

ANALISIS KINERJA GASIFIER UNGGUN TETAP ALIRAN KE BAWAH MENGGUNAKAN UMPAN KAYU UNTUK MESIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS

Yogi Sirodz Gaos^{1,2}, Hanang Agna Pradana Putra¹, Syamsul Bahry¹, Reza Fazrin¹

¹Lab. Riset Engineering Development for Energy Conversion and Concervation (EDfEC)
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor

Jl. KH. Soleh Iskandar KM.2 Bogor 16162

²Workshop PT Intan Prima Kalorindo, Jl Tekno Raya B-1F

Kawasan Industri Jababeka III, Cikarang 17530

e-mail: yogisirodz@gmail.com

Abstrak. ANALISIS KINERJA GASIFIER UNGGUN TETAP ALIRAN KE BAWAH MENGGUNAKAN UMPAN KAYU UNTUK MESIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS. Dalam beberapa tahun terakhir sumber energi minyak bumi semakin menipis sehingga diperlukan upaya untuk menggantikannya melalui sumber-sumber energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan tersebut adalah biomass yang menggunakan teknologi gasifikasi dimana teknologi tersebut dapat mengubah suatu bahan padat kayu menjadi gas mampu bakar (syngas). Metodologi yang di gunakan pada saat penelitian yaitu pembuatan gasifier, cyclone dan wet scrubber berdasarkan kebutuhan mesin gas, kemudian analisa Thermal Conductivity Detection (TCD) dan Firing Ionization Detection (FID) untuk mendapatkan nilai kalor bahan bakar dan kandungan yang terdapat pada kayu dan analisa gas chromatography untuk mengetahui komposisi syngas kemudia pengujian kinerja sehingga di dapat distribusi temperatur pada gasifier, cyclone dan wet scrubber. Dari hasil pengujian di peroleh data distribusi temperatur di dalam gasifier pada zona drying sebesar 41°C, zona pirolisis sebesar 98°C, zona oksidasi 970°C dan zona reduksi sebesar 63°C kemudian temperatur gas hasil keluaran cyclone 36,8°C dan wet scrubber 35,96°C komposisi gas yang dihasilkan keluaran reaktor gasifier yaitu CO=29,3% H₂=5,6% CH₄=1,03 CO₂=1,33% N₂=47,35%, di sisi keluaran cyclone CO=28,05% H₂=4,15% CH₄= 0,44 CO₂= 1,39% N₂= 49,61% dan di sisi keluaran scrubber CO= 25,63% H₂= 4,49% CH₄= 0,80% CO₂=1,72% N₂= 51,01%.

Kata kunci: Reaktor, gasifier, cyclone, wet scrubber, TID, TCD, pirolisis, oksidasi dan reduk

1. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk yang semakin meningkat dari tahun ke tahun dan penggunaan energi yang semakin besar seiring dengan percepatan pembangunan di setiap daerah mendorong konsumsi energi Indonesia terus meningkat dan dalam beberapa tahun terakhir sumber energi minyak bumi semakin menipis sehingga, diperlukan upaya untuk menggantikannya melalui sumber-sumber energi alternatif. Kemudian pemerintah juga menargetkan untuk meningkatkan dan mengoptimalkan peran terhadap sumber energy alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi yang tertuang dalam Perpres No.5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) [1]. Dalam kasus ini energi biomassa di pilih sebagai energi alterntif di karenakan biomass banyak tersebar yang kemudian dapat di konversikan utuk menghasilkan energi listrik secara berkelanjutan dan juga biomass memiliki kadar emisi CO₂ yang lebih bersih [2]. Biomassa sebagai energi alternatif memiliki keunikan tersendiri di karenakan komoditas yang banyak tersebar di daerah. pemanfaatan biomass malalui penggunaan teknologi gasifikasi akan menjadi sumber energi alternatif untuk menghasilkan energy listrik yang diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai

suplai energi listrik pedesaan yang belum terjangkau PLN. Pada proses gasifikasi biomass dikonversi menjadi gas mampu bakar diantaranya karbon monoksida (CO), Hidrogen (H₂), gas metan (CH₄) yang selanjutnya gas tersebut di pergunakan sebagai bahan bakar mesin pembakaran dalam untuk menggerakkan generator pembangkit tenaga listrik yang sebelumnya melalui filter gas [3,4]. Untuk gasifikasi menggunakan desain *gasifier* tipe aliran kebawah (*downdraft*) jenis *gasifier* ini memiliki kelebihan sangat efisien dalam mereduksi kandungan tar pada gas hasil dibandingkan *gasifier* aliran ke atas (*updraft*) [4,7].

