuk kompor ( $V$ ) dan pengaruh campuran bahan bakar arang kayu terhadap kinerja kompor gasifikasi berbahan bakar sekam padi. Dilakukan pengujian pembakaran sekam padi sebanyak 1,3 kg di dalam suatu *gasifier* dengan variasi kecepatan udara masuk ( $V$ ) sebesar  $V=0,7$  m/s,  $V=0,9$  m/s dan  $V=1,05$  m/s serta dengan memberikan campuran bahan bakar berupa arang kayu dengan persentase arang kayu (PA) sebesar PA=0%, PA=25%, PA=50%, PA=75% dan PA=100%. Hasil penelitian memperoleh angka efisiensi termal pada variasi kecepatan udara masuk ( $V$ ), nilai tertinggi terdapat pada  $V=0,7$  m/s yaitu sebesar 27,95%, diikuti  $V=0,9$  m/s sebesar 24,36% dan  $V=1,05$  m/s sebesar 21,98%. Pada variasi campuran bahan bakar menunjukkan efisiensi termal tertinggi terdapat pada persentase 25% arang sebesar 32,09%, diikuti 50% arang sebesar 24,99%, 75% arang sebesar 21,46% dan 100% arang sebesar 17,11%. Penambahan komposisi arang yang optimal pada saat pengujian dapat menjaga kestabilan proses gasifikasi.

**Kata Kunci** : Gasifikasi, *updraft gasifier*, sekam padi, energi terbarukan.

## 1. Pendahuluan

Semakin hari populasi manusia semakin bertambah, hal tersebut berbanding lurus dengan konsumsi akan energi. Bahan bakar fosil digunakan hampir dalam semua sektor dalam kehidupan manusia, baik dalam kegiatan rumah tangga, transportasi maupun industri. Ketergantungan manusia terhadap bahan bakar tak terbarukan ini dirasakan semakin meningkat, sedangkan ketersediaannya semakin menipis dan dapat diketahui bahwa proses pembentukannya membutuhkan waktu yang sangat lama. Guna mengatasi masalah tersebut perlu adanya upaya dalam rangka mengurangi penggunaan energi fosil.

Indonesia memiliki potensi energi biomassa sebesar hampir 50 GW (Lubis, 2007). Sekian banyaknya potensi energi yang ada masih sangat sedikit yang sudah dimanfaatkan. Sebagai negara agraris, salah satu produk yang dihasilkan adalah beras,

namun dari hasil produksi tersebut juga menghasilkan ampas berupa sekam padi yang mana masih belum dimanfaatkan secara optimal. Menurut Departemen Pertanian, Limbah dalam proses penggilingan padi yang terbesar adalah sekam padi, biasanya diperoleh sekam sekitar 20 – 30 % dari bobot gabah, hasil lainnya dedak antara 8 – 12 %. Sekam dengan persentase yang tinggi tersebut dapat menimbulkan problem lingkungan (Tajali, 2015).

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwasannya salah satu jenis biomassa yang sangat berpotensi di Indonesia adalah sekam padi, selain dapat menjadi sumber energi juga pemanfaatannya dapat mengatasi problem lingkungan.

Proses konversi biomassa sendiri dapat melalui proses termokimia dan biokimia. Teknologi gasifikasi sudah dikenal sejak lama, yaitu saat batubara di Inggris tergasifikasikan secara meluas

dan gas yang dihasilkan dimanfaatkan untuk dijadikan keperluan bahan bakar pada saat perang dunia II (Lertsatitthanakorn, 2014). Gasifikasi merupakan proses pembuatan gas dari bahan bakar padatan menjadi gas yang mampu dibakar seperti gas *methane*, CO dan H<sub>2</sub>, dengan cara melakukan proses pembakaran secara parsial (udara yang diberikan dibawah kebutuhan udara *stoichiometric*) melalui sebuah media berupa *gasifier* (kompur gasifikasi) (Rinovianto, 2012). Salah satu pemanfaatan proses gasifikasi adalah dengan digunakan sebagai kompur. Dari teknik gasifikasi biomassa ini, memunculkan sebuah rancangan berupa kompur gasifikasi. Dimana perancangan dan pembuatan kompur sekam ini telah dilakukan pada penelitian sebelumnya.

