

**NASKAH PUBLIKASI
KARYA ILMIAH**

**Pengembangan Desain Alat Produksi Gas Metana Dari
Pembakaran Sekam Padi Menggunakan *Filter* Tunggal**



Disusun Dan Diajukan Untuk Melengkapi Syarat-Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik S1 Pada Fakultas Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh:

YOYO SAPUTRO

D 200 090 049

**JURUSAN MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2014**

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini berjudul “**Pengembangan Desain Alat Produksi Gas Metana Dari Pembakaran Sekam Padi Menggunakan *Filter Tunggal***” telah disetujui dan telah diterima untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Disusun Oleh:

Nama : **YOYO SAPUTRO**

NIM : **D200 090 049**

Disetujui pada:

Hari :

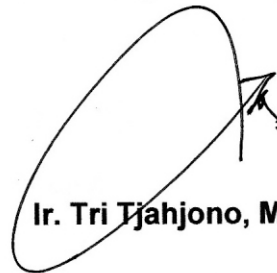
Tanggal :

Pembimbing Utama



Ir. Sartono Putro, MT

Pembimbing Pendamping



Ir. Tri Tjahjono, MT

Pengembangan Desain Alat Produksi Gas Metana Dari Pembakaran Sekam Padi Menggunakan *Filter* Tunggal

Yoyo Saputro, Sartono Putro, Tri Tjahjono

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasuro

e-mail:yoyosaputro497@ymail.com

ABSTRAKSI

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan desain dan pengoperasian alat produksi gas metana dari pembakaran sekam padi dengan cara dibakar didalam reaktor pembakar dan untuk mengetahui pengaruh variasi debit udara terhadap temperature pembakaran, waktu pendidihan air, dan waktu nyala efektif.

Pada penelitian ini menggunakan filter tunggal sebagai pemurnian gas metana, dan debit udara yang digunakan $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$, $0.022 \text{ m}^3/\text{s}$, dan $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$, dimana *filter* tunggal tersebut berdiameter 11 inch dan panjang *filter* 600 mm, dengan pembakaran 5 kg sekam padi setiap dua menit mengambil data. Data yang diambil meliputi volume air yang dapat dididihkan, waktu nyala efektif, temperature pembakaran, perubahan temperature 1 liter air.

Hasil uji alat produksi gas metana dari pembakaran 5 kg sekam padi menghasilkan nyala efektif selama 72 menit dengan debit udara $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$ didapat kalor pendidihan air sebesar 1096.77 kJ, debit udara $0.022 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan nyala efektif selama 64 menit didapat kalor pendidihan air sebesar 1033.97 kJ, debit udara $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan nyala efektif selama 52 menit didapat kalor pendidihan air sebesar 929.52 kJ. Hasil pengujian alat produksi gas metanadebit udara memberikan pengaruh terhadap nyala efektif dan nilai kalor. Atau dapat disimpulkan semakin rendah debit udara yang digunakan semakin lama nyala efektif yang dihasilkan, sehingga kalor yang didapatkan juga lebih besar.

Kata Kunci: Sekam Padi, *Filter* Tunggal, Debit Udara

A. PENDAHULUAN

1. LATAR BELAKANG

Pengelolaan sampah dan penyediaan sumber daya alam adalah dua masalah bagi pemerintah Indonesia maupun negara berkembang lainnya. Pertumbuhan penduduk yang semakin pesat membuat volume sampah terus ada dan tidak akan berhenti diproduksi oleh kehidupan manusia, jumlahnya akan berbanding lurus dengan jumlah penduduk, serta dengan peningkatan jumlah penduduk ini penggunaan konsumsi bahan bakar fosil semakin meningkat, sehingga berkurangnya sumber energi alam yang sifatnya terbatas yang digunakan sebagai kegiatan industri maupun rumah tangga. seperti batubara, minyak bumi dan sumber energi alam lainnya. Oleh karena itu pemerintah perlu memikirkan dua masalah tersebut yaitu, dalam pengelolaan sampah dan ketersediaan sumber daya alam. Hal ini sampah dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif untuk pengganti bahan bakar fosil.

Sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan sebagai pengganti bahan bakar fosil adalah Sampah sekam padi pada saat ini jumlahnya sangat melimpah, dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif dan pengganti bahan bakar minyak (BBM), juga sekaligus untuk mengatasi masalah lingkungan jika sekam padi tidak dimanfaatkan. Dalam rumah tangga pemanfaatan sekam padi antara lain diolah menjadi briket arang untuk keperluan memasak atau bisa juga dipakai sebagai bahan bakar pada pembakaran langsung. Sekam padi juga bisa dimanfaatkan sebagai penghasil gas metana yang mudah terbakar dengan menggunakan teknologi gasifikasi.

Tugas akhir ini dimaksudkan untuk memanfaatkan sampah sekam padi sebagai penghasil gas metana CH_4 yang bisa kita manfaatkan sebagai pengganti LPG (*Liquefied Petroleum Gas*).

2. TUJUAN PENELITIAN

- a. Untuk mendapatkan desain dan pengoperasian alat produksi gas metana.
- b. Untuk mengetahui variasi debit udara $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$, $0.022 \text{ m}^3/\text{s}$, dan $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ terhadap temperatur pembakaran.
- c. Untuk mengetahui variasi debit udara $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$, $0.022 \text{ m}^3/\text{s}$, dan $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ terhadap nilai kalor pembakaran.
- d. Untuk mengetahui variasi debit udara $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$, $0.022 \text{ m}^3/\text{s}$, dan $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ terhadap waktu nyala efektif.

B. KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

1. KAJIAN PUSTAKA

Yulianto (2011), mendesain dan melakukan pengujian alat produksi gas metana dari sampah organik dengan variasi debit udara 0.026 m³/s, 0.023 m³/s, dan 0,020 m³/s. Bahan bakar yang digunakan adalah sekam padi dengan berat 5 kg. Bahan bakar dimasukkan ke dalam reaktor pembakaran tertutup dengan tujuan memperoleh pembakaran yang tidak sempurna. Setelah melalui beberapa proses kemudian dihasilkan gas metana yang digunakan sebagai bahan bakar kompor. Hasil pengujian pada debit 0.026 m³/s didapatkan nyala efektif 152 menit dengan nilai kalor pendidihan 6222.3 kJ, debit 0.023 m³/s didapatkan nyala efektif 184 menit dengan nilai kalor pendidihan 8296.4 kJ, dan pada debit 0.020 m³/s didapatkan nyala efektif 124 menit dengan nilai kalor 5392.7 KJ

Handoyo (2013), memodifikasi saluran udarapada reaktor, dan suplai udara dari blower divariasikan dengan debit udara 3.5 m/s, 4.0 m/s dan 4.5 m/s. Bahan bakar yang digunakan adalah sekam padi dengan berat 3 kg. hasil pengujian pada kecepatan udara 3.5 m/s temperatur pembakaran tertinggi sebesar 526.33 °C, temperatur pendidihan air selama 18 menit, nyala efektif selama 33 menit, dan efisiensi thermal tungku sebesar 17.55%. Kecepatan udara 4.0 m/stemperatur pembakaran tertinggi sebesar 568.78 °C, air mendidih selama 15 menit, nyala efektif selama 30 menit dan efisiensi thermal tungku sebesar 17.33%. Kecepatan 4.5 m/stemperatur pembakaran tertinggi sebesar 570.22 °C, waktu pendidihan air selama 12 menit, nyala efektif selama 27 menit dan efisiensi thermal sebesar 15.97%. Hasil penelitian ini menunjukkan variasi kecepatan udara sangat berpengaruh terhadap temperatur pembakaran, temperatur pendidihan air, nyala efektif serta efisiensi thermal tungku yang dihasilkan.

