

Efek Perbandingan Udara Dan *Syngas* Dari Sekam Padi Terhadap Temperatur Pembakaran Di *Cyclone Combustor*

F.X. Eko Arianto¹, O. Ardhian Nugroho²

Program Studi Mesin Industri, Polin ATMI

Email:

¹fx.eko.ariant@gmail.com

²oktavianus_ardhian@polinatmi.ac.id

ABSTRAK

Cyclone combustor adalah alat pembakaran yang mampu melakukan pencampuran yang baik antara bahan bakar dan udara dengan memanfaatkan efek turbulensi yang ditimbulkannya, sehingga sangat sesuai digunakan untuk bahan bakar dengan nilai kalori yang rendah seperti *syngas*. *Syngas* yang digunakan pada penelitian ini adalah hasil dari gasifikasi sekam padi dengan komposisi H₂ 13,6%, CO 14,9%, CO₂ 12,9% dan CH₄ 2,3%. Dari hasil eksperimen pada AFR = 1,59 temperatur tertinggi 826 ° C, AFR = 1,14 temperatur tertinggi 838 ° C, AFR = 0,69 temperatur tertinggi 570 ° C.

Kata kunci: sekam padi, *cyclone combustor*, *syngas*, gasifikasi, AFR.

ABSTRACT

Cyclone combustor is a type of combustor that can make a good mixing between fuel and air and uses a turbulence effect, so it is very suitable to used for low calorific fuel like *syngas*. The *syngas* that used in this experiment is produced from rice husk gasification, the composition are H₂ 13,6%, CO 14,9%, CO₂ 12,9% dan CH₄ 2,3%. From the experiment at AFR = 1,59 the highest temperatur is 826 ° C, AFR = 1,14 the highest temperatur is 838 ° C, AFR = 0,69 the highest temperatur is 570 ° C.

Keywords: rice husk, *cyclone combustor*, *syngas*, gasification, AFR.

Pendahuluan

Penggunaan prinsip turbulensi sudah banyak digunakan secara luas dalam bidang teknik. Banyak alat yang dibuat dengan menggunakan prinsip turbulensi dari separator untuk memisahkan partikel padat yang lebih berat dibandingkan udara pada filter udara hingga pencampur serbuk batu bara dengan udara pada *cyclone furnace*. *Cyclone combustor* adalah salah satu alat yang memanfaatkan efek

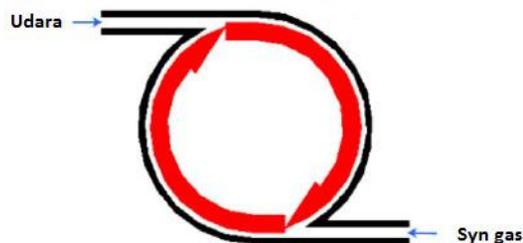
turbulensi untuk pembakaran. Alat ini digunakan untuk mencampur sekaligus membakar bahan bakar gas. Oleh karena karakteristiknya yang mampu membuat campuran bahan bakar dan udara dengan baik maka sering digunakan untuk membakar bahan bakar dengan nilai kalori rendah. Salah satunya untuk *syngas*.

Srinivasan et al. melakukan penelitian secara eksperimental dan numerik mengenai karakteristik pencampuran dan pembakaran pada *cyclone combustor*. Hasilnya didapat adanya nyala api yang stabil, mengindikasikan terjadi pencampuran yang baik antara bahan bakar – udara.

Zyred et al. melakukan pengamatan pembakaran bahan bakar hasil gasifikasi sampah biomassa pada *cyclone combustor*. Didapatkan bahwa *cyclone combustor* menghasilkan pusaran aliran yang kuat dengan pencampuran yang baik dan pembakaran sempurna menciptakan kondisi pembakaran stabil. Lubang *exhaust* dipasang secara tangential pada *combustor* mengurangi penurunan tekanan pada sistem dan memberikan profil kecepatan *exhaust* yang hampir seragam. Hasil gas dengan nilai kalori rendah dapat terbakar sempurna. Karena *combustor* menghasilkan aliran yang stabil dengan pencampuran dan laju pembakaran yang baik serta kondisi keluar yang seragam maka dapat dioperasikan pada kondisi miskin untuk meminimalkan NOx.

Cyclone Combustor

Pada *cyclone combustor* inlet untuk bahan bakar dan udara pada posisi tangensial yang akan menyebabkan pusaran aliran pada ruang bakar untuk mendapatkan pencampuran bahan bakar dan udara yang baik dan nyala api yang stabil.



