

UJI VARIASI BEBAN LISTRIK DAN RASIO GAS HASIL GASIFIKASI SEKAM PADI PADA MESIN DIESEL *DUAL FUEL*

M. Affendi, Sugiyatno, Imam Djunaedi, Haifa Wahyu

Kelompok Energi, Pusat Penelitian Fisika - LIPI

Jl. Sangkuriang - Kompleks LIPI, Bandung 40135,

Tlp. 022-2507773, Fax 022-2503050

e-mail: affendi_lipi@yahoo.com, giyatwates@plasa.com,

imam_djunaedi@yahoo.com, haifa.wahyu@gmail.com

Abstrak

Pada tahun-tahun terakhir ini proses gasifikasi mendapat perhatian kembali di seluruh dunia, terutama untuk mengolah biomasa sebagai sumber energi alternatif yang terbarukan. Hal tersebut sejalan dengan kebijakan pemerintah dalam mendorong pemanfaatan energi alternatif, sesuai dengan peraturan presiden No. 5/2006 tentang kebijakan energi nasional, terutama dalam pengembangan skala prioritas energi terbarukan berdasarkan potensi yang tersedia serta kelayakan teknologi, finansial dan sosial juga partisipasi swasta, koperasi, BUMN, BUMD dalam investasi di bidang energi terbarukan. Jenis open core down draft gasifier merupakan jenis yang banyak dipakai dalam pengembangan rancang bangun gasifier dengan umpan sekam padi, gas hasil gasifikasi sebagai BBG digunakan untuk substitusi sebagian besar BBM mesin diesel (diesel dual fuel) pembangkit listrik.

Telah dilakukan penelitian pengujian beban listrik pada mesin diesel dual fuel kapasitas terpasang 125 kVA (100 kW) dengan variasi konsumsi beban listrik dari 2 kW sampai dengan 82 kW, dan rasio gas hasil gasifikasi dengan udara 50%; 70%; dan 80% di pabrik penggilingan padi. Dari hasil pengujian diperoleh penghematan bahan bakar minyak solar untuk mesin diesel sampai 60%. Sehingga hasil uji pada penelitian tersebut dapat dimasyarakatkan penyebaran pembangkit listrik dengan diesel dual fuel di pabrik-pabrik penggilingan gabah serta di daerah sentra padi di Indonesia.

Kata kunci : *gasifikasi sekam padi; mesin diesel dual fuel; uji variasi beban listrik.*

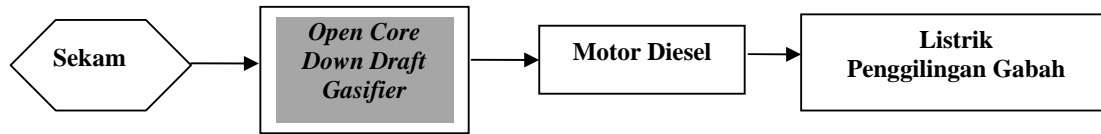
1. Pendahuluan

Laju pertumbuhan konsumsi listrik Indonesia mencapai sekitar 14%/tahun sebelum krisis, termasuk sangat tinggi dibandingkan dengan laju rata-rata pertumbuhan konsumsi listrik Asia 7,4%/tahun dan Dunia 3,6%/tahun. Kecenderungan konsumsi energi listrik yang meningkat itu dan adanya fakta penurunan suplai energy yang berasal dari minyak bumi menuntut pengembangan teknologi baru guna memanfaatkan sumber energy alternative [Akmal, F., 2004]. Salah satu teknologi konversi bahan bakar non konvensional dan terbarukan adalah sistem gasifikasi dengan bahan bakar limbah biomassa dari pertanian, perkebunan dan kehutanan.

