

Potensi Sampah *Combustible* pada Zona Aktif 1 TPA Jatibarang Semarang sebagai Bahan Baku RDF (*Refuse Derived Fuel*)

Rizki Tri Andrianingsih¹, Ganjar Samudro¹, M. Arief Budihardjo¹, Baskoro Lokahita², Syafrudin¹, Mochtar Hadiwidodo¹, Irawan Wisnu Wardhana¹

¹Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²School of Environment and Society, Tokyo Institute of Technology, Japan

E-mail: rizkitri3020@gmail.com

Abstrak--Banyaknya produksi sampah di Semarang menyebabkan timbunan sampah di TPA Jatibarang semakin meningkat. Untuk mengurangi timbunan sampah, perlu adanya energi alternatif. Oleh karena itu, produksi refuse derived fuel (RDF) dapat menjadi salah satu solusi positif dalam penyelesaian masalah ini. Pemanfaatan energi dari limbah dikenal sebagai Waste-to-Energy (WTE). Pemanfaatan limbah menjadi energi sangat berhubungan dengan nilai kalor. Pada kajian ini, sampah combustible dari zona aktif 1 TPA Jatibarang akan dihitung nilai kalor tingginya dengan bom kalorimeter. Sampah diambil pada kedalaman 0-1 m, 1-2 m, dan 2-3 m di bawah permukaan timbunan sampah. Nilai kalor yang dihasilkan sampel tersebut sebesar 6,07 kkal/ton pada kedalaman 0-1 m, 5,56 kkal/ton pada kedalaman 1-2 m dan 5,55 kkal/ton pada kedalaman 2-3 m. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kedalaman maka semakin tinggi pula nilai kalornya, sehingga sampah zona aktif 1 TPA Jatibarang memiliki potensi yang tinggi untuk diolah menjadi RDF.

Kata kunci: Sampah combustible, nilai kalor, waste to energy, refuse derived fuel

Abstract--The increase of waste production in Semarang causes more waste dump in Jatibarang Landfill. To reduce waste dump, there needs to be alternative energy. Therefore, the production of RDF can be one positive solution in solving this problem. Utilization of energy from waste is known as Waste-to-Energy (WTE). Concept of waste to energy is very concerned with the calorific value of waste. In this study, the combustible waste from the active zone 1 of Jatibarang Landfill will be calculated its high heating value with a calorimeter bomb. The waste is taken at depths of 0-1 m, 1-2m, and 2-3m below the surface of waste dump. The high heating value produced by the sample is 6.07 kcal/ton at a depth of 0-1 m, 5.56 kcal/ton at a depth of 1-2 m and 5.55 kcal/ton at a depth of 2-3 m. This shows that the higher the depth, the higher the calorific value, so that waste of active zone 1 Jatibarang has a high potential to be processed into RDF.

Keywords: Combustible waste, heating value, waste to energy, refuse derived fuel

1. PENDAHULUAN

Semarang merupakan salah satu kota besar yang memiliki jumlah penduduk yang terus meningkat, jumlah penduduk kota Semarang meningkat menjadi 1,59 juta jiwa pada tahun 2015 dibandingkan pada tahun 2013 sebesar 1,57 juta jiwa [1]. Pertambahan penduduk yang demikian pesat di daerah perkotaan telah mengakibatkan meningkatnya jumlah timbunan sampah [1].

Di Indonesia saat ini pengelolaan sampahnya masih berpaku pada cara pembuangan sampah dengan cara kumpul-angkut-buang [1]. Semakin banyak sampah yang dihasilkan mengakibatkan banyaknya timbunan sampah pada Tempat Pemrosesan Akhir dan tidak memanfaatkan sampah yang dapat dimanfaatkan kembali. TPA Jatibarang merupakan tempat pemrosesan akhir sampah yang dihasilkan oleh penduduk Semarang. Jumlah sampah yang masuk di TPA Jatibarang sebesar 850 ton/hari. Komposisi sampah di TPA ini sebagian besar berasal dari sampah sisa

makanan, daun-daunan, kertas, plastik, dll. Dilihat dari komposisi sampah tersebut, sampah TPA Jatibarang memiliki potensi untuk dimanfaatkan, salah satunya dimanfaatkan sebagai energi.