### 1.1 Reaksi Gasifikasi

Pada gasifikasi biomassa melibatkan beberapa reaksi, antara lain: reaksi Pembakaran, Gasifikasi Karbon Uap, Metanasi, *Methane Steam Reforming*, *Water Gas Shift*, dan *Bouduard* (Basu, 2013). Reaksi pembakaran terjadi secara eksotermik yang mana energi untuk terbentuknya gas-gas yang mampu bakar berasal dari reaksi pembakaran yang dapat dilihat pada persamaan 1.



Reaksi Gasifikasi Karbon Uap merupakan reaksi antara karbon dan uap menghasilkan hidrogen dan karbon monoksida. Reaksi tersebut bersifat endotermik sehingga memerlukan energi (panas) untuk bereaksi.

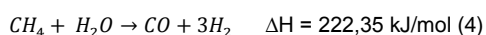


Reaksi Gasifikasi Karbon Uap dilanjutkan dengan reaksi Metanasi,

dimana terbentuknya gas metana yang merupakan hasil reaksi antara karbon dan uap. Reaksi tersebut mengeluarkan sejumlah panas sehingga disebut dengan reaksi eksotermik. Reaksi Metanasi dapat dilihat pada persamaan 3.



Gas metana yang terbentuk pada reaksi metanasi kemudian bereaksi dengan uap air membentuk gas karbon monoksida dan hidrogen. Reaksi pembentukan hidrogen dan karbon monoksida dari metana dan uap air disebut dengan reaksi *Methane Steam Reforming* yang dapat dilihat pada persamaan 4.



Terbentuknya karbon monoksida pada reaksi gasifikasi karbon uap dan *Methane Steam Reforming*. Secara simultan karbon monoksida tersebut bereaksi dengan uap air membentuk hidrogen dan karbon dioksida yang disebut dengan reaksi *Water Gas Shift* yang dapat dilihat pada persamaan 5.

Reaksi *Water Gas Shift* kemudian dilanjutkan dengan reaksi *Bouduard*. Reaksi tersebut memerlukan energi untuk bereaksi antara karbon dan karbon dioksida membentuk karbon monoksida. Reaksi *Bouduard* dapat dilihat pada persamaan 6.



Agen gasifikasi bereaksi dengan karbon padat dan hidrokarbon yang lebih berat untuk mengubahnya menjadi gas dengan berat molekul rendah seperti CO dan H<sub>2</sub>.

Agen gasifier utama yang digunakan untuk gasifikasi adalah :

- Oksigen
- Uap
- Udara

### 1.2 Kompur Gasifikasi (*Gasifier*)

*Gasifier* adalah istilah untuk kompur yang memproduksi *syntetic gas* dengan cara pembakaran tidak sempurna bahan bakar padatan pada temperatur sekitar 600-700°C. Bahan bakar tersebut dapat berupa batubara ataupun biomassa (Lertsatitthanakorn, 2014).

Saat ini terdapat 3 (tiga) jenis utama kompor gasifikasi antara lain:

#### A. *Downdraft Gasifier*

Udara masuk menyebabkan pirolisis biomassa. Proses ini mengkonsumsi uap-uap minyak dan memperoleh gas reduksi partial CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O, serta sedikit *methane* sekitar 0,1%. Gas panas bereaksi dengan arang untuk mereduksi gas lebih lanjut dan meninggalkan sekitar 2-5% abu arang. Berdasarkan gas yang perlukan untuk proses gasifikasi, terdapat gasifikasi udara dan gasifikasi uap. Gasifikasi udara, dimana gas yang digunakan untuk proses gasifikasi adalah udara. Gasifikasi uap, gas digunakan untuk proses adalah uap.

#### B. *Updraft Gasifier*

Pada tipe *updraft* udara masuk melalui arah bawah dan melakukan proses oksidasi pada arang secara parsial untuk memperoleh gas CO dan H<sub>2</sub> (jika digunakan uap) dan ditambah gas N<sub>2</sub> (jika digunakan udara). Gas ini kemudian bertemu dengan biomassa. Gas yang sangat panas tersebut melakukan proses *pyrolysis* biomassa, memperoleh karbon padatan berupa arang, uap air dan 10-20% uap minyak pada temperatur berkisar antara 100-400°C, tergantung pada kadar air biomassa. Selanjutnya arang akan dioksidasi secara parsial oleh udara dan memperoleh gas.

