

Pengaruh Air Fuel Ratio (AFR) Terhadap Kualitas Syn-Gas Gasifikasi Sekam Padi Tipe Downdraft

(Effect of Air Fuel Ratio (AFR) on the Syn-gas Quality of Rice Husk Gasification Downdraft Type)

Muhammad Diaz B.¹, Nasrul Ilminnafik², Tri Mulyono³

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

³Staf Pengajar Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Jln. Kalimantan 37, Jember 68121

E-mail: nasrul.teknik@unej.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian gasifikasi sekam padi pada reaktor tipe *downdraft* satu saluran udara masuk. Penelitian dilakukan pada variasi AFR 1,08, 1,35, 1,62, dan 1,90. Proses gasifikasi dilakukan menggunakan reaktor *downdraft* dengan dimensi tinggi 185 cm, diameter luar 40 cm, diameter dalam 25 cm, dan diameter saluran udara masuk 5,08 cm. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekam padi dengan berat 5 kg. Parameter yang diukur adalah komposisi *syn-gas* dengan menggunakan *Chromatography gas*. Dari hasil pengujian diperoleh komposisi *syn-gas* terbaik pada nilai AFR 1,35 yang ditunjukkan dengan komposisi *flammable gas* tertinggi yaitu CH₄ 12,90 %, CO 12,50 %, H₂ 5,78% dan nilai LHV *syn-gas* sebesar 5051.244 kJ/m³. Hal ini dikarenakan pada AFR 1,35 mencapai nilai AFR optimal gasifikasi.

Kata kunci: gasifikasi, sekam padi, variasi AFR, komposisi *flammable syn-gas*, LHV,

Abstract

Has done research on the gasification of rice husk downdraft type reactor of the air inlet. The research was conducted on AFR variation of 1.08, 1.35, 1.62, and 1.90. Gasification process conducted use a downdraft reactor with dimensions of 185 cm high, 40 cm outside diameter, inside diameter 25 cm, and diameter 5.08 cm air inlet. The materials used in this research was rice husk weighing 5 kg. Parameters measured were *syn-gas* composition using gas chromatography. From the test results obtained the best composition of *syn-gas* at 1.35 AFR indicated by the highest composition of flammable gases CH₄ 12.90%, CO 12.50%, H₂ 5.78% and the highest LHV of *syn-gas* 5051,244 kJ / m³. Because the 1.35 AFR was achieved optimal value gasification.

Keywords: gasification, rice husk, AFR variation, flammable *syn-gas* composition, LHV

Pendahuluan

Indonesia adalah salah satu negara dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Profil produksi minyak nasional pada tahun 1973-2008 tidak pernah mengalami peningkatan masih berada pada angka 1,2-1,3 juta barel per hari [1]. Pada tahun 2004 menunjukkan bahwa Indonesia setiap hari mampu mengekspor minyak mentah rata-rata 400.000 barel dengan impor minyak yang lebih besar sekitar 500.000 barel [2]. Jika hal ini dibiarkan, diperkirakan akan mengalami krisis energi pada waktu 15 tahun mendatang. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu dikembangkan energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil sebagai sumber energi.

Penelitian gasifikasi menggunakan bahan tempurung kelapa dengan reaktor *downdraft* sistem kontinyu yang dilakukan dengan memvariasikan AFR 0,088; 1,043; 1,166; 1,263 diperoleh nilai LHV dan komposisi *flammable syn-gas* terbaik pada nilai AFR 0,88. Besarnya nilai LHV adalah