Persoalan dasar pemanfaatan teknologi ini adalah munculnya tar dan partikel pengotor sebagai efek samping. Gas hasil pada proses gasifikasi yang masih mengandung tar, debu dan partikel pengotor akibat dekomposisi kimia yang tidak sempurna yang bila dibiarkan masuk kedalam mesin akan menyebabkan menurunnya prestasi mesin, meningkatkan biaya perawatan mesin [5]. Karena itu perlu digunakan filter untuk memisahkan kandungan tar maupun partikel dari hasil gas sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin, jenis filter yang digunakan ialah *cyclone* dan *wet scrubber*.

2. ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang di gunakan untuk dapat memenuhi tujuan penelitian tersebut antara lain meliputi :

a. Satu unit gasifikasi tipe reaktor

downdraft

b. Satu unit filter *Cyclone*

c. Satu unit filter *Wet scrubber*

d. Blower

e. Bahan umpan kayu pinus

f. Termokopel Tipe-K

g. DAQ NI (National Instrument) dan komputer

h. *Gas bag*

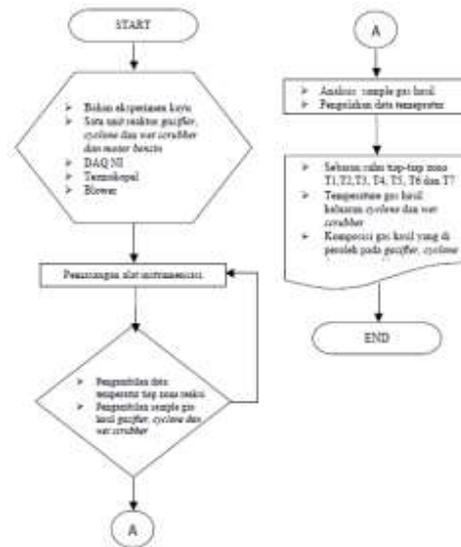
i. *Gas chromatography*.

j. *TCD dan FID*

k. *Motor bensin 10 kVA*

2.1 Diagram alir pengujian

Untuk mempermudah pemahaman konsep pengujian yang dilakukan penulis maka di buatlah diagram alir pengujian yang dapat di lihat di bawah ini :



Gambar 1 Diagram alir pengujian

3. HASIL DAN

PEMBAHASAN

3.1 Analisa *proximat* dan *ultimat*

Pengambilan sampel bahan bakar pada *gasifier* aliran kebawah memanfaatkan kayu pinus sebagai umpan kemudian dianalisa menggunakan metoda *Thermal Conductivity Detection* (TCD) dan *Firing Ionization Detection* (FID) di Laboratorium Sumber Daya Energi Puspittek Serpong . Hasil analisis laboratorium komposisi umpan kayu ini meliputi kandungan karbon, hydrogen dan oksigen yang di tampilkan pada tabel.1.

Tabel 1 Hasil analisis proksimat dan ultimat kayu pinus

LAPORAN ANALISIS LABORATORIUM
REPORT OF LABORATORY ANALYSIS

PARAMETER	RESULT	UNIT	STANDARD METHOD
TOTAL MOISTURE _w (a.r)	10.12	weight %	ASTM D3302/D3302M-12
PROXIMATE (adb)			
Moisture	8.70	weight %	ASTM D7582-12
Ash	15.14	weight %	
Volatile Matter	76.01	weight %	
Fixed Carbon	0.16	weight %	
ULTIMATE (adb)			
Carbon	47.21	weight %	ASTM D5373-14
Hydrogen	5.16	weight %	
Nitrogen	0.48	weight %	
Oxygen	23.33	weight %	
CALORIFIC VALUE (adb)	4883	cal/gram	ASTM D5865-13