Secara umum, gasifikasi melibatkan 4 tahapan proses berupa drying, pirolisis, oksidasi parsial dan reduksi. Drying merupakan proses penguapan kandungan air didalam biomassa melalui pemberian panas pada interval suhu 100~300°C. Drying dilanjutkan dengan dekomposisi termal kandungan volatile matter berupa gas dan menyisakan arang karbon, dimana proses ini biasa disebut pirolisis. Pirolisis merupakan proses eksoterm yang melepas sejumlah panas pada interval suhu 300~900°C. Selanjutnya sisa arang karbon akan mengalami proses oksidasi parsial, dimana proses ini merupakan proses eksoterm yang melepas panas pada interval suhu diatas 900°C. Panas yang dilepas dari oksidasi parsial ini digunakan untuk mengatasi kebutuhan panas dari reaksi reduksi endotermis dan untuk memecah hidrokarbon yang telah terbentuk selama proses pirolisis. Proses reduksi gas CO₂ dan H₂O ini terjadi pada interval suhu 400~900°C. Reduksi gas CO₂ melalui reaksi kesetimbangan *Boudouard equilibrium reaction* dan reduksi gas H₂O melalui reaksi kesetimbangan *water-gas reaction*, dimana reaksi-reaksi tersebut secara dominan dipengaruhi oleh suhu dan tekanan [Sudarmanta, B., 2010].

Pemilihan reactor gasifikasi jenis *down-draft* didasarkan pada rendahnya kandungan *tar* yang dihasilkan dibandingkan jenis *updraft*. Hal ini dikarenakan bahwa kandungan *tar* hasil pirolisis terbawa bersama gas dan kemudian masuk ke dalam proses oksidasi parsial yang mencapai suhu hingga 900°C, dimana pada suhu tersebut kandungan *tar* dimungkinkan dapat terurai menjadi senyawa yang lebih ringan. Gas hasil gasifikasi sistem

konversi sekam padi atas dasar pengalaman yang telah dilakukan. Uraian singkat sebagai berikut; sekam padi yang terbebas dari beras dimanfaatkan sebagai umpan *gasifier* (jenis *open core down draft gasifier*). Gas hasil gasifikasi yang dihasilkan digunakan sebagai bahan bakar motor diesel untuk keperluan penggilingan gabah.



Gambar 1. Alur Konversi Sekam Padi Menjadi Energi Listrik

3. Hasil dan Pembahasan

Pada awalnya dioperasikan PLTD dengan bahan bakar minyak solar saja (*Diesel Single Fuel*), kemudian dilakukan pembebanan listrik secara bertahap pada mesin-mesin *Dryer* dan *Huller*. Kemudian tahap berikutnya dengan pembebanan listrik yang sama, juga dilakukan dengan mengoperasikan PLTD-Gasifikasi Sekam (*Diesel Dual Fuel*) di ruang pabrik penggilingan padi.

Pembebanan listrik (spesifikasi motor-motor listrik) sebagai berikut :

