

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

Yogi Sirodz Gaoz^{1,2}, Hanang Agna Pradana Putra¹, Syamsul Bahry¹

Reza Fazrin¹

¹Lab. Riset Engineering Development for Energy Conversion and Conservation (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

Abstract

PERFORMANCE ANALYSIS OF FIXED BED GASIFIER USING FLOW DOWN PINE CHIPWOOD FOR GAS ENGINE POWER GENERATION. In recent years energy resources dwindling oil so it is necessary to replace it with renewable energy sources. Biomass is one of the renewable energy sources which has gasification technology, in which these technologies can transform wood into gas fuel (syngas).

The research methodology is how to design and manufacture of; gasifier, cyclone and wet scrubber based on the needs of the gas engine performance. The apparatus for wood analysis by using Thermal Conductivity Detection (TCD) and Firing Ionization Detection (FID) to get the calorific value, proximate (containing of; moisture, ash, volatile matter and fixed carbon) and ultimate (containing of; carbon, hydrogen, nitrogen and oxygen) in the wood. Gas chromatography analyser is used to determine the syngas chemical composition and Thermocouple K-type (National Instrument) is used to obtain temperature distribution.

From the test results in the data obtained in the temperature distribution in the drying zone of the gasifier at 41°C, pyrolysis zone at 98 °C, oxidation zone at 970 °C and reduction zones at 63 °C. Meanwhile, syngas temperature in the cyclone outlet is 36,8 °C and in the wet scrubber outlet is 35,96°C. Syngas chemical composition generated output gasifier as follows; CO=29,3%, H₂=5,6%, CH₄=1,03%, CO₂=1,33%, and N₂=47,35%, meanwhile on the output side of the cyclone; CO=28,05%, H₂=4,15%, CH₄= 0,44%, CO₂= 1,39%, and N₂= 49,61% and on the output side of the wet scrubber; CO= 25,63%, H₂= 4,49%, CH₄= 0,80%, CO₂=1,72%, and N₂= 51,01%.

Key words: Gasifier, cyclone, wet scrubber, TID, TCD, Gas Chromathography, drying, pyrolysis, oxidation, and reduction.

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 energy 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 biomassa banyak tersebar yang kemudian dapat di konversikan untuk menghasilkan energi listrik secara berkelanjutan dan juga biomassa memiliki kadar emisi CO₂ yang lebih bersih [2].

Biomassa sebagai energy alternatif memiliki keunikan tersendiri di karenakan komoditas yang banyak tersebar di daerah. Pemanfaatan biomassa melalui penggunaan teknologi gasifikasi akan menjadi sumber energy alternatif untuk menghasilkan energy listrik yang diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai suplai energy listrik pedesaan yang belum terjangkau PLN. Pada proses gasifikasi biomassa 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.

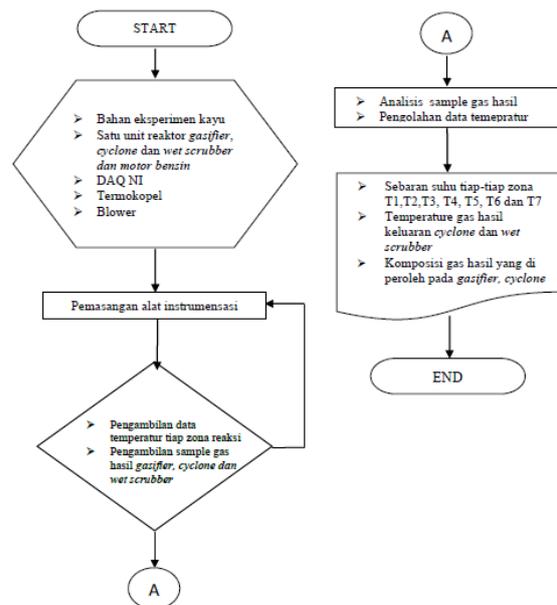
Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang di gunakan untuk dalam penelitian tersebut meliputi:

- Satu unit gasifikasi tipe reactor *downdraft*, filter *Cyclone* dan filter *Wet scrubber*
- Satu unit *blower*
- Bahan umpan kayu pinus
- Tuhuh buah termokopel Tipe-K
- DAQ NI (National Instrument) dan Komputer
- Tempat penyimpanan gas *bag*
- Gas chromatography*, *TCD* dan *FID*
- Motor bensin 10 kVA

Diagram alir pengujian

Diagram alir proses pengujian yang dilakukan, seperti di bawah ini :



Hasil dan Pembahasan

Analisa proximate dan ultimate

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 LABOTAORIUM
REPORT OF LABORATORY ANALYSIS

PARAMETER	RESULT	UNIT	STANDARD METHOD
TOTAL MOISTURE _(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 *volatile* matter tinggi mempunyai keuntungan diantaranya, penyalaaan 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 4271 kcal/kg [6].