Pemanfaatan energi dari limbah dikenal sebagai Waste-to-Energy (WTE). Saat ini istilah WtE mengacu pada usaha menciptakan energi terbarukan yang berasal dari limbah, baik dari sampah kota maupun sampah dari industri. Proses Waste-to-Energy (WTE) adalah proses rekoveri energi dari limbah melalui pembakaran langsung (insinerasi, pirolisis, dan gasifikasi), atau dengan produksi bahan bakar dalam bentuk metan, hidrogen, dan bahan bakar sintetik lainnya (*anaerobic digestion, mechanical biological treatment, refuse-derived fuel*) [2].

Refuse Derived Fuel (RDF) merupakan teknologi pengolahan secara fisik (termal). RDF juga didefinisikan sebagai hasil proses pemisahan limbah padat antara fraksi limbah mudah terbakar dan tidak mudah terbakar seperti metal dan kaca [3]. RDF dapat dibakar sebagai bahan alternatif

atau pun dicampurkan dengan bahan bakar lainnya seperti batu bara. Pembuatan RDF memanfaatkan adanya limbah baik domestik maupun industri yang memiliki nilai kalor tinggi dalam jumlah dan kualitas yang sangat banyak [6]. Karakteristik utama yang harus diketahui bila akan mengolah sampah dengan proses termal adalah nilai kalor. Tujuan kajian ini adalah untuk mengetahui nilai kalor pada material sampah *combustible* di setiap kedalaman Zona Aktif 1 TPA Jatibarang dan mengetahui potensi material sampah *combustible* sebagai bahan baku RDF (*Refuse Derifed Fuel*).

2. METODOLOGI

Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium, dimulai dengan penentuan titik sampel, dilanjutkan dengan penentuan komponen sampah yang dijadikan sampel percobaan dengan menggunakan metode random sampling. Selanjutnya dilakukan pengujian nilai kalor terhadap material sampah yang mudah terbakar.

2.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan persiapan alat-alat dan bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Alat dan bahan yang akan digunakan oleh peneliti dipersiapkan terlebih dahulu sesuai dengan kebutuhan. Alat yang digunakan adalah alat untuk sampling dan alat yang berada di laboratorium.

2.2 Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan dimulai dengan pengambilan sampel pada zona aktif 1 yang telah ditentukan melalui random sampling. Ada tiga titik yang diambil sebagai sampel yaitu titik 1, titik 2, dan titik 3 yang ditunjukkan pada gambar 2.1. Titik 1 terdapat pada koordinat -7.023395° dan 110.358071° , titik 2 pada koordinat -7.023592° dan 110.358588° , titik 3 pada koordinat -7.023299° dan 110.359202° . Pengambilan sampel dilakukan dengan dua cara yaitu dengan excavator dan sekop. Pengambilan sampel dengan menggunakan excavator dilakukan pada titik 1 dan titik 2, sedangkan titik 3 diambil menggunakan sekop. Pengambilan sampel dengan menggunakan sekop dilakukan karena titik 3 berada pada lereng lahan urug. Pada titik 1 dan titik 2 dilakukan pengambilan dengan 3 kedalaman yaitu pada kedalaman 0-1 meter, 1-2 meter, dan 2-3 meter, sedangkan pada titik 3 dilakukan pengambilan pada kedalaman 0-1 meter.

Sampah yang diambil dari setiap kedalaman sebanyak kurang lebih 100 kg. Masing - masing sampah diletakkan di atas terpal secara terpisah berdasarkan titik dan kedalamannya. Sampah tersebut dicampur kemudian dibagi menjadi empat (metode kuadran). Pada kuadran III sampah dikeringkan menggunakan oven di

laboratorium pada suhu 105°C , sampah tersebut kemudian dicacah dan diambil uji bom kalorimeter di laboratorium.