#### C. *Crossdraft Gasifier*

*Gasifier* tipe *crossdraft* lebih menguntungkan dari pada *updraft* dan *downdraft* gasifikasi. Keuntungannya seperti temperatur gas yang keluar besar, reduksi CO<sub>2</sub> yang rendah dan kecepatan gas yang besar yang dikarenakan desainnya *gasifier* yang mempertahankan arah aliran gas mendatar. Tidak seperti *downdraft* dan *updraft gasifier*, tempat penyimpanan, pembakaran, dan zona reduksi pada *cross-draft* kompor gasifikasi terpisah.

Untuk desain bahan bakar yang terbatas untuk pengoperasian rendah abu bahan bakar seperti kayu, batu bara, limbah pertanian. Kemampuan pengoperasiannya sangat bagus, menyebabkan konsentrasi sebagian zona beroperasi diatas temperatur 200°C. Waktu mulai (*start-up*) 5-10 menit jauh lebih cepat daripada *downdraft* dan *updraft* kompor gasifikasi. Pada *crossdraft gasifier* temperatur yang diperoleh relatif besar, namun gas yang dihasilkan kurang baik seperti terlalu banyaknya gas CO dan rendahnya gas hidrogen serta gas *methane*.

## 2. Metodologi Penelitian

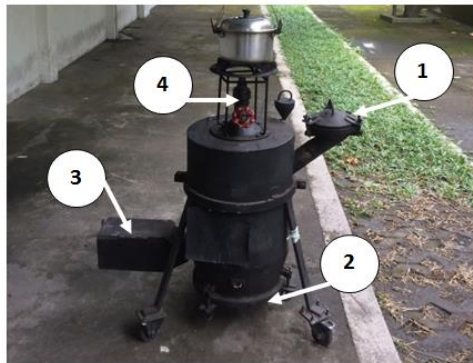
### 2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini, adalah sekam padi tanpa perlakuan yang didapatkan langsung dari tempat penggilingan padi dan arang kayu yang didapat dari daerah kampus Universitas PGRI Yogyakarta. Selanjutnya arang kayu dihancurkan sampai berukuran 1-3 cm pada saat penelitian

### 2.2 Percobaan Gasifikasi

Sekam padi ditimbang sebanyak 1,3 kg untuk variasi kecepatan udara masuk (V), kemudian ditimbang kembali untuk variasi campuran bahan bakar arang kayu yaitu dengan persentase arang kayu (PA) sebesar 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Percobaan gasifikasi kedua bahan tersebut menggunakan *fix-bed gasifier* tipe *updraft* kapasitas 1,3 kg sekam padi. Kompor ini dirancang dan dibuat pada tahun 2017, yaitu melalui program kreativitas mahasiswa (PKM). Hal-hal berkaitan dengan perancangan kompor sudah dibahas dalam penelitian sebelumnya (Sanjaya dkk, 2017). Adapun *gasifier* dalam penelitian yang digunakan ditunjukkan pada gambar 1.





Gambar 1. Kompur gasifikasi KOGAMI

1. Saluran masuk bahan bakar
2. Saluran keluar sisa pembakaran
3. Saluran masuk udara pembakaran
4. Saluran keluar gas hasil

### 2.3 Metode Pengambilan Data

Setelah bahan-bahan yang akan diuji sudah disiapkan sesuai dengan variasi, maka langkah selanjutnya melakukan proses pembakaran bahan bakar sekam padi didalam *gasifier*. Data yang diambil antara lain perubahan temperature pemanasan air, pengurangan massa air saat dipanaskan, temperature di dalam *gasifier* setiap 30 detik selama 10 menit. Kemudian setelah data-data diatas didapatkan, matikan api, keluarkan bahan sisa berupa abu dan arang dan menimbanginya untuk mengetahui massa arang dan massa abu sisa. Data yang didapatkan dari penelitian kemudian dianalisis, berikut beberapa hasil yang dianalisis dalam penelitian ini.