1. 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 2.

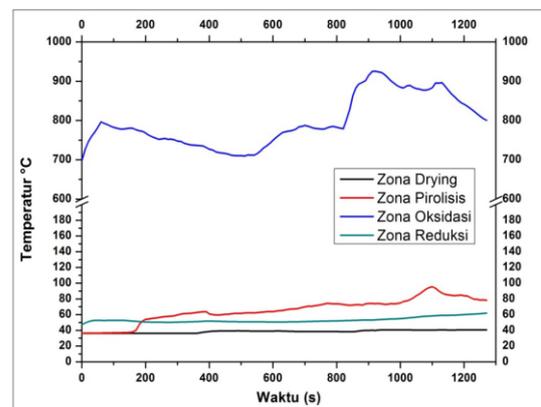
Tabel 2 Komposisi gas hasil *gasifier, cyclone dan wet scrubber*

LAPORAN ANALISIS LABOTAORIUM
REPORT OF LABORATORY ANALYSIS

PARAMETER ANALYSIS	SAMPLE CODE		
	GASIFIER	CYCLONE	WET SCRUBBER
CO, weight%	29.23	28.05	25.63
H ₂ , weight%	5.16	4.15	4.49
CH ₄ , weight%	1.03	0.44	0.80
CO ₂ , weight%	1.33	1.39	1.72
N ₂ , weight%	47.39	49.61	51.01

a. Distribusi temperatur pada gasifier

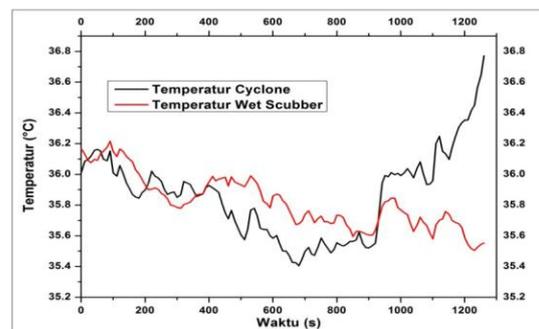
Pengukuran temperatur sepanjang pengujian dilakukan dengan menggunakan peralatan berupa thermokopel tipe-K dan juga dengan menggunakan NI-DAQ (*National Instrument*) yang berfungsi untuk melakukan pembacaan temperatur di dalam *gasifier*, namun sehubungan dengan jumlah kayu yang cukup besar proses gasifikasi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



Gambar 1 Distribusi temperatur pada gasifikasi

b. 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*

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. Namun proses oksidasi menggambarkan harga yang riel yaitu di kisaran 970 °C.

Gas mampu bakar karbon monoksida (CO) yang dihasilkan mengalami penurunan selama proses pemurnian di *cyclone* dan *wet scrubber* dibandingkan dengan keluaran *gasifier* sebesar masing masing; 1,25% dan 3,67%. Demikian juga gas hidrogen (H₂) mengalami hal yang sama seperti karbon monoksida, yaitu sebesar masing masing ; 1,45% dan 1,10%. Berbeda dengan gas methana (CH₄), tetap sama di sisi keluaran *gasifier* dan *cyclone*, namun mengalami penurunan selama proses pemurnian di *wet scrubber* dibandingkan dengan keluaran *gasifier* sebesar 0,23%. Penurunan kandungan gas tersebut disebabkan karena terjadi penurunan temperature selama proses pemurnian dan pembersihan gas.

Kandungan karbon monoksida, hidrogen dan gas metan tersebut menunjukkan angka yang lebih baik jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang menggunakan kayu sengon, mengingat nilai kalor kayu pinus dari pengujian proximate dan ultimate sebesar 4883 kcal/kg dan dapat digunakan untuk bahan bakar mesin gas (gas engine).

1. Daftar Pustaka

- [1] Blueprint Pengelolaan Energi Nasional, Sesuai Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006, Jakarta.
- [2] 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.
- [3] Wardha, Maharashtra,2008, Low Cost Gasifier Engine System. Mahatma Gandhi Institute of Rural Industrialization JBCRI Campus, India.
- [4] IEA, Potential contribution of bioenergy to the world's future energy demand,IEA Bioenergy, EXCO: 2007:02 2007.
- [5] 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.
- [6] Saputro.Danang Dwi, Karakterisasi Briket dari limbah Pengolahan Kayu Sengon dengan Metode Cetak Panas, ISSN, 1979-911X 3 November 2012.
- [7] 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