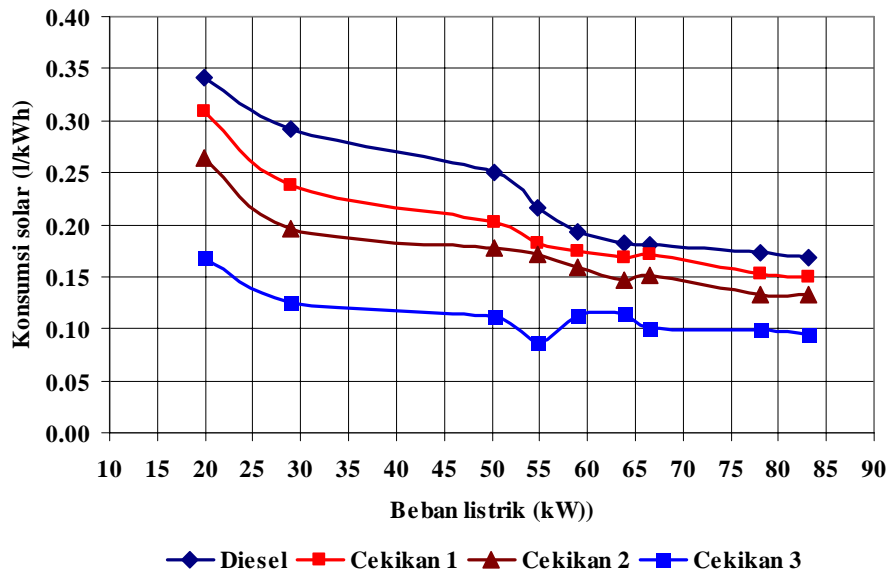
Beban 0	± 1.5 kW	Beban peralatan pada PLTD-Sekam (alat ukur, pompa air, mixer reaktor)
Beban 1	= 14 kW	(blower hisap debu 4 kW + elevator 7.5 kW + ayakan smpah 2.2 kW)
Beban 2	= 27 kW	(2 x beban 1)
Beban 3	= 44 kW	(beban 2 + 2 x (blimbing p.padi 0.75 kW + gombah 7.5 kW)
Beban 4	= 81 kW	(beban 3 + 2 x (blower hawa panas 18.5 kW)
Beban 5	= 103 kW	(beban 4 + pemutih 22 kW)
Beban 6	= 118 kW	(beban 5 + friction/kupas kulit 15 kW)
Beban 7	= 133 kW	(beban 6 + friction/kupas kulit 15 kW)
Beban 8	= 137 kW	(beban 7 + blower 4 kW)
Beban 9	= 152 kW	(beban 8 + pemutih 15 kW)
Beban 10	= 167 kW	(beban 9 + pemutih 15 kW)

Proses gasifikasi (jenis *open core down draft gasifier*) yang diawali dengan penyalaan sekam padi di bagian unggun reaktor. Proses gasifikasi berlangsung bersamaan dengan beroperasinya mesin diesel. Aliran udara untuk gasifikasi terjadi karena adanya hisapan pada sistem venturi gas buang (knalpot) mesin diesel. Bila proses gasifikasi beroperasi dengan baik, maka gas hasil gasifikasi sekam dialirkan ke mesin diesel melalui inlet udaranya yang diatur dengan damper. Pengaturan damper di bagian inlet udara mesin diesel divariasikan beberapa perlakuan (dengan istilah cekikan, yaitu menghambat aliran udara masuk sebagian dan sebagian lainnya dialirkan gas hasil gasifikasi), sebagai berikut:



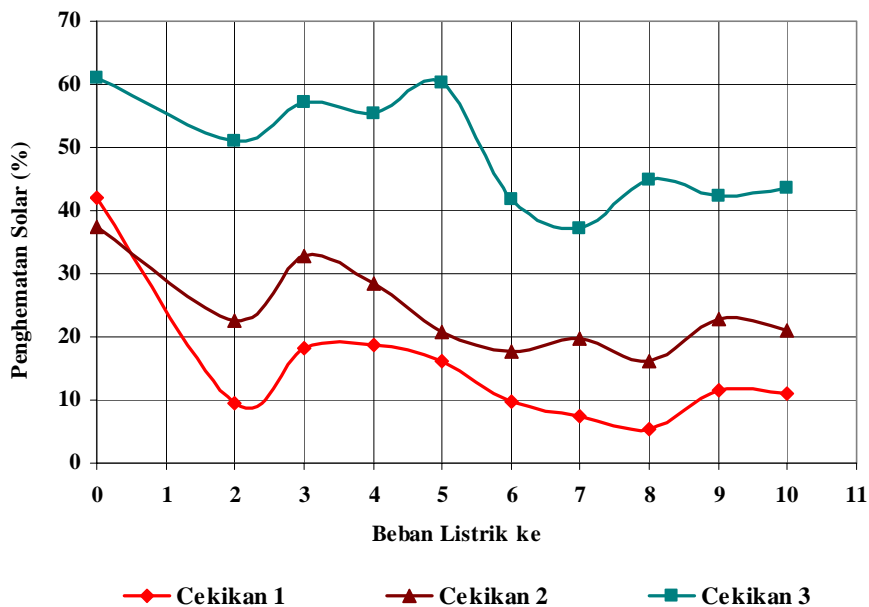
- Cekikan I : Rasio gas hasil gasifikasi dengan udara, ± 50%
- Cekikan II : Rasio gas hasil gasifikasi dengan udara, ± 70%
- Cekikan III : Rasio gas hasil gasifikasi dengan udara, ± 80%

