

Mekanisme dan Penerapan Refuse Derived Fuel (RDF) di Industri Pembangkit Listrik sebagai Alternatif Pengelolaan Sampah

Dinda Tri Ariyani¹, Sudarti², dan Yushardi³

^{1,2,3}Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

e-mail: dindatriariyani@gmail.com

ABSTRAK

Refuse Derived Fuel adalah bahan bakar dengan nilai kalori tinggi yang berasal dari sampah yang telah dipilah dan diproses. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji mekanisme dan penerapan RDF dalam industri pembangkit listrik sebagai alternatif dari pengelolaan sampah. Penelitian ini menggunakan tinjauan literatur sebagai pendekatannya, sehingga hasilnya berupa deskripsi kualitatif. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu mekanisme pengelolaan sampah menjadi RDF melalui beberapa tahap antara lain tahap pengumpulan sampah, pemilahan sampah, pengeringan, penghancuran, dan pembentukan. Teknologi RDF ini telah diterapkan pada beberapa industri pembangkit listrik di antaranya PLTU Suralaya, PLTU Tarahan, PT Pembangkit Jawa Bali, PLTU Saguling, dan PLTU Cilacap. Kualitas RDF (Refuse Derived Fuel) merupakan ukuran nilai kalor, kadar air, kadar abu, kandungan komponen volatil, dan kandungan karbon terikat pada bahan bakar dari sampah. Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas RDF, antara lain kandungan limbah, durasi pengeringan, dan penambahan bahan kimia. Kualitas RDF yang baik adalah yang memiliki nilai kalor yang tinggi, kandungan air yang rendah sekitar 4,68%, kandungan abu yang rendah sekitar 11,64%, kandungan zat mudah menguap yang tinggi, dan kandungan karbon terikat yang tinggi sekitar 75,87%.

Kata Kunci: *Refuse Derived Fuel (RDF), Pembangkit Listrik, Sampah*

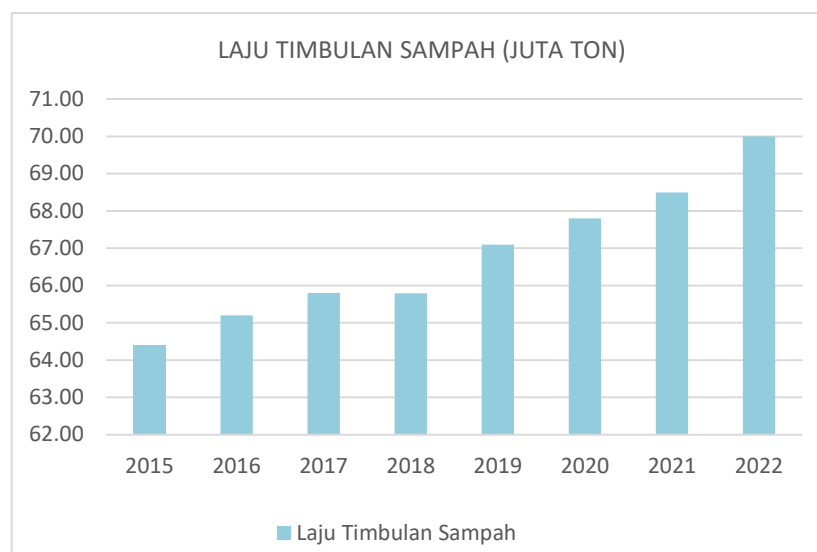
ABSTRACT

Refuse Derived Fuel is fuel with a high calorific value that comes from waste that has been sorted and processed. The aim of this research is to examine the mechanism and application of RDF in the power generation industry as an alternative to waste management. This research uses a literature review as its approach, so the results are in the form of a qualitative description. The research results obtained are the mechanism for managing waste into RDF through several stages, including waste collection, waste sorting, drying, crushing and forming. This RDF technology has been applied to several power generation industries including PLTU Suralaya, PLTU Tarahan, PT Pembangkit Jawa Bali, PLTU Saguling, and PLTU Cilacap. RDF (Refuse Derived Fuel) quality is a measure of the calorific value, water content, ash content, volatile component content and bound carbon content in fuel from waste. Several factors influence the quality of RDF, including waste content, drying duration, and the addition of chemicals. Good quality RDF is one that has a high calorific value, low water content of around 4.68%, low ash content of around 11.64%, high volatile matter content, and high bound carbon content of around 75.87%.

Keywords: *Refuse Derived Fuel (RDF), Power Plant, Garbage*

PENDAHULUAN

Sampah masih menjadi salah satu masalah penting dan harus segera diatasi di Indonesia. Sampah diartikan sebagai barang yang tidak diinginkan atau sering dianggap tidak berguna. Sampah didefinisikan sebagai segala sesuatu yang tersisa setelah industrialisasi atau aktivitas manusia berakhir (Pramadita *et al.*, 2021). Sampah dapat berbentuk padat, cair, atau gas. Sampah ada dua jenis, yaitu sampah anorganik (*biodegradable waste*) dan sampah organik (*non-biodegradable waste*). Meskipun sampah organik dapat diolah dengan bantuan organisme hidup, namun hal tersebut berbeda dengan sampah anorganik contohnya logam dan plastik yang tidak dapat diolah dengan bantuan makhluk hidup lain (Fairus *et al.*, 2011). Sampah dapat berasal dari berbagai sumber, seperti dari proses rumah tangga, perdagangan, industri, dan pertanian.



Grafik 1. Laju Timbulan Sampah di Indonesia

Jumlah penduduk yang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya menyebabkan proses produksi sampah juga terus meningkat. Hanya 60% sampah perkotaan yang baru dikelola, dan sebanyak 20% dibuang ke sungai, sehingga sampah berkontribusi terhadap 60% - 70% pencemaran sungai. Masyarakat Indonesia merupakan produsen terbesar yang menyebabkan peningkatan sampah setiap tahunnya. Namun dilain sisi masyarakat Indonesia juga yang merasakan dampak terbesar dari pengelolaan sampah yang kurang tepat (Suhada dan Mahdy, 2017). Salah satu contoh kota besar penyumbang sebagian besar sampah namun memiliki permasalahan dalam pengelolaan sampah adalah kota Semarang. Kota Semarang membuang sampah hingga 800 ton per hari setiap tahunnya dan akan terus meningkat (Hariningrum dan Utomo, 2020). Permasalahan sampah harus segera ditangani. Sampah yang tidak dikelola dapat menyebabkan berbagai dampak negatif terhadap lingkungan, kesehatan, bahkan ketidak nyamanan manusia.

Istilah "pengelolaan sampah" mengacu pada proses untuk mengurangi jumlah, berat, dan produksi sampah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia dan proses alam. Penguraian

dan penanganan sampah merupakan bagian dari mengolah sampah menjadi bagian yang lebih bermanfaat, yaitu aktivitas yang terstruktur, menyeluruh, dan berkelanjutan (Khikma *et al.*, 2022). Pengelolaan sampah mencakup tahap pemisahan komponen sampah dan padatan untuk kemudian dilakukan penyimpanan dan pengangkutan (Amelia *et al.*, 2022). Menurut peraturan dan perundangan yang berlaku, praktik pengelolaan sampah yang digunakan selama ini belum memenuhi metodologi dan prosedur pengelolaan sampah yang ramah lingkungan. Sampah dikelola dengan cara yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dapat membantu menjaga kelestarian fungsi lingkungan, melindungi kesehatan masyarakat, dan menjadikan sampah sebagai sumber daya (Kurniawan dan Santoso, 2020). Pemerintah dan masyarakat Indonesia harus menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan sampah. Indonesia menghasilkan banyak sampah setiap hari karena jumlah penduduk yang besar yang sejalan dengan laju urbanisasi yang pesat.

Sejumlah tindakan dilakukan selama proses pengolahan sampah untuk menangani sampah secara aman dan berkelanjutan. Konsep reuse, reduce, dan recycle juga dapat digunakan untuk mengelola sampah setelah terlebih dahulu dilakukan pemilahan berdasarkan jenis sampah organik dan anorganik (Irwansyah *et al.*, 2022). Selain itu, sampah juga memiliki potensi yang sangat besar untuk digunakan sebagai energi alternatif terbarukan untuk mendukung program pemerintah yang bertujuan untuk menggantikan bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak bumi dengan sumber energi yang lebih ramah lingkungan (Nugraha *et al.*, 2022). Hasil pengolahan sampah harus aman bagi lingkungan sekitar, artinya harus memiliki tingkat polusi dan kontaminasi yang rendah (Cahyaningtyas *et al.*, 2019). Tujuan utama dari pengolahan sampah ini adalah mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Teknologi Refuse Derived Fuel (RDF) merupakan suatu proses pengelolaan sampah yang dilakukan pemerintah. Produk akhir dari pengolahan sampah ini adalah bahan bakar turunan sampah (RDF). Refused Derived Fuel (RDF) merupakan cara lain untuk mewujudkan ide Waste to Energy (WTE) dengan melakukan pengolahan sampah menjadi sumber bahan bakar alternatif (Aninuddin dan Rosariawari, 2021). RDF juga digambarkan sebagai produk akhir dari proses pemisahan sampah padat antara jenis sampah yang mudah terbakar dan sampah yang tidak mudah terbakar seperti logam dan kaca (Andrianingsih *et al.*, 2018). Sampah organik mudah terbakar merupakan jenis sampah yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai RDF (Atmika dan Suryawan, 2022). Pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), RDF dapat digunakan sebagai pengganti batu bara. RDF memiliki kemampuan pengolahan sampah harian sebesar 120 ton. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kebun Kongok yang terletak di Lombok, Nusa Tenggara Barat (NTB), sudah memasang teknologi tersebut.

RDF dapat dimanfaatkan dalam industri semen dan pembangkit listrik karena ringan, mudah disimpan, mengeluarkan sedikit polutan, dan memiliki nilai kalor yang tinggi. RDF digunakan sebagai alternatif batu bara di pembangkit listrik. Contoh industri pembangkit listrik yang memanfaatkan RDF adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA). Secara prinsip, sampah dapat diubah menjadi energi listrik baik secara langsung maupun tidak langsung yaitu melalui proses konversi (Qodriyatun, 2021). Namun, penggunaan RDF untuk menghasilkan listrik masih kurang efisien dibandingkan dengan batu bara. Hal ini disebabkan oleh tingginya penguapan

kandungan air RDF, yang hanya menyerap sedikit panas yang dihasilkan selama pembakaran (Budiarmo, 2019: 87).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji mekanisme dan penerapan RDF pada industri pembangkit listrik. Penelitian ini menjelaskan proses pembuatan RDF dari sampah, termasuk tahap pengumpulan, pemilahan, pengeringan, penghancuran, dan pembentukan. Selain itu, dalam penelitian ini juga menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas RDF, seperti komposisi tanah, kadar air, partikel, dan nilai kalor. Penelitian ini menjelaskan penerapan RDF pada industri pembangkit listrik yang ada di Indonesia.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah tinjauan pustaka dengan analisis data menggunakan deskripsi kualitatif, khususnya pengumpulan data menggunakan metodologi analisis data subyektif. Topik penelitian ini adalah pengelolaan sampah melalui penggunaan teknologi Refuse Derived Fuel (RDF). Data yang diperoleh akan dikaji dengan menggunakan analisis deskriptif kualitatif, yang akan membantu pembaca dalam memahami data. Tujuan dari artikel ini adalah untuk memberikan gambaran umum mengenai mekanisme dan penerapan RDF dalam industri pembangkitan listrik.