Gambar 1. Konsep *cyclone combustor*

Karena jalur masuk bahan bakar dan udara tidak pada sumbu *combustor* maka akan didapat keuntungan-keuntungan sebagai berikut:

1. Bahan bakar dan udara akan mengalir secara berpusar yang akan menyebabkan terjadi pencampuran satu sama lain secara turbulen dengan cepat.
2. Hal di atas menyebabkan *combustor* dapat beroperasi pada kondisi mendekati stokiometri, yaitu tanpa memberikan sejumlah banyak udara lebih.
3. Pada aplikasi pemanas, ketika *combustor* dioperasikan pada kondisi bahan bakar miskin untuk memastikan pembakaran sempurna, endapan yang terjadi

pada dinding akan dipercepat karena adanya udara lebih. Masalah ini dapat dihindari karena terjadi pencampuran bahan bakar – udara yang efektif akibat adanya pusaran.

4. Pusaran diketahui dapat memperbaiki stabilitas nyala api sehingga paling sesuai untuk gas dengan nilai kalori rendah seperti gas hasil pembakaran.
5. Lebih lanjut, pusaran memperbaiki waktu tinggal gas panas dalam *burner* dengan demikian meningkatkan kemungkinan pembakaran sempurna dari zat-zat partikel dan tar

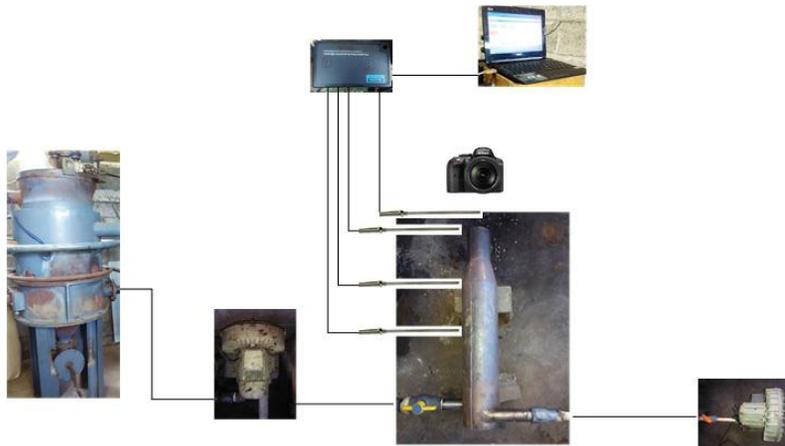
Rasio Udara-Bahan Bakar (Air-Fuel Ratio)

Rasio udara-bahan bakar adalah perbandingan jumlah udara terhadap jumlah bahan bakar dalam suatu reaksi.

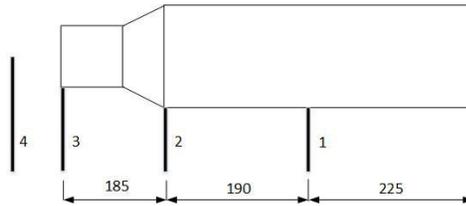
$$AF = \overline{AF} \left(\frac{M_{udara}}{M_{bahan.bakar}} \right) \quad (1)$$

dimana \overline{AF} adalah perbandingan udara-bahan bakar berbasis molar dan AF adalah perbandingan berbasis massa.

Metode Penelitian



Gambar 2 *Setup* alat uji

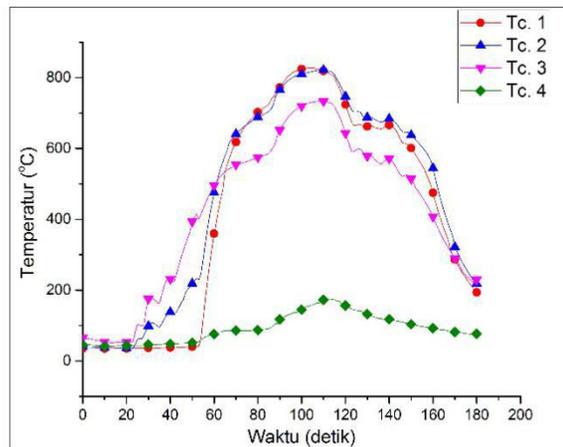


Gambar 3. Posisi termokopel

Hasil dan Pembahasan

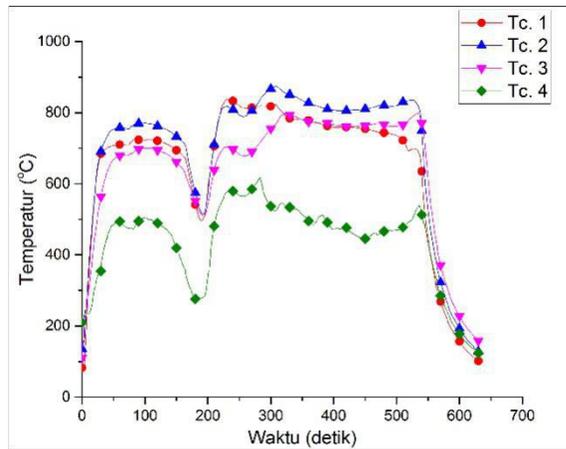
Eksperimen dilakukan dengan memvariasikan laju aliran udara pada 6; 4,3; dan 2,6 m³/jam sedangkan laju aliran *syngas* tetap 4,1 m³/jam sehingga AFR = 1,59; 1,14; dan 0,69.