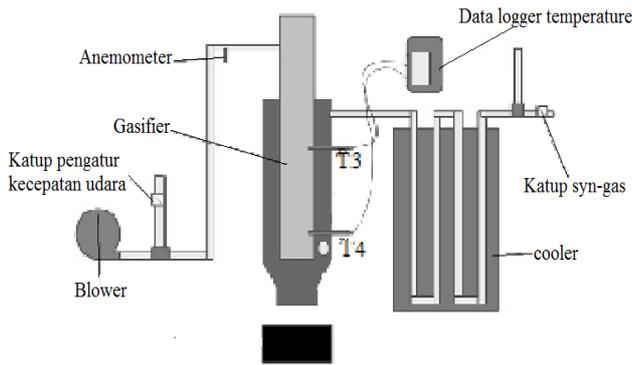
4718,33 kJ/m³ dan komposisi *flammable gas* sebesar 39,273% dari gas yang dihasilkan [3]. penelitian gasifikasi lainnya yang telah dilakukan dengan menganalisa komposisi *syn-gas* optimum gasifikasi daun kelapa sawit dengan variasi rentangan suhu reaktor dan waktu operasi *downdraft* gasifier yaitu CO 15,61-20,80%, CO₂ 12,06-13,80%, CH₄ 1,03-1,35% dan H₂ 9,19-11,29 % [4]. Penelitian gasifikasi serabut kelapa menggunakan *downdraft* gasifier sistem kontinyu dengan variasi AFR dengan parameter visualisasi nyala api diperoleh nilai AFR terbaik 1,06 dengan komposisi CO 20,8%, CH₄ 4,5% dan H₂ 5,34 % [5]. Penelitian telah dilakukan menggunakan bahan sekam padi pada *downdraft* sistem pemasukan biomasa kontinyu dua saluran udara masuk dengan variasi nilai AFR. Parameter yang diukur pada penelitian tersebut adalah komposisi, dan nilai kalor. Hasil penelitian komposisi *syn-gas* yang dihasilkan pada variasi AFR terbaik 1,25 didapatkan kadar sebagai berikut: H₂ = 14,22 %, O₂ = 8,29 %, N₂ = 51,12 %, CO₂ = 8,82%,

CO = 15,33%, CH₄ = 1,52%, dan C₂H₆ = 0,22% dengan *Low Heating Value (LHV)* sebesar 3289,38 kJ/kg [6]

Dari sejumlah penelitian gasifikasi yang telah dilakukan, perlu penelitian menggunakan variasi nilai AFR pada gasifikasi *downdraft* satu udara masuk berbahan sekam padi dengan parameter komposisi dan nilai kalor *syn-gas*.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan reaktor *downdraft throatless* (tanpa tenggorokan) dengan satu saluran udara masuk. Bahan yang digunakan pada proses gasifikasi yang dilakukan adalah sekam padi dengan berat 5 kg. Instalasi alat gasifikasi ditunjukkan pada Gambar 1.



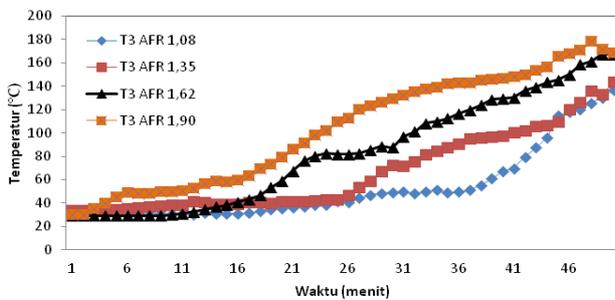
Gambar 1. Instalasi alat uji

Nilai AFR divariasikan pada nilai 1,08, 1,35, 1,62, dan 1,90. Sebelum *syn-gas* diambil sampelnya, *syn-gas* melewati sebuah *cooler* untuk mendinginkan suhu *syn-gas* dan mengurangi kadar debu pada *syn-gas*. *syn-gas* yang dihasilkan pada setiap variasi AFR diukur komposisi *flammable gas* nya menggunakan *chromatography gas*. Hasil komposisi *flammable gas* digunakan acuan untuk menghitung nilai *Lower Heating Value (LHV)*.