2. LANDASAN TEORI

a. Biogas

Erliza, H. dkk (2007), biogas didefinisikan sebagai gas yang dilepaskan jika bahan-bahan organik (seperti kotoran ternak, kotoran manusia, jerami, sekam padi dan daun-daun hasil sortiran sayur) difermentasi atau mengalami proses metanisasi. Biogas terdiri dari campuran metana (50-75%), CO₂ (25-45%) serta sejumlah kecil H₂, N₂, H₂S. Sebagai energi alternatif, biogas bersifat

ramah lingkungan dan dapat mengurangi efek rumah kaca. Keuntungan yang diperoleh dari penggunaan biogas yaitu memanfaatkan sampah yang tidak memiliki nilai ekonomi kemudian dimanfaatkan sebagai bahan bakar pengganti LPG (Liquefied Petroleum Gas). Dengan demikian biogas merupakan teknologi bioenergi yang bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif terbarukan yang prospektif untuk dikembangkan.

b. pembakaran

Pembakaran adalah reaksi cepat suatu senyawa dengan oksigen disertai dengan pembebasan kalor atau panas. Berdasarkan gas sisa yang dihasilkan, pembakaran dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. Pembakaran sempurna adalah pembakaran yang menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) sehingga tidak ada lagi bahan yang tersisa.
2. Pembakaran tidak sempurna adalah pembakaran yang menghasilkan karbon monoksida (CO), dimana salah satu penyebabnya adalah kekurangan jumlah oksigen.

Dalam proses pembakaran harus tersedia udara atau oksigen yang dapat disediakan melalui penambahan *blower*. Debit udara sangat berpengaruh terhadap kecepatan dan temperatur hasil pembakaran, di mana semakin besar debit udara yang dihasilkan maka laju pembakaran akan semakin cepat dan berkurangnya kestabilan pembakaran.

Debit udara pembakaran dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

Q = debit udara (m^3/detik)

V = kecepatan udara (m/detik)

A = luas penampang (m^2)

c. Gasifikasi

Menurut Higman Van Der Burgt (2003), gasifikasi adalah konversi bahan bakar padat menjadi gas.

prinsip kerjanya gasifikasi dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Downdraftgasification
2. Updraftgasification
3. Crosstdraft gasification

d. Sampah

Sampah adalah material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses.

Berdasarkan sifatnya sampah diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu:

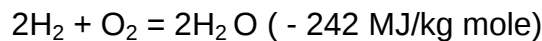
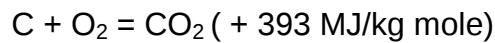
- 1. Sampah organik
- 2. Sampah anorganik

e. Gas metana

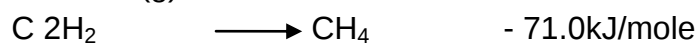
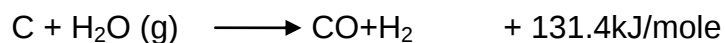
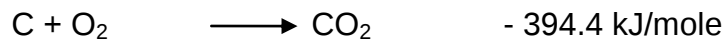
Gas metana adalah hidrokarbon sederhana yang berbentuk gas dengan rumus kimia CH₄. Metana merupakan komponen utama gas alam dan termasuk sumber bahan bakar utama.

Tahap terbentuknya gas metana (CH₄) dari pembakaran sekam padi.

- 1. Drying
- 2. Devolatilization + combustion



- 3. Gassification of Char (arang)



f. Kalor

Kalor adalah energi yang merambat atau berpindah akibat perbedaan suhu atau temperatur.

Jumlah kalor yang dibutuhkan untuk mendidihkan air dapat dicari.

$$Q = m \times \Delta h$$

$$= m \times (hf_2 - hf_1) \dots \dots \dots (2)$$

dimana :

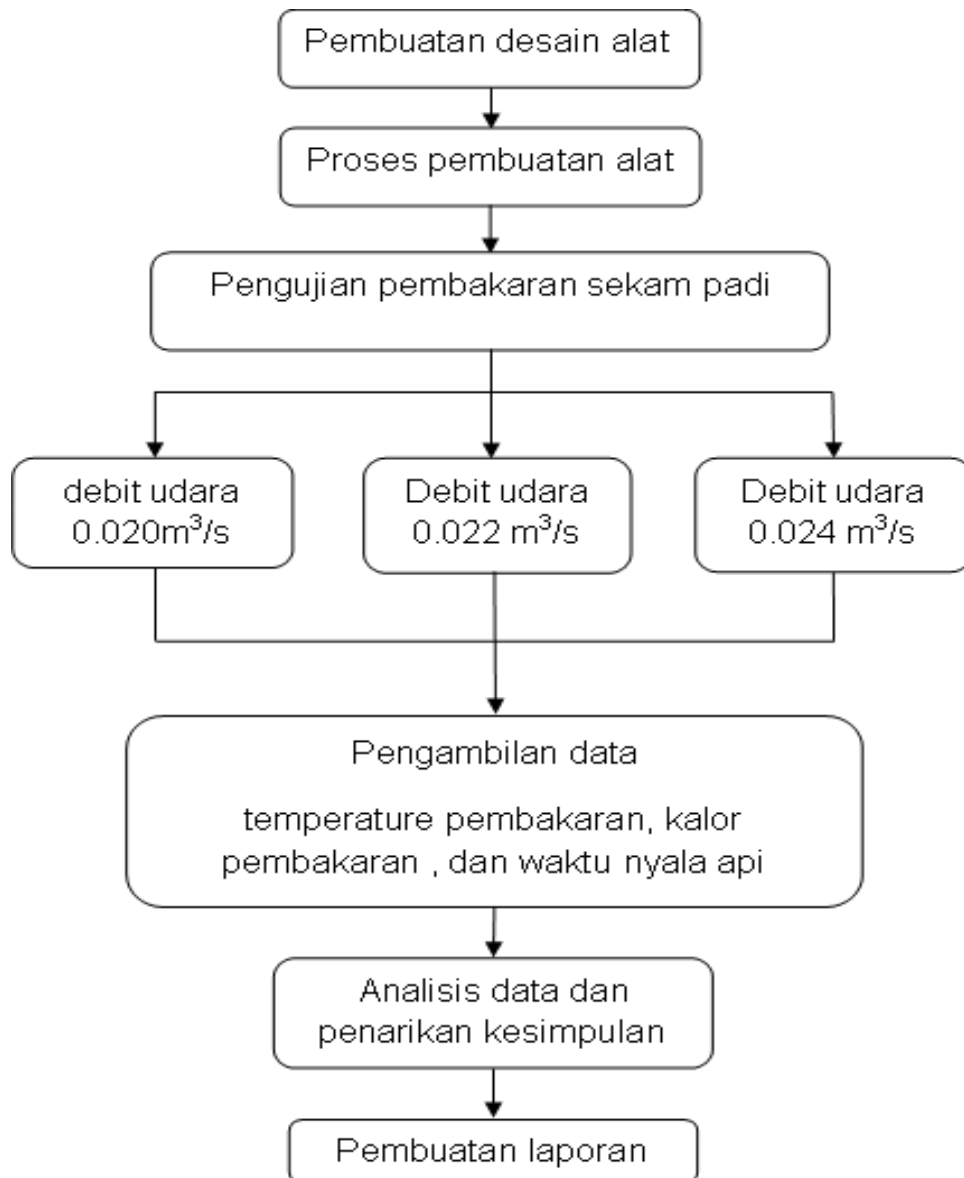
Q = Banyaknya kalor, (Joule)

m = Massa benda, (kg)

Δh= (hf₂ – hf₁) Enthalpi pendidihan air (kJ/kg)

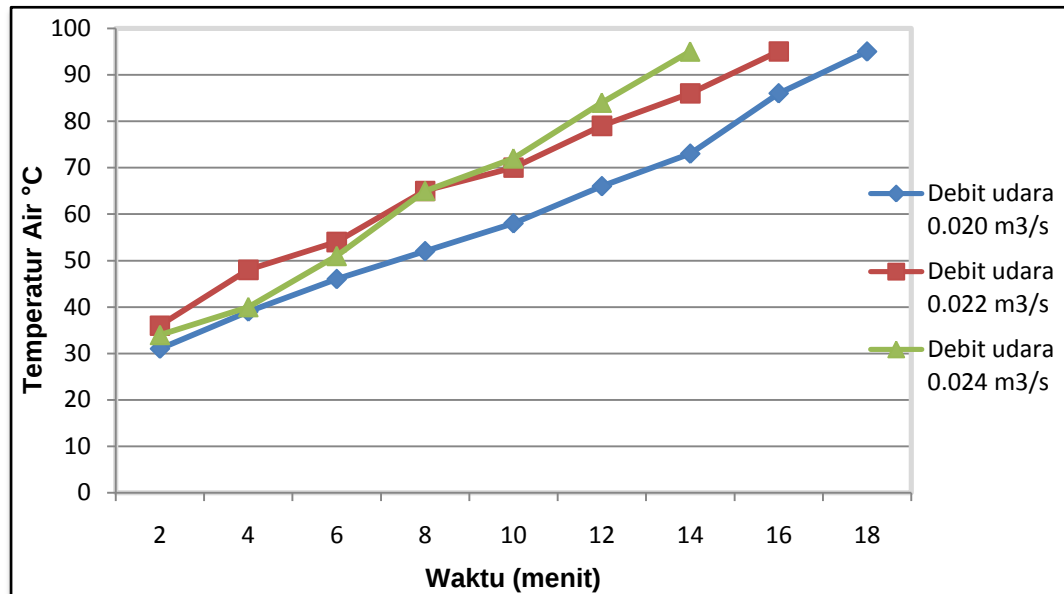
C. METODOLOGI PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan diagram alir pada gambar di bawah ini.



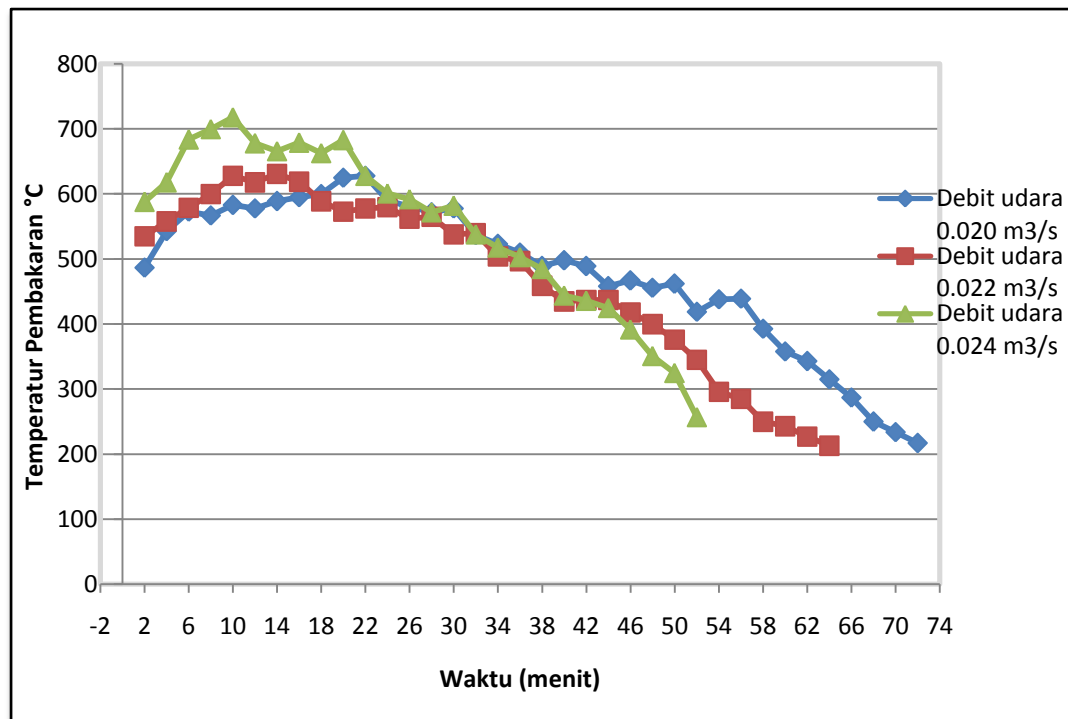
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

D. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN



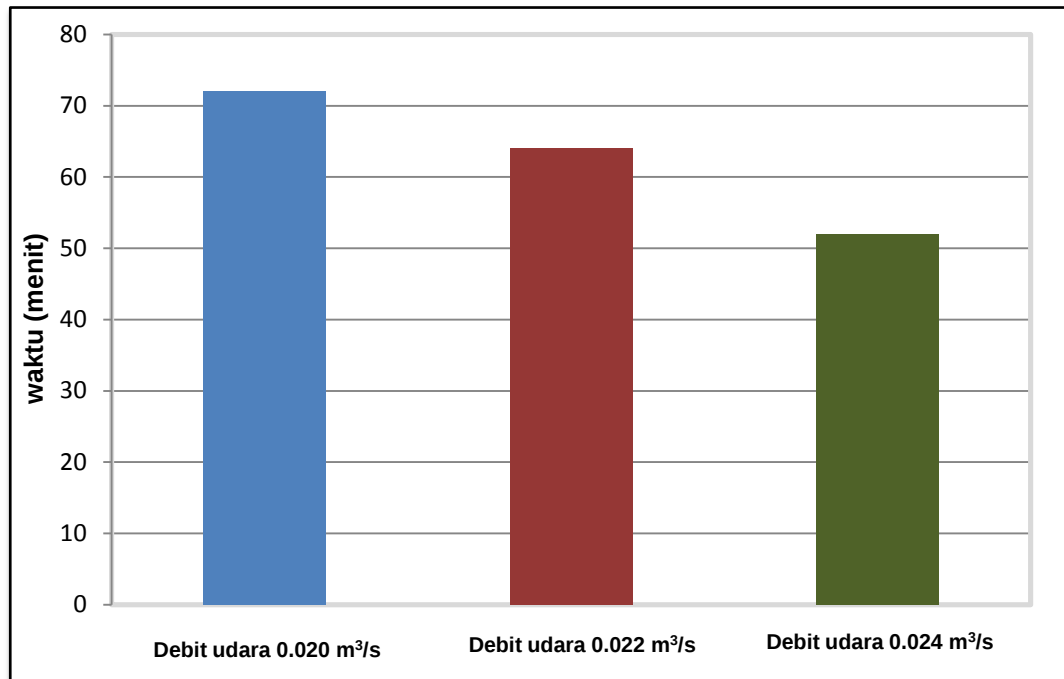
Gambar 2. Perbandingan temperatur pendidihan air dengan waktu dengan debit udara $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$, $0.022 \text{ m}^3/\text{s}$, dan $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$

Menjelaskan bahwa waktu tercepat untuk mendidihkan 1 liter air menggunakan debit udara $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ yaitu 14 menit, dan debit udara $0.022 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan waktu 16 menit, sedangkan debit udara $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan waktu 18 menit. Hal ini dikarenakan semakin tinggi debit udara yang digunakan semakin besar api yang dihasilkan dan semakin cepat air mendidih.



Gambar 3. Perbandingan temperatur pembakaran antara debit udara 0.020 m³/s, 0.022 m³/s, dan 0.024 m³/s.

Grafik diatas menjelaskan bahwa debit udara 0.024 m³/s menghasilkan temperatur pembakaran tertinggi 718 °C pada menit ke 10, debit udara 0.022 m³/s menghasilkan temperatur pembakaran tertinggi 631 °C pada menit ke 14, dan debit udara 0.020 m³/s menghasilkan temperatur pembakaran tertinggi 628 °C pada menit ke 22. Dari perbandingan temperatur pembakaran antara debit udara 0.020 m³/s, 0.022 m³/s dan 0.024 m³/s menunjukan semakin besar debit udara yang digunakan semakin tinggi temperatur pembakaran yang dihasilkan dan menghasilkan nyala efektif yang lebih singkat.



Gambar 4. Perbandingan nyala efektif antara debit udara $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$, debit udara $0.022 \text{ m}^3/\text{s}$, dan debit udara $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$

Menjelaskan bahwa, pada debit udara $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan nyala efektif 72 menit, debit udara $0.022 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan nyala efektif 64 menit, dan debit udara $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan nyala efektif 52 menit. Semakin rendah debit udara $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$ yang digunakan, semakin lama nyala efektif yang dihasilkan.

Efisiensi Thermal gasifikasi pada debit udara $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$, debit udara $0.022 \text{ m}^3/\text{s}$, dan debit udara $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$

Kalor yang dihasilkan dari pembakaran 5 Kg sekam padi dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

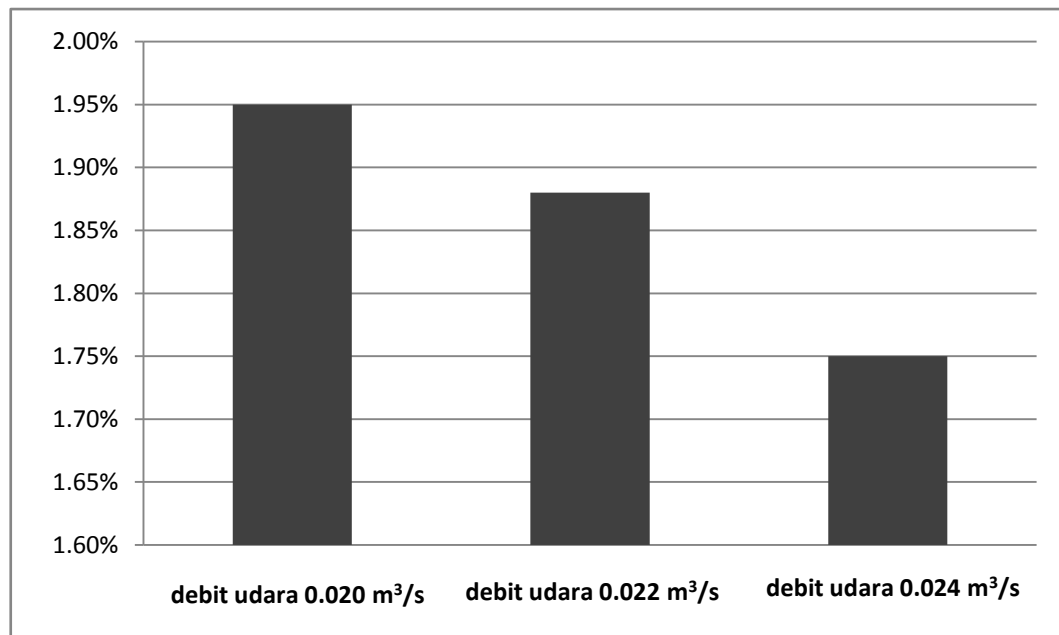
$$\begin{aligned}
 Q_f &= W_f \times \text{LHV} \\
 &= 5 \text{ Kg} \times 18500 \text{ kJ/kg} \\
 &= 92500 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

Efisiensi thermal gasifikasi dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}\eta_{th} &= \frac{\text{kalor yang terpakai}}{\text{kalor yang dihasilkan bahan bakar}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{kalor sensible} + \text{kalor laten}}{\text{kalor yang dihasilkan bahan bakar}} \times 100\% \\ &= \frac{1096.77 \text{ kJ} + 710.36 \text{ kJ}}{92500 \text{ kJ}} \times 100\% \\ &= 1.95 \% \text{ (menggunakan debit udara } 0.020 \text{ m}^3/\text{s})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_{th} &= \frac{\text{kalor yang terpakai}}{\text{kalor yang dihasilkan bahan bakar}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{kalor sensible} + \text{kalor laten}}{\text{kalor yang dihasilkan bahan bakar}} \times 100\% \\ &= \frac{1033.97 \text{ kJ} + 706.06 \text{ kJ}}{92500 \text{ kJ}} \times 100\% \\ &= 1.88 \% \text{ (menggunakan debit udara } 0.022 \text{ m}^3/\text{s})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_{th} &= \frac{\text{kalor yang terpakai}}{\text{kalor yang dihasilkan bahan bakar}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{kalor sensible} + \text{kalor laten}}{\text{kalor yang dihasilkan bahan bakar}} \times 100\% \\ &= \frac{929.52 \text{ kJ} + 696.8 \text{ kJ}}{92500 \text{ kJ}} \times 100 \\ &= 1.75 \% \text{ (menggunakan debit udara } 0.024 \text{ m}^3/\text{s})\end{aligned}$$



Gambar 5. Perbandingan efisiensi thermal gasifikasi pada debit udara 0.020 m³/s, 0.022 m³/s, dan 0.024 m³/s.

Gambar 4.10. menjelaskan bahwa efisiensi thermal tiap-tiap percobaan berbeda, pada percobaan dengan menggunakan debit udara 0.020 m³/s efisiensi thermal sebesar 1.95 %, untuk percobaan dengan menggunakan debit udara 0.022 m³/s sebesar 1.88 %, dan percobaan dengan menggunakan debit udara 0.024 m³/s sebesar 1.75 %. Efisiensi thermal terbesar adalah pada percobaan menggunakan debit udara 0.020 m³/s sebesar 10.26 %. Semakin lama nyala efektif yang dihasilkan, semakin besar nilai efisiensi thermal yang dihasilkan.

E. PENUTUP

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat produksi gas metana terdiri dari dua alat utama, yaitu reaktor pembakaran dan filter tunggal.
 - a. Spesifikasi reaktor pembakaran :

Tinggi albakos	: 810 mm
Massa kosong	: 40 kg
Tinggi ruang bakar	: 530 mm
Tinggi pengaman	: 50 mm
Diameter reaktor	: 570 mm
 - b. Spesifikasi *filter* tunggal :

Panjang filter	: 600 mm
Diameterfilter	: 11 inch
Berat kosong	: 1,5 kg
Diameter lubang asap	: 40 mm
Jumlah lubang	: 2
2. Pada debit udara $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan temperatur pembakaran tertinggi 718°C pada menit ke 10, debit udara $0.022 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan temperatur pembakaran tertinggi 631°C pada menit ke 14, dan debit udara $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan temperatur pembakaran tertinggi 628°C pada menit ke 22. Semakin tinggi debit udara $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ yang digunakan semakin besar temperatur pembakaran yang dihasilkan.
3. Debit udara $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan kalor pembakaran 929.52 kJ, debit udara $0.022 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan kalor pembakaran 1033.97 kJ dan debit udara $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan kalor pembakaran 1096.77 kJ. Semakin rendah debit udara $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ yang digunakan semakin tinggi kalor pembakaran yang dihasilkan.
4. Debit udara $0.024 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan nyala efektif 52 menit, debit udara $0.022 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan nyala efektif 64 menit, dan debit udara $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan nyala efektif 72 menit. Semakin rendah debit udara $0.020 \text{ m}^3/\text{s}$ yang digunakan semakin lama nyala efektif yang dihasilkan.

SARAN

Saran-saran dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Reaktor pembakaran dibuat dimensi yang lebih kecil dan tinggi disesuaikan kebutuhan.
2. Reaktor harus dalam kondisi rapat tanpa ada sedikitpun kebocoran dan tidak perlu alat pengaduk.
3. Saat melakukan pengujian hendaknya kondisi lingkungan harus sama untuk menjaga kualitas data pengujian.
4. Perlu adanya sosialisasi ke masyarakat terhadap teknologi ini.
5. Sebaiknya ada pengembangan lebih lanjut terhadap penelitian sekam padi.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, *Biogas*, Diakses 18 Desember 2013 jam 21.30 WIB

<http://id.wikipedia.org/wiki/Biogas>

Erliza, H. dkk, 2007, *Teknologi Bioenergi*, PT Agromedia Pustaka, Jakarta.

Handoyo. 2013. "Pengaruh variasi kecepatan udara terhadap temperatur pembakaran pada tungku gasifikasi sekam padi dengan variasi debit udara 3.5 m/s, 4.0 m/s dan 4.5 m/s". Skripsi. Surakarta: Fakultas Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Holman J. P. 1980. *Thermodynamics*.Tokyo:McGraw-Hill-Inc

Ir. Tasliman, M.Eng. Teknologi Gasifikasi Biomasa.

Nugroho, R. 2013. "Pengembangan Desain dan Pengoperasian Alat Produksi Gas Metana Dari pembakaran Sampah Organik".Skripsi. Surakarta: Fakultas Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

www.gekgasifier.com diakses 2 desember 2013 pukul 16.35

Yulianto, 2011."Rancang Bangun Dan Pengujian Alat produksi Gas Metana Dari Sampah Organik Jenis sekam Padi Dengan Variasi Debit Udara Pembakaran 0.026 m³/s, 0.023 m³/s dan 0.020 m³/s". Skripsi Surakarta: FakultasTeknik, UniversitasMuhammadiyah Surakarta.