Uji operasional PLTD-Sekam dilakukan pencatatan konsumsi BBM, konsumsi sekam padi, tegangan listrik, arus listrik, kemudian dilakukan pencatatan dan analisis/perhitungan beban listrik untuk menggerakkan mesin-mesin *Dryer* dan *Huller* di pabrik penggilingan gabah, serta dianalisis/diperhitungkan *SFC* (*specific fuel consumption*) dan penghematan BBM mesin diesel, selanjutnya dilakukan analisis dengan gambar grafik (Gambar 2 dan 3) yang menunjukkan pola konsumsi BBM spesifik (*SFC*) terhadap besarnya beban listrik (beban 0 sampai beban 10) pada beberapa perlakuan rasio gas hasil gasifikasi dengan udara (cekikan I, II, dan III).



Gambar 2. Grafik Konsumsi BBM (solar) Spesifik Terhadap Beban Listrik

Pada Gambar 2 menunjukkan pengoperasian PLTD (*Diesel Single Fuel*) konsumsi BBM spesifik (*SFC*) antara 0,34 – 0,17 L/kWh pada beban listrik 20 – 82 kW mesin-mesin *Dryer* dan *Huller*, kondisi ini menunjukkan bahwa mesin diesel dalam keadaan prima yang mempunyai *SFC* rata-rata 0,25 L/kWh. Selanjutnya pengoperasian PLTD-Gasifikasi sekam (*Diesel Dual Fuel*) dengan cekikan I menunjukkan penurunan konsumsi BBM spesifik (*SFC*) sebesar 0,31 – 0,15 L/kWh, dengan cekikan II menunjukkan penurunan konsumsi BBM spesifik (*SFC*) sebesar 0,26 – 0,13 L/kWh, dan dengan cekikan III menunjukkan penurunan konsumsi BBM spesifik (*SFC*) sebesar 0,17 – 0,086 L/kWh, pada kondisi cekikan III ini diperoleh penghematan BBM mesin diesel sebesar 60% (mesin diesel hanya mengkonsumsi BBM solar hanya 40% saja, dan sisanya digantikan oleh BBG dari gasifikasi sekam) .



Gambar 3. Grafik Persentase Penghematan BBM Terhadap Beban Listrik

Dari hasil pengujian PLTD-Sekam dengan pembebanan listrik pada mesin-mesin *Dryer* dan *Huller*, diperoleh penghematan BBM solar mesin diesel sampai 60%, yaitu pada Gambar 2 dan Gambar 3 pada beban ke-5 cekikan III

dengan beban listrik ke 5 sekitar 55 kW dengan SFC = 0,086 liter/kWh.

4. Kesimpulan

Konversi sekam padi melalui proses gasifikasi menghasilkan gas hasil gasifikasi untuk substitusi BBM solar pada mesin Diesel-Genset menghasilkan listrik untuk menggerakkan mesin-mesin *Dryer* dan *Huller* di pabrik penggilingan beras. Diperoleh penghematan BBM solar pada mesin Diesel (*Dual Fuel*) sampai 60 % atau konsumsi spesifik bahan bakar minyak (*SFC*) sampai 0,086 liter/kWh, dibandingkan dengan *SFC* mesin Diesel (*Single Fuel*) sekitar 0,25 liter/kWh.

Uji Variasi beban listrik dari pembangkit listrik diesel dual fuel dari beban 0 kW sampai beban listrik 82 kW dan rasio gas hasil gasifikasi dengan udara 50%, 70%, dan 80% diperoleh hasil :

- Semakin mendekati kapasitas daya Genset akan diperoleh efisiensi yang optimal
- Pada cekikan yang rendah (rasio gas hasil gasifikasi dengan udara 50%) tidak banyak penghematan BBM
- Pada cekikan paling besar (rasio gas hasil gasifikasi dengan udara 80%) penghematan BBM sampai 60%.