Gambar 2.1 Titik Pengambilan Sampel pada Zona Aktif 1 TPA Jatibarang
(Sumber: Aplikasi Google Earth, 2017)

2.3 Nilai Kalor

Di laboratorium, nilai kalor ditentukan dengan percobaan bom kalorimeter, 1 gram sampel dimasukkan ke dalam bom, dan dikontakkan dengan kawat yang menghantarkan arus listrik. Bom ditutup dan diberikan oksigen pada tekanan tinggi. Bom kemudian diletakkan bak air adiabatik. Ketika listrik mulai dialirkan, terjadi pembakaran di dalam bom. Panas yang dihasilkan dari pembakaran akan memanaskan medium air dan kenaikan temperatur yang terjadi akan terukur oleh termometer dan kemudian dikonversikan menjadi besaran nilai kalor yang berupa Nilai Kalor Tinggi (NKT). Pada kenyataannya, sampah yang dibakar berada pada kondisi basah. Oleh karena itu, nilai kalor yang diperoleh dari alat ini perlu dikoreksi terhadap komponen yang akan mengurangi nilai kalor yang sebenarnya, yaitu perhitungan Nilai Kalor Rendah (NKR). Nilai NKR dapat diketahui dengan persamaan (1) [11]:

$$\text{LHV} = \text{HHV} (1-W) - 584,85 W \quad (2.1)$$

Keterangan :

LHV = Nilai Kalor Rendah

HHV = Nilai Kalor Tinggi

W = kadar air (fraksi berat sampah)

584,85 = konstanta panas dari penguapan air pada kkal/kg pada suhu 25 derajat celcius.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengukuran Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan karakteristik utama yang harus diketahui bila akan mengolah sampah dengan proses termal. Nilai kalor menyatakan banyaknya panas yang dihasilkan pada pembakaran sempurna suatu bahan. Terdapat dua jenis nilai kalor, yaitu nilai kalor tinggi (NKT) dan nilai kalor rendah (NKR). Nilai kalor dapat dihitung atau diukur dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan bom kalorimeter.

Pengukuran bom kalorimeter dilakukan di Laboratorium Limbah Padat dan B3 Teknik Lingkungan ITS. Nilai kalor dari pengukuran bom kalorimeter dinyatakan dalam kkal/kg kering atau disebut dengan NKT. Nilai NKT ditunjukkan pada Tabel 3.1.

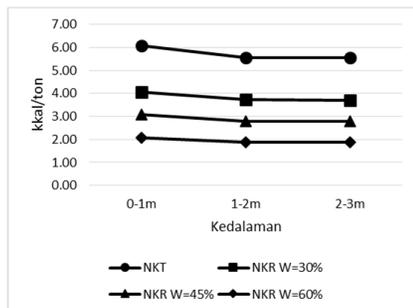
Tabel 3.1 Nilai Kalor Tinggi

Sampel	NKT (kkal/ton)
Kedalaman 0-1 m	6,07
Kedalaman 1-2 m	5,56
Kedalaman 2-3 m	5,55

Setelah diketahui nilai kalor tingginya, maka nilai kalor rendah dapat diketahui dengan persamaan (1). Hasil perhitungan NKR ditunjukkan pada tabel 3.2. Perbandingan NKT dan NKR ditunjukkan pada gambar 3.1

Tabel 3.2 Nilai Kalor Rendah

Sampel	NKR (kkal/ton)		
	W=30%	W=45%	W=60%
Kedalaman 0-1 m	4,07	3,08	2,08
Kedalaman 1-2 m	3,72	2,79	1,87
Kedalaman 2-3 m	3,71	2,79	1,87



Gambar 3.1 Perbandingan Nilai Kalor Tinggi dan Nilai Kalor Rendah

Dari tabel 3.1 dapat diketahui bahwa nilai kalor yang dihasilkan dari zona aktif 1 TPA Jatibarang memiliki nilai yang besar. Nilai kalor yang paling besar berada pada kedalaman 0-1 dibawah permukaan timbunan sampah yaitu sebesar 6,07 kkal/ton. Nilai NKR dipengaruhi oleh kadar air sesuai dengan persamaan (1) bahwa NKR dipengaruhi oleh W yaitu kadar air. Nilai W yang digunakan pada penelitian ini adalah 30%, 45%, dan 60% tergantung dari kadar air dari sampah tersebut. Dari gambar 3.1 dapat dilihat bahwa semakin tinggi kadar air, maka semakin rendah pula nilai kalor yang dihasilkan. NKR biasanya digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pemilihan teknologi pengolahan dan aplikasi WTE [9].

3.2 Analisis Potensi Sampah sebagai bahan baku RDF

RDF diketahui sebagai bahan bakar alternatif yang

diproduksi dari fraksi mudah terbakar sampah perkotaan yang tersusun atas sampah plastik dan material lainnya seperti tekstil, kayu, tanah, dan lain sebagainya [4]. Terdapat beberapa spesifikasi yang harus dimiliki oleh sampah bahan baku RDF, salah satunya adalah nilai kalor. RDF yang baik adalah RDF dengan nilai kalor yang tinggi [7].

Untuk pemanfaatan ini, sampah yang dijadikan bahan baku umumnya dan sebaiknya memiliki kadar air yang rendah sehingga pembakaran menjadi lebih efisien. Apabila kadar air tinggi perlu pre-treatment pengurangan kadar air untuk meningkatkan potensi sebagai bahan baku RDF [10].

Kalor minimal untuk menjadikan suatu bahan menjadi bahan bakar atau sebagai sumber panas, maka bahan tersebut harus memiliki kalor minimal 2.000-2.500 kkal/kg atau sama dengan 2-2.5 kkal/ton, sehingga cuplikan sampah tersebut dapat memenuhi kalor minimal untuk menjadikan suatu bahan menjadi bahan bakar atau sebagai sumber panas [1].

Hasil perhitungan nilai kalor sebesar 5,55 kkal/ton hingga 6,07 kkal/ton menunjukkan bahwa sampah *combustible* zona aktif 1 TPA Jatibarang memenuhi nilai kalor minimal untuk dijadikan menjadi bahan bakar atau sebagai sumber panas.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Nilai kalor yang dihasilkan oleh sampah *combustible* zona aktif 1 TPA Jatibarang dengan menggunakan bom kalorimeter adalah sebesar 5,55 kkal/ton, 5,56 kkal/ton, dan 6,07 kkal/ton.
2. Nilai kalor yang dihasilkan oleh sampah *combustible* zona aktif 1 TPA Jatibarang telah memenuhi kalor minimal suatu bahan untuk dijadikan menjadi bahan bakar atau sebagai sumber panas, sehingga berpotensi dijadikan sebagai bahan baku RDF.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Damanhuri, E., & Padmi, T. (2010). Pengelolaan sampah. *Diktat Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung*, 30.
- [2]. Badan Pusat Statistik. (2016). Statistik Daerah Kota Semarang.
- [3]. Cheng, H., & Hu, Y. (2010). Municipal solid waste (MSW) as a renewable source of energy: Current and future practices in China. *Bioresource Technology*, 101(11), 3816–3824. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.0>
- [4]. Cheremisinoff, N. P. (2003). *Handbook of Solid Waste Management and Waste Minimization Technologies*. Butterworth-

- Heinemann, 2003. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780750675079>.
- [5]. Chiemchaisri, C., Charnnok, B., & Visvanathan, C. (2010). Recovery of plastic wastes from dumpsite as refuse-derived fuel and its utilization in small gasification system. *Bioresource Technology*, 101(5), 1522–1527. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.08.061>
- [6]. Dong, T. T. T., & Lee, B. K. (2009). Analysis of potential RDF resources from solid waste and their energy values in the largest industrial city of Korea. *Waste Management*, 29(5), 1725–1731. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.11.022>
- [7]. Kara, M., Günay, E., Tabak, Y., & Yildiz, Ş. (2009). Perspectives for pilot scale study of RDF in Istanbul, Turkey. *Waste Management*, 29(12), 2976–2982. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.07.014>
- [8]. Lokahita, Baskoro dan Damanhuri, E. (2013). Potensi Sampah Combustible pada Titik Transfer di Kota Bandung untuk Bahan Baku Refused Derived Fuel (RDF), 1–11.
- [9]. Novita, D. M., Studi, P., & Lingkungan, T. (2010). Dalam Konsep Waste To Energy Heating Value Based on Composition and Characteristics of Municipal Solid Waste in, 16(2), 103–114.
- [10]. Sari, A. J. (2012). Potensi Sampah TPA Cipayung Sebagai Bahan Baku RDF.
- [11]. Sokhansanj, S. (2011). The Effect of Moisture on Heating Values. *Biomass Energy Data Book*. Retrieved from <http://cta.ornl.gov/bedb>.