#### A. Yield Gasifikasi

Produk yang dihasilkan dari gasifikasi yaitu gas, arang dan abu. Banyaknya (yield) komponen-komponen tersebut dihitung menggunakan persamaan 1-3

$$Yield\ gas = \frac{m_{gas} + m_{udara}}{m_{total}} \times 100\% \quad (1)$$

$$Yield\ arang = \frac{m_{arang}}{m_{total}} \times 100\% \quad (2)$$

$$Yield\ abu = \frac{m_{abu}}{m_{total}} \times 100\% \quad (3)$$

dimana,  $m_{gas}$  adalah massa dari gas,  $m_{udara}$  adalah massa dari udara,

$m_{arang}$  adalah massa dari arang dan  $m_{abu}$  adalah massa dari abu.

#### B. Efisiensi Termal

Belonio (2005) mengungkapkan bahwa efisiensi termal adalah perbandingan antara energi yang terpakai pada saat mendidihkan dan menguapkan air dengan energi kalor yang tersedia pada bahan bakar.

Rumus untuk menghitung efisiensi termal adalah seperti persamaan 4 berikut:

$$ET = \frac{KS + KL}{KB} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :

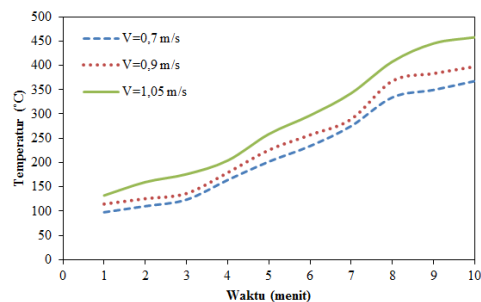
- ET : Efisiensi Termal (%)
- KS : Kalor Sensibel (kJ/kg)
- KL : Kalor Laten (kJ/kg)
- KB : Kalor Bahan Bakar (kJ/kg)

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Variasi Kecepatan Udara Masuk (V) *gasifier*

##### A. Temperatur Reaktor

Penelitian dimulai dengan melakukan pengujian pada variasi tiga kecepatan udara masuk (V) yaitu pada  $V = 0,7$  m/s, kecepatan  $V = 0,9$  m/s dan  $V = 1,05$  m/s pada bahan bakar 100% sekam padi dan diperoleh data seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.



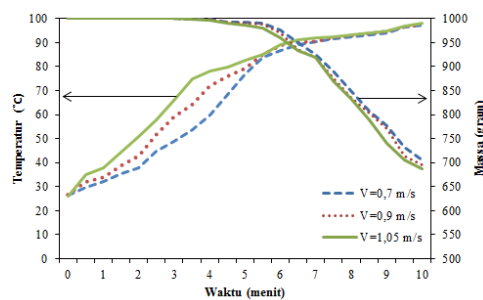
Gambar 2 Perubahan temperature Reaktor

Gambar 2 diatas menunjukkan perbandingan antara waktu penyalaan gas dan temperatur di dalam kompor gasifikasi. ketiganya memiliki trend yang sama yaitu naik seiring dengan bertambahnya waktu. Temperatur pada

V=1,05 m/s memiliki nilai tertinggi saat awal penyalaan gas dan pada saat selesai. Data tersebut tersebut dipengaruhi oleh seiring dengan pertambahan kecepatan yang diberikan, jumlah oksigen yang masuk juga akan semakin banyak, dengan jumlah oksigen yang lebih banyak maka laju pembakaran menjadi lebih cepat. (Putranto, 2017).

### B. Perubahan Temperatur dan Massa Air

Penelitian dilakukan dengan variasi tiga kecepatan udara masuk (V) yaitu pada V=0,7 m/s, V= 0,9 m/s dan V=1,05 m/s pada bahan bakar 100% sekam padi dan diperoleh data seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Perubahan temperatur air dan perubahan massa air

Gambar 3 diatas menunjukkan perbandingan kenaikan temperatur dan penurunan massa air yang dimasak terhadap waktu pemanasan air. ketiga variasi mengalami peningkatan temperatur dimana pada V=1,05 m/s mengalami kenaikan tercepat. Hal tersebut dipengaruhi oleh kecepatan udara masuk berpengaruh pada besarnya energi yang dihasilkan, seiring bertambahnya kecepatan yang diberikan maka energi yang dihasilkan saat pembakaran akan mengalami peningkatan.