Dengan demikian pembangkit listrik tenaga Diesel gasifikasi biomassa dapat melayani kebutuhan energi listrik dengan cepat dan biaya pembangunan atau modifikasi dan operasi yang lebih murah dan ekonomis. Disamping itu pembangkit listrik tenaga Diesel gasifikasi biomassa dapat mengisi kebutuhan listrik pada bagian daerah-daerah yang tidak terjangkau PLN atau pada *Isolated Area*.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Riset Kompetitif LIPI, Pusat Penelitian Fisika – LIPI, dan rekan-rekan Kelompok Energi Pusat Penelitian Fisika – LIPI Bandung atas bantuan dan dukungannya selama penelitian.

Daftar Pustaka

- Affendi, M., Sugiyatno, Imam Djunaedi, Haifa Wahyu, Herri Susanto (2008). “Kajian Awal Potensi Penghematan BBM Dengan Gasifikasi Sekam Pada PLTD 100 kW di Penggilingan Padi Haurgeulis, Indramayu”. *Prosiding Seminar Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo-2008*, 3-4 November 2008.
- Akmal, F., (2004), “Indonesian Power An It’s Experience On Biomass & Coal Fired Power Plant. *The International Workshop On Biomass & Clean Fossil Fuel Power Plant Technology*, Jakarta-Indonesia 2004, V-1 to V-15.
- Aziz A.A., Said MF., Awang M.A., (2006), “Performance of Palm Oil-Based Bio Diesel Fuels in a Single Cylinder Direct Injection Engine”, *Palm Oil Development* 42, hal 15-27.
- Chandra W. Koesoemodiprodo (1984), “Gasifikasi, Salah Satu Teknologi Terpilih Pembangkit Energi dari Biomassa”, *Kursus Teknologi Energi Terbarukan*, Lembaga Fisika Nasional – LIPI, Bandung 14 – 25 Februari 1984.
- Gerpen J.V., (2005), :”The Basics of Diesel Engines and Fuels” in G. Knothe (Ed). *The Bio Diesel Handbook*, AOCS Press, Illinois, Chapter 3.
- Budi Raharjo, I. (2007), Optimalisasi Pemanfaatan Batubara Melalui Proses Gasifikasi (bagian 1 & 2), *Artikel Iptek*.
- Panggabean L.M., Mulyadi (1984), ”Pemanfaatan Sistem Gasifikasi Kayu Sebagai Penggerak Pompa Irigasi (Suatu Pengalaman Khusus)”, *Kursus Teknologi Energi Terbarukan*, Lembaga Fisika Nasional – LIPI, Bandung 14 – 25 Februari 1984.
- Pikiran Rakyat (2003), ”Pembangkit Serupa Akan Dikembangkan di Daerah Lumbung, PLTD Sekam Haurgeulis Diresmikan Hari Ini”. Selasa, 02 September 2003.
- Sudarmanta, B., (2010), “Variasi Rasio Gasifying Agent-Biomassa Terhadap Karakterisasi Gasifikasi Biomassa Tongkol Jagung Pada Reaktor Downdraft, *Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri ke 16*, KPTU Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta 27 Mei 2010, hal TRTP15 - TRTP20
- Susanto, H., (2005), “Penguji PLTD-Gasifikasi Sekam 100 kW di Haurgeulis, Indramayu”. *Laporan singkat Pengoperasian PLTD-G sekam di Haurgeulis selama bulan September 2005*, Dasar-dasar Proses Gasifikasi dan Pengalaman Teknik Kimia ITB dalam pengoperasian PLTD-Gasifikasi Sekam.
- Web PTPN XII (2007), “Bahan Energi Alternatif”, Selamat Datang di Web PTPN XII (Persero), BUMN ONLINE 14 November 2007.



SEMINAR REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2010
ISSN : 1411-4216

www.balipost.co.id/balipostcetak/2003/9/3/e4.htm. Dulu Bahan Baku Pakan Ternak Kini Sekam Jadi Energi Hijau.