Hasil Dan Pembahasan

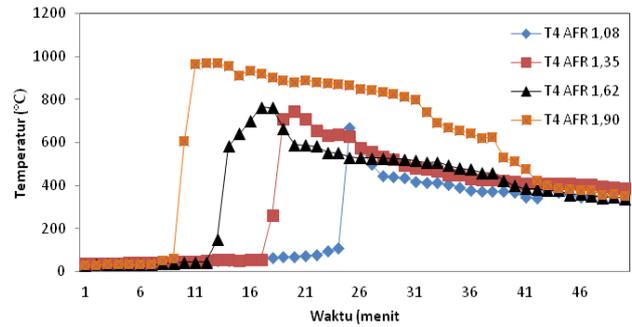
A. Distribusi Temperatur Reaktor

Distribusi temperatur pada T3 dan T4 mengindikasikan zona-zona gasifikasi yang terjadi. Distribusi temperatur T3 ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik distribusi temperatur T3

Sedangkan grafik distribusi temperatur T4 ditunjukkan pada grafik Gambar 4.



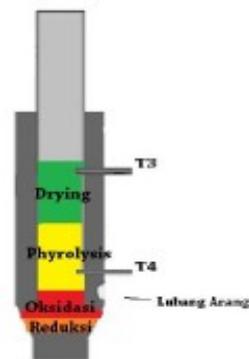
Gambar 4. Grafik distribusi temperatur T4

Kenaikan temperatur T3 berkaitan dengan temperatur T4 dimana pada saat temperatur T4 mulai mengalami penurunan, temperatur T3 mulai terjadi peningkatan. Hal ini disebabkan seiring bertambahnya waktu operasi panas terdistribusi dari T4 menuju T3

Perbedaan waktu dan temperatur reaktor tertinggi berdasarkan variasi nilai AFR disebabkan komposisi oksigen pada udara yang disuplai berbeda. Semakin meningkat kecepatan udara masuk yang diberikan maka akan meningkatkan komposisi oksigen yang diberikan pada proses gasifikasi ini. Dengan meningkatnya komposisi oksigen yang diberikan, maka akan mempercepat proses oksidasi sekam padi sehingga semakin banyak sekam padi yang terbakar dan temperatur semakin tinggi.

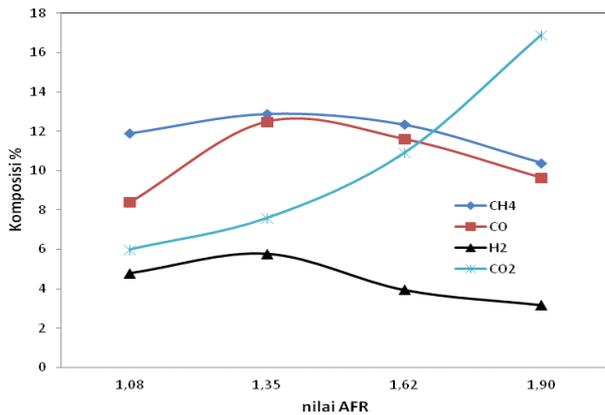
Temperatur reaktor gasifikasi pada zona *drying* terjadi proses pengeringan bahan bakar dan penguapan air dari bahan bakar tersebut. Proses *drying* berlangsung hingga sekitar 200°C [2]. Pada proses ini terjadi pemanasan biomassa sehingga kelembaban dan air yang masih terkandung di dalam biomassa menguap. Pada penelitian ini T3 berada pada range temperatur 30-178,4°C, berdasarkan range temperatur tersebut T3 dapat diindikasikan sebagai zona *drying*.

Zona pirolisis terjadi pada temperatur 300-900°C. Pirolisis adalah reaksi yang bersifat endoterm (menerima panas) yang berasal dari zona oksidasi [6]. Pada penelitian ini temperatur pada T4 berada pada range temperatur 300-968,4°C, sehingga berdasarkan range temperatur tersebut T4 dapat diindikasikan sebagai zona pirolisis. Secara keseluruhan pembagian zona gasifikasi digambarkan pada Gambar 5



Gambar 5. Pembagian zona proses gasifikasi

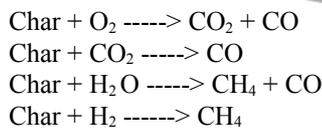
B. Analisa Komposisi Syn-gas Dengan Variasi Nilai AFR