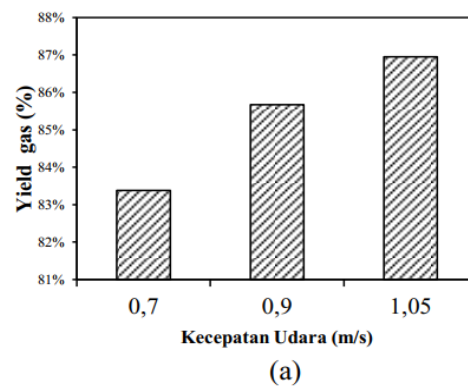
Penurunan massa air menunjukkan trend yang sama, yaitu seiring pertambahan kecepatan yang diberikan maka penurunan massa air yang terjadi akan semakin cepat.

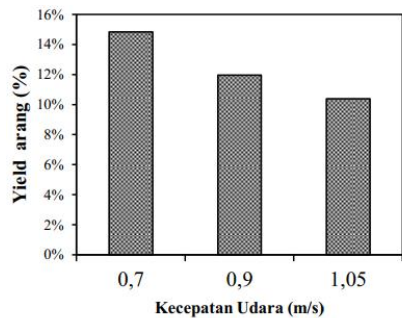
Hal tersebut dipengaruhi pada saat proses gasifikasi, ketika kecepatan udara masuk besar maka akan menghasilkan energi yang semakin banyak, dimana semakin besar energi yang diserap air maka semakin cepat juga proses air mendidih. Mendidih adalah suatu kondisi dimana terjadi perubahan fasa dari cair menjadi gas, dengan peristiwa mendidih massa jenis air menjadi berbeda-beda akibat perambatan kalor. Perambatan kalor secara terus menerus akan menyebabkan adanya perbedaan massa jenis pada partikel-partikel air, partikel dengan massa jenis yang lebih rendah akan naik dan terlepas selanjutnya menyatu dengan udara lingkungan, hal tersebutlah yang menyebabkan air yang mendidih akan kehilangan massanya seiring waktu pendidihan.

### C. Kandungan Gasifikasi

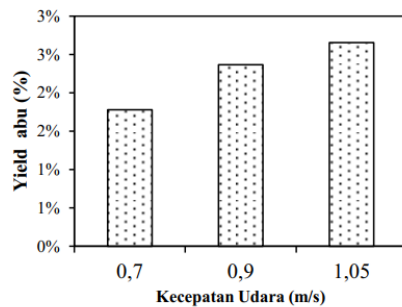
Penelitian yang telah dilakukan memperoleh data komponen-komponen yang terbentuk dalam proses gasifikasi, diantaranya yield gas, yield arang dan yield abu. Yield gas adalah persentase banyaknya gas yang terbentuk dari proses gasifikasi, yield arang adalah persentase banyaknya arang yang terbentuk dari proses gasifikasi dan yield abu adalah persentase banyaknya abu yang terbentuk dari proses gasifikasi.

Persentase komponen-komponen tersebut di tampilkan pada Gambar 4.





(b)



(c)

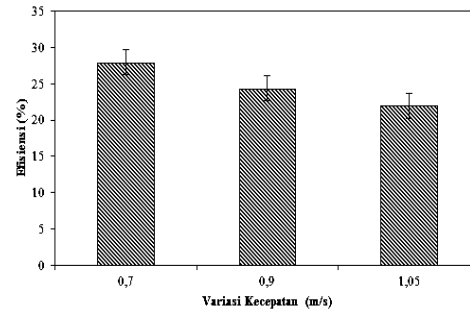
Gambar 4 (a) diagram yield gas (b) diagram yield arang (c) diagram yield abu

Gambar 4. menunjukkan besarnya yield gas, arang dan abu pada masing-masing variasi kecepatan udara masuk. Pengujian yang dilakukan memperoleh yield gas yang menunjukkan seiring dengan bertambahnya kecepatan udara masuk yang diberikan maka produksi gas akan semakin banyak. Pada yield arang semakin berkurang dan yield abu semakin banyak, hal tersebut diakibatkan oleh semakin tinggi kecepatan udara yang diberikan maka laju pembakaran yang terjadi akan semakin cepat, sehingga proses konversi bahan bakar menjadi lebih cepat. Hal tersebut menyebabkan proses pembentukan abu yang lebih cepat dan mengurangi arang yang terbentuk.