Untuk AFR = 1,59



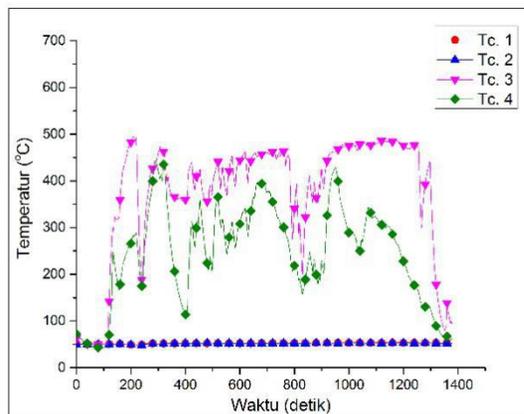
Gambar 4. Profil temperatur AFR =1,59 [5]

Untuk AFR = 1,14



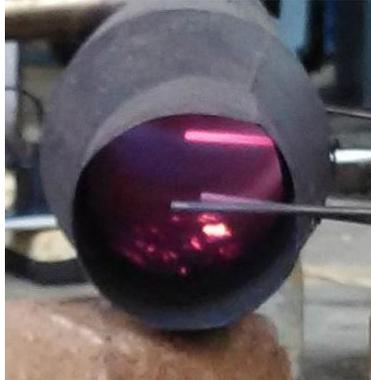
Gambar 5. Profil temperatur AFR =1,14

Untuk AFR =0,69



Gambar 6. Profil temperatur AFR =0,69

Dari hasil ketiga eksperimen dapat dilihat temperatur api tertinggi terjadi pada campuran mendekati stoikiometrik dengan temperatur tertinggi 838°C yaitu pada eksperimen 2. Pada AFR= 1,59 dan 1,14 temperatur lebih karena adanya *excess air* yang menyediakan kecukupan oksigen untuk melakukan pembakaran secara lebih sempurna sehingga didapatkan kalor yang lebih besar. Akan tetapi pada AFR = 1,59 temperatur sedikit lebih rendah daripada AFR = 1,14 akibat sebagian kalor diserap oleh *excess air* yang tidak ikut terbakar. Pada AFR = 0,69 terlihat temperatur paling rendah akibat adanya campuran kaya yang kekurangan oksigen untuk melakukan pembakaran yang sempurna.



Gambar 7. Bentuk api annular dalam *combustor*

Kesimpulan

Temperatur tertinggi didapat pada AFR mendekati stoikiometrik yaitu 1,14 pada temperatur 838 ° C karena adanya kecukupan oksigen untuk pembakaran dan sedikit *excess air* yang akan mengambil kalor pembakaran. Sedangkan temperatur terendah didapat pada AFR = 0,69 pada 570 ° C dimana pada campuran kaya ini oksigen tidak cukup tersedia untuk membakar seluruh *syngas*.

DaftarPustaka

1. S. Dattarajan, R. Kaluri, and G. Sridhar, "Development of a Combustor to burn raw producer gas," *Fuel Processing Technology*, vol. 126, pp. 76-87, 10// 2014.
2. C. Syred, W. Fick, A. J. Griffiths, and N. Syred, "Cyclone gasifier and cyclone combustor for the use of biomass derived gas in the operation of a small gas turbine in cogeneration plants," *Fuel*, vol. 83, pp. 2381-2392, 12// 2004.
3. C.-H. Hwang, S. Lee, J.-H. Kim, and C.-E. Lee, "An experimental study on flame stability and pollutant emission in a cyclone jet hybrid combustor", *Applied Energy*, vol. 86, pp. 1154-1161, 7// 2009.
4. M. J. Moran and H. N. Shapiro, *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*, 5 ed. West Sussex: John Wiley and Sons Ltd, 2006.
5. A.Wahyu Cahyo Purnomo, F.X. Eko Arianto, "Analisa Kinerja *Cyclone Combustor* Pada Proses *Downdraft Gasifier* Dengan Media Sekam Padi Untuk Kapasitas 10 kg/jam", *JURNAL MANUTECH*, Vol. 7, No. 2, pp. 42 – 54, 12//2016.