Gambar 6 grafik hubungan variasi nilai AFR terhadap komposisi *syn-gas*

Pada Gambar 6 tampak komposisi H₂, CH₄ dan CO mengalami peningkatan seiring meningkatnya kecepatan udara masuk. Komposisi *flammable gas* tertinggi pada nilai AFR 1,35 dengan komposisi CH₄ 12,9%, CO 12,50% dan H₂ 5,78%. Pada AFR 1,90 dihasilkan komposisi *flammable gas* terendah dibandingkan variasi nilai AFR lainnya yaitu CH₄ 10,39%, CO 8,40% dan H₂ 3,18%.

Adanya perbedaan komposisi *flammable gas* yang dihasilkan pada variasi nilai AFR berkaitan dengan temperatur pirolisis yang dicapai. Pada AFR 1,35 memberikan suplai oksigen yang optimal untuk mengoksidasi biomassa pada proses oksidasi sehingga dihasilkan gas ringan yang optimal pada proses pirolisis. Pada Gambar 4 terlihat semakin meningkat nilai AFR maka akan meningkatkan temperatur pada zona pirolisis. Semakin meningkat temperatur pirolisis, maka jumlah char yang dihasilkan akan semakin menurun [7]. Jumlah char yang dihasilkan pada pirolisis sangat berkaitan pada komposisi *flammable gas*. Proses gasifikasi char akan bereaksi dengan H₂, CO₂, H₂O dan O₂ membentuk sejumlah gas *flammable*. Sehingga jumlah char yang direaksikan akan mempengaruhi komposisi *flammable* yang dihasilkan. Reaksi char yang terjadi adalah:



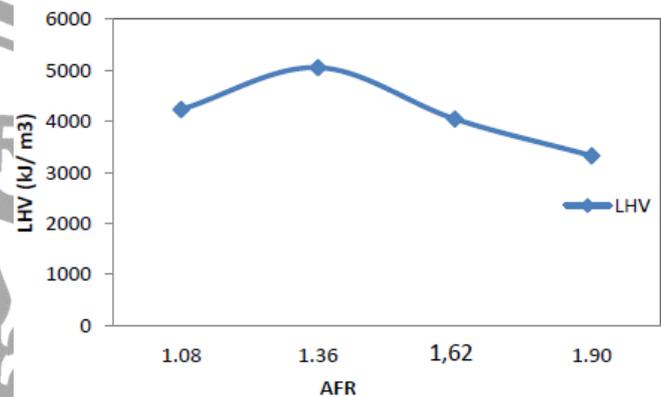
Pada nilai AFR 1,90 dihasilkan komposisi *flammable gas* terendah dibandingkan variasi nilai AFR lainnya disebabkan pada nilai AFR 1,90 mencapai temperatur pirolisis tertinggi dibandingkan variasi nilai AFR yang lain yaitu sebesar 968,4°C sehingga char yang dihasilkan dari proses pirolisis tersebut lebih sedikit. Dengan demikian nilai AFR 1,90 menghasilkan komposisi *flammable gas* terendah.

Sedangkan pada komposisi gas non *flammable* yaitu gas CO₂ juga meningkat dengan nilai AFR. Komposisi CO₂ tertinggi dicapai pada nilai AFR 1,90 yaitu 16,90%.

Gasifikasi adalah proses konversi energi yang membutuhkan kecepatan udara masuk secara terbatas dan

optimal. Ratio perbandingan udara dan bahan bakar pada proses gasifikasi optimal tidak melebihi 1,5 [2]. Berdasarkan teori tersebut, Pada penelitian ini menghasilkan komposisi *flammable* tertinggi pada AFR optimal sebesar 1,35 yang tidak melebihi batas nilai proses gasifikasi. Sedangkan pada AFR 1,62 komposisi *flammable syn-gas* mengalami penurunan dikarenakan melebihi batas nilai AFR proses gasifikasi. Kenaikan nilai AFR yang melebihi batas nilai AFR gasifikasi akan meningkatkan komposisi CO₂. Hal ini disebabkan semakin tinggi nilai AFR melebihi batas nilai AFR gasifikasi, maka akan mendekati AFR proses pembakaran. Meningkatnya nilai AFR pada proses pembakaran akan meningkatkan emisi CO₂ hingga mencapai AFR stoikiometri [8].