#### D. Efisiensi Termal

Penelitian yang telah dilakukan memperoleh data Efisiensi termal kompor yang pada saat pengujian dengan variasi kecepatan udara masuk

(V) sebesar  $V=0,7$  m/s,  $V=0,9$  m/s dan  $V=1,05$  m/s, yang di tampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5 besarnya efisiensi termal pada variasi kecepatan udara masuk 0,7 m/s, 0,9 m/s dan 1,05 m/s.

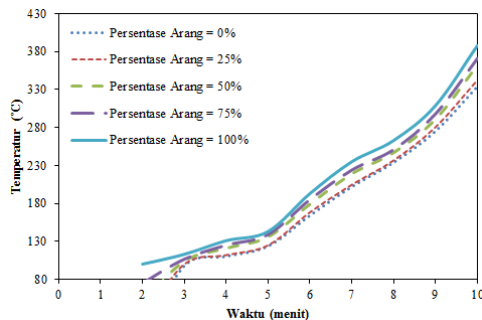
Gambar 5 menunjukkan besarnya efisiensi termal pada masing-masing variasi kecepatan udara masuk. Efisiensi termal tertinggi terdapat pada variasi kecepatan udara masuk  $V=0,7$  m/s. Hal tersebut dipengaruhi saat pengujian menggunakan kecepatan  $V=0,7$  m/s gas hasil gasifikasi lebih banyak yang dimanfaatkan daripada yang terbuang ke lingkungan.

Disamping itu semakin besar kecepatan udara masuk yang diberikan semakin tinggi pula temperatur pemanasan airnya. seiring pertambahan kecepatan aliran udara yang diberikan, maka tingkat konsumsi bahan bakar akan semakin besar juga dan semakin besar temperatur pemanasan air maka efisiensi termal kompor akan semakin menurun (Ramadhan, 2017).

### 3.2 Variasi Persentase Campuran Bahan Bakar Arang Kayu (PA)

#### A. Temperatur Reaktor

Penelitian dilakukan dengan memvariasikan bahan bakar sekam padi dan arang kayu, dengan persentase campuran arang kayu (PA) sebanyak  $PA=0\%$ ,  $PA=25\%$ ,  $PA=50\%$ ,  $PA=75\%$  dan  $PA=100\%$ , dari hasil pengujian diperoleh data seperti yang ditampilkan pada Gambar 6.

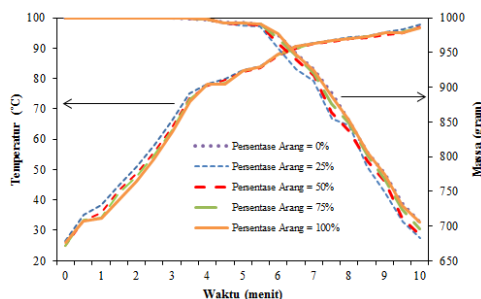


**Gambar 6** Perubahan temperature Reaktor

Gambar 6 menunjukkan perbandingan antara waktu penyalaan gas dan temperatur dalam kompor gasifikasi saat pembakaran. Dari lima percobaan variasi campuran bahan bakar, kelimanya memiliki trend yang sama. Temperatur pada campuran arang kayu PA=100% memiliki kenaikan temperatur reaktor tertinggi, diikuti oleh campuran arang kayu PA=75%, PA=50%, PA=25% dan PA=0%. Data tersebut dipengaruhi oleh semakin banyak campuran arang kayu yang diberikan berpengaruh terhadap semakin besar nilai kalor yang bahan bakar yang dibakar.

### B. Perubahan Temperatur dan Massa Air

Penelitian dilakukan dengan variasi campuran bahan bakar dengan campuran berupa arang kayu (PA) sebanyak PA=0%, PA=25%, PA=50%, PA=75% dan PA=100%, dari hasil pengujian diperoleh data seperti yang ditampilkan pada Gambar 7.



**Gambar 7** Perubahan temperatur air dan perubahan massa air

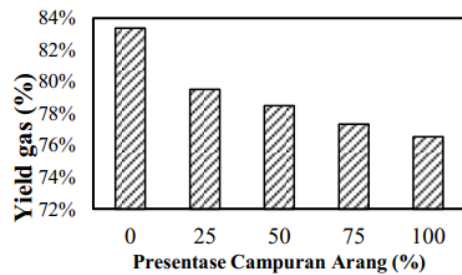
Gambar 7 diatas menunjukkan perbandingan kenaikan temperatur dan penurunan massa air yang dimasak terhadap waktu pemanasan air. Kenaikan temperatur menunjukkan data yang memiliki trend yang sama, kelima variasi campuran mengalami peningkatan temperatur dimana pada campuran arang kayu PA=25% arang kayu mengalami kenaikan tercepat dan diikuti persentase arang kayu PA=50%, PA=75% PA=100% dan PA=0%. Hal demikian dipengaruhi oleh campuran bahan bakar berpengaruh pada besarnya energi yang dihasilkan dan tingkat kemudahan pembakaran, semakin besar campuran arang kayu yang diberikan sebenarnya energi yang dihasilkan semakin besar, namun campuran arang kayu yang terlalu banyak dapat menghambat awal proses pembakaran, hal tersebut diakibatkan oleh sifat arang kayu yang sulit terbakar. Oleh karena itulah campuran PA=25% merupakan komposisi terbaik pada pengujian kali ini, bahkan campuran arang kayu lebih sedikit mungkin akan mendapatkan hasil yang lebih optimal.

Penurunan massa air menunjukkan trend yang sama, semakin besar campuran arang kayu masuk yang diberikan penurunan massa air yang terjadi menjadi semakin lambat. Dapat dilihat pada grafik diatas, campuran arang kayu PA=0% mengalami penurunan massa air tercepat, hal tersebut dipengaruhi pada saat pembakaran, semakin besar campuran arang kayu justru akan menghambat proses pembakaran yang menyebabkan api gasifikasi menjadi semakin kecil saat dinyalakan.

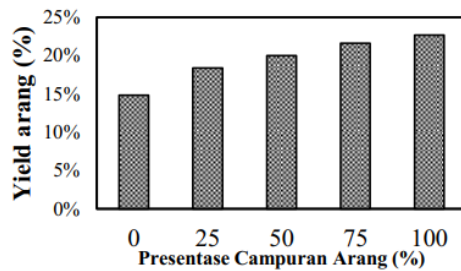
### C. Kandungan Gasifikasi

Dari penelitian yang dilakukan, diperoleh data komponen-komponen yang diperoleh dalam proses gasifikasi, diantaranya yield gas, yield arang dan yield abu. Persentase komponen-komponen tersebut di tampilkan pada Gambar 8.

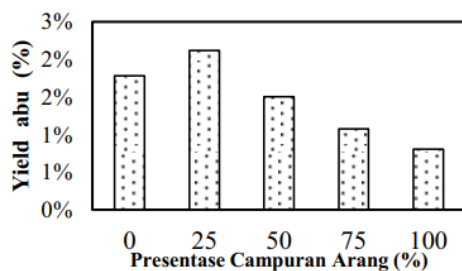




(a)



(b)



(c)

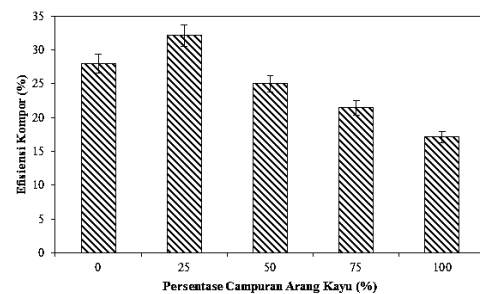
**Gambar 8** (a) diagram yield gas (b) diagram yield arang (c) diagram yield abu

Gambar 8 diatas menunjukkan besarnya yield gas, arang dan abu pada masing-masing variasi kecepatan udara masuk. Pengujian memperoleh yield gas yang menunjukkan penurunan seiring dengan banyaknya campuran bahan bakar yang diberikan. Hal tersebut terjadi karena laju pembakaran menjadi lebih lambat karena sifat daripada arang kayu yang lebih sulit terbakar. Tingkat yield arang semakin tinggi, melihat kembali pada sifat arang kayu yang sulit terbakar dengan cepat, sehingga semakin banyak arang kayu yang dicampurkan maka banyak juga arang yang tidak terbakar pada saat pengujian.

Tingkat yield abu yang diperoleh semakin rendah seiring banyaknya campuran arang kayu, karena sebagian besar abu yang terbentuk merupakan abu dari sekam.

#### D. Efisiensi Termal

Penelitian yang dilakukan memperoleh data efisiensi kompor yang diperoleh pada saat pengujian dengan campuran bahan bakar berupa arang kayu (PA) sebesar PA=0%, PA=25%, PA=50%, PA=75% dan PA=100%. Efisiensi termal tersebut di tampilkan pada Gambar 9.



**Gambar 9** besarnya efisiensi termal pada variasi campuran arang kayu (PA) sebesar PA=0%, PA=25%, PA=50%, PA=75% dan PA=100%.

Gambar 9 menunjukkan besarnya efisiensi termal pada masing-masing variasi campuran bahan bakar. Efisiensi termal tertinggi terdapat pada variasi campuran PA=25% arang kayu sebesar 32,09%. Mencampurkan bahan lain dengan nilai kalor lebih tinggi dapat meningkatkan efisiensi, seperti yang penulis lakukan yaitu mencampurkan arang kayu dalam proses. Dilihat dari besarnya efisiensi dari masing-masing campuran menunjukkan bahwa adanya faktor lain dalam kasus ini yaitu sifat daripada arang kayu yang sulit untuk terbakar dengan cepat, sehingga menghambat proses pembakaran yang terjadi didalam kompor. Disamping itu temperatur pemanasan juga menjadi faktor lain yang berpengaruh pada besarnya efisiensi kompor.

#### 4. Kesimpulan

Hasil Penelitian ini mendapatkan beberapa kesimpulan antara lain:

1. Semakin besar kecepatan udara dan persentase bahan bakar yang diberikan, maka semakin cepat kenaikan temperatur reaktor yang diperoleh.
2. Semakin besar kecepatan udara yang diberikan, maka semakin cepat kenaikan temperatur air dan penurunan massa air. Sedangkan persentase campuran bahan bakar, semakin lambat kenaikan temperatur air dan penurunan massa air.
3. Semakin besar kecepatan udara dan persentase campuran bahan bakar yang diberikan, maka Efisiensi termal yang diberikan semakin menurun.
4. Penambahan arang kayu dalam pengujian dapat meningkatkan nilai kalor dari bahan bakar dan menambah kestabilan pembakaran didalam reaktor.
5. Penambahan arang kayu dapat menjadi baik apabila pengujian dilakukan untuk waktu proses pembakaran yang lama.
6. Hasil penelitian paling optimal adalah pada variasi kecepatan udara masuk 0,7 m/s dan pada persentase campuran bahan bakar sebanyak 25% arang kayu. Dari hasil ini penambahan arang kayu dapat meningkatkan kinerja namun pada komposisi yang optimal.

#### Daftar Pustaka

- Basu, P. (2013). *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction 2nd Edition : Practical Design and Teory*. United States of America: Elsevier.
- Belonio, A.T. (2005). *Rice Husk Gas Stove Handbook*. Iloilo City, The Philippines: College of Agriculture Central Philippines University Iloilo City
- Lertsatitthanakorn, C. (2014). *Study of Combined Rice Husk Gasifier Thermoelectric Generator*. Bangkok, Thailand: Elsevier LTD.
- Lestari, I. 2014. *Rancang Bagung Reaktor Gasifikasi Tipe Fluidized Bed untuk Umpan Arang Sekami*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Lubis, A. (2007). *Energi Terbarukan Dalam Pembangunan Berkelanjutan*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Putranto, Y. P. (2017). *Pengaruh Variasi Kecepatan Udara Dan Penambahan Udara Bantu Pada Reaktor Terhadap Performa Kompur Gasifikasi Updraft Dengan Bahan Bakar Sekam Padi*. Surakarta, Indonesia: Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ramadhan, A. G. (2017). *Pengujian Kompur Gasifikasi Sekam Padi Dengan Variasi Laju Aliran Udara Dan Pengaruh Temperatur Akhir Terhadap Tingkat Efisiensi Termal*. Padang, Indonesia: Program Studi Teknik Mesin Universitas Andalas.
- Rinovianto, G. (2012). *Karakteristik Gasifikasi*. Depok, Indonesia: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Sanjaya, A. (2017). *KOGAMI Kompur Gasifikasi Ergonomi Untuk Kebutuhan Green Kitchen*. Yogyakarta, Indonesia: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Tajali, A. (2015). *Panduan Penilaian Potensi Biomassa Sebagai Sumber Energi Alternatif di Indonesia*. Jakarta, Indonesia: Penabulu Alliance.