Dari data pengujian tampak bahwa komponen volatile matter (zat teruapkan) lebih dominan dibandingkan dengan kompenen yang lain, hal ini di sebabkan karena kandungan volatile umumnya pada kayu lebih tinggi dibandingkan dengan arang. Komponen volatile terdiri atas berbagai senyawa seperti aldehid, asam-asam organik, fenolik dan lain-lain dimana zat yang teruapkan masih mengandung zat-zat yang mudah terbakar. Kandungan volatil matter tinggi mempunyai keuntungan diantaranya, penyalaan dan pembakaran lebih mudah tetapi mempunyai kelemahan yaitu nilai kadar karbon terikat yang rendah. Kadar karbon terikat dapat didefinisikan sebagai fraksi karbon dalam biomass selain fraksi

air,abu dan volatile dalam biomass. Kadar karbon mempunyai peranan yang penting terhadap kualitas bahan bakar karena akan mempengaruhi besarnya nilai kalor. Semakin tinggi kandungan kadar karbon terikat dalam bahan bakar, semakin tinggi pula nilai kalor yang dihasilkan sedangkan kadar karbon terikat yang rendah menunjukkan kualitas bahan bakar yang kurang baik, ini bisa di lihat pada tabel kayu pinus mempunyai nilai karbon tetap sebesar 0,16% dengan nilai kalor 4883 kcal/kg sedangkan pada penelitian menggunakan kayu sengon nilai karbon tetap sebesar 0,045% mempunyai nilai kalor sebesar 4 271 kcal/kg [6].

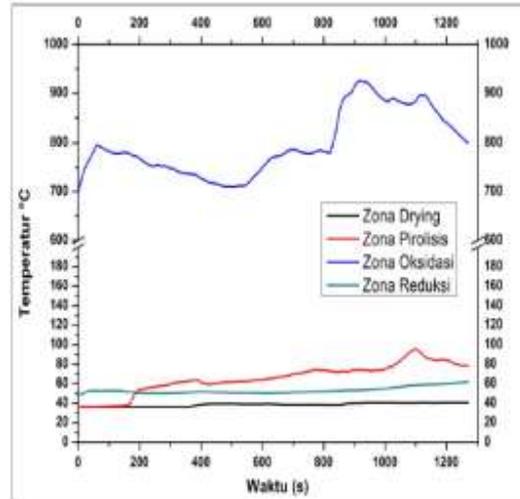
3.2 Gas hasil gasifikasi

Pada pengujian gasifikasi *downdraft* akan di hasilkan syngas yang merupakan hasil proses gasifikasi di mana gas hasil tersebut dapat di lihat dari komposisi gas mampu bakar yang di hasilkan seperti CO,H₂ dan CH₄ menggunakan *Gas Chromatography* di Laboratorium Sumber Daya Energi Puspitek Serpong. Gas-gas tersebut di hasilkan dari reaksi pada zona reduksi dari *gasifier*. Komposisi dari masing- masing gas hasil dari *gasifier*, *cyclone* dan *wet scrubber* dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 2 Komposisi gas hasil *gasifier*, *cyclone* dan *wet scrubber*

LAPORAN ANALISIS LABORATORIUM
REPORT OF LABORATORY ANALYSIS

PARAMETER ANALYSIS	SAMPLE CODE		
	GASIFIER	CYCLONE	WET SCRUBBER
CO ₂ weight%	29.23	28.05	25.63
H ₂ weight%	5.16	4.15	4.49
CH ₄ weight%	1.01	0.44	0.80
CO weight%	1.33	1.39	1.72
N ₂ weight%	47.29	49.61	51.01



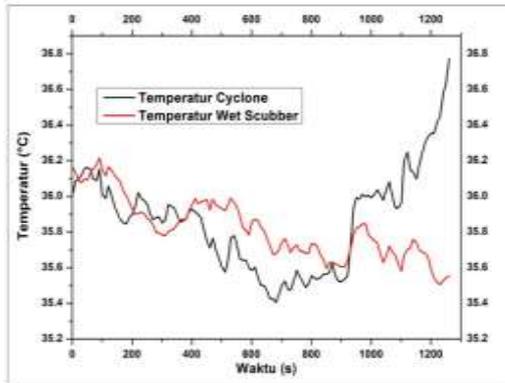
Gambar 1 Distribusi temperatur pada *gasifikasi*