B. Analisa Nilai Kalor Syn-gas dengan Variasi Nilai AFR



Gambar 7 Grafik hubungan nilai AFR dan nilai kalor (LHV) *syn-gas*

Gambar 7 menunjukkan hubungan nilai AFR dan nilai LHV. Kenaikan nilai kalor pada *syn-gas* dipengaruhi oleh komposisi *flammable gas*. Pada nilai AFR 1,35 mencapai nilai tertinggi yaitu CH₄ 12,9 %, CO 12,5 %, H₂ 5,78%.

Semakin meningkat nilai ratio udara dan bahan bakar, maka akan menurunkan nilai kalor pada *syn-gas* [3]. Pada penelitian ini nilai AFR optimal sebesar 1,35 dengan nilai LHV tertinggi yaitu 5051.244 kJ/m³. Ketika melebihi batas AFR gasifikasi maka nilai LHV *syn-gas* yang dihasilkan semakin menurun.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian gasifikasi sekam padi pada reaktor tipe *downdraft* dengan variasi AFR dapat disimpulkan bahwa kualitas *syn-gas* pada variasi nilai AFR terbaik pada AFR 1,35 dengan komposisi CH₄ 12,90 %, CO 12,50 %, H₂ 5,78% dan nilai LHV sebesar 5051.244 kJ/m³.

Saran

Perlu dilakukan penelitian kualitas *syn-gas* dengan parameter lain yaitu nyala api dan temperatur api

Daftar Pustaka

- [1] Anis S., Karnowo, Wahyudi, dan Respati S.M.B., 2009. *Studi Eksperimen Gasifikasi Sekam Padi Pada Updraft Circulating Fluidized Bed Gasifier*. Semarang: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
- [2] Putri G.A., 2009. *Pengaruh Variasi Temperatur Gasifying agent II Media Gasifikasi Terhadap Warna dan Temperatur Api pada Gaifikasi Reaktor Downdraft dengan Bahan Baku Tongkol Jagung*. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November.
- [3] Najib L. dan Darsopuspito S. 2012 *Karakterisasi Proses Gasifikasi Biomassa Tempurung Kelapa Sistem Downdraft Kontinyu dengan Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar (AFR) dan Ukuran Biomassa*. Surabaya: Teknik Mesin Institut Sepuluh November (ITS)
- [4] Moni M.N.Z and Shaharin A. 2013. *Downdraft Gasification of Oil Palm Frond: Effects of Temperature and Operation Time*. Malaysia: University Teknologi PETRONAS. Asian Journal of Scientific Research 6 (2): 197-206.
- [5] Hadi S. dan Darsopuspito S. 2013. *Pengaruh Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar Terhadap Kualitas Api Pada Gasifikasi Reaktor Downdraft Dengan Suplai Biomass Serabut Kelapa Secara Kontinyu*. Surabaya: Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh November. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 3, (2013) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- [6] Setiawan D., 2012. *Karakterisasi Proses Gasifikasi Downdraft Berbahan Baku SEkam Padi Dengan Desain Sistem Pemasukan Biomassa Secara Kontinyu Dengan Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar (AFR)*. Surabaya: Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh November.
- [7] Basu P. 2010 *Biomass Gasification and Pyrolysis Practical Design and Theory*. Burlington USA: Academic Press in an imprint of Elsevier 30 corporate Drive, suite 400.
- [8] Tenaya I G.N.P dan Hardiana M. 2011. *Pengaruh Air Fuel Ratio terhadap Emisi Gas Buang Berbahan Bakar LPG pada Ruang Bakar Model Helle-Shaw Cell*. Badung: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Vol.5 No. 1. 39-45.