3.2.1 Distribusi temperatur pada *gasifier*

Pengukuran temperatur sepanjang pengujian dilakukan dengan menggunakan peralatan berupa thermokopel tipe-K dan juga dengan menggunakan NI-DAQ (*National Instrument*) yang berfungsi untuk melakukan pembacaan temperatur di dalam *gasifier*, namun sehubungan dengan jumlah kayu yang cukup besar proses gasifikasi yang terjadi di dalam *gasifier* masih belum dalam kondisi *steady*. Pembacaan temperatur dilakukan pada saat memulai pengujian hingga sampai pengujian berakhir untuk satu kali pengujian. Pola distribusi temperatur pada *gasifier* di tampilkan pada Gambar 1.

3.2.2 Temperatur keluaran *cyclone* dan *wet scrubber*

Pengambilan data temperatur gas hasil menggunakan NI-DAQ yang berfungsi untuk merekam data temperatur yang sebelumnya melalui input dari termokopel tipe K yang ditempatkan pada saluran keluaran *cyclone* dan *wet scrubber*. Temperatur gas hasil keluaran *cyclone* dan *wet scrubber* ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2 Temperatur gas hasil keluaran *cyclone* dan *wet scrubber*

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian di peroleh data distribusi temperatur di dalam gasifier pada zona drying sebesar 41°C, zona pirolisis sebesar 98°C, zona oksidasi 970°C dan zona reduksi

sebesar 63°C. Hal ini menunjukkan bahwa proses pirolisis dan reduksi belum pada tahapan stedi, mengingat pengujian dilaksanakan kurang dari 4 jam. Posisi penempatan sensor termokopel untuk proses pirolisis dan reduksi masih terlalu jauh terhadap daerah oksidasi. Proses oksidasi menggambarkan harga yang riel yaitu di kisaran 970 oC. Komposisi gas mampu bakar yang dihasilkan di sisi keluaran reaktor *gasifier* yaitu CO=29,3% H2=5,6% CH4=1,03 di sisi keluaran *cyclone* CO=28,05% H2=4,15% CH4= dan di sisi keluaran *wet*

scrubber CO= 25,63% H2= 4,49% CH4= 0,80% menunjukkan angka yang cukup baik jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang menggunakan kayu sengon, mengingat nilai kalor kayu pinus dari pengujian proximate dan ultimate sebesar 4 883 kcal/kg.

5. DAFTAR PUSTAKA

Blueprint Pengelolaan Energi

Nasional, Sesuai Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006, Jakarta.

Maria Puig-Arnavat, Joan Carles Bruno , Alberto Coronas. *Modeling of trigeneration configurations based on biomass gasification and comparison of performance*. Applied Energy 114 (2014) 845-856.

Wardha, Maharashtra,2008, *Low Cost Gasifier Engine System*. Mahatma Gandhi Institute of Rural Industrialization JBCRI Campus, India. 8

IEA, Potential contribution of bioenergy to the world's future energy demand, IEA Bioenergy, EXCO: 2007:02 2007.

Ntshengedzeni S. Mamphweli, Edson L. Meyer. Evaluation of the Conversion efficiency of the 180 Nm³/h Johansson Biomass Gasifier. Energy

and Environment 2010 vol.pp.113-120.

Saputro.Danang Dwi, *Karakterisasi Briket dari limbah Pengolahan Kayu Sengon dengan Metode Cetak Panas*, ISSN, 1979-911X 3 November 2012.

Yogi Sirodz Gaos, Armansyah Tambunan. *Analisis Energi dan Sebaran Suhu pada Gasifier Unggun Tetap*. Jurnal Keteknikan, Perhimpunan IPB, ISSN 0216-3365, Terakreditasi, Vol; 21 No. 2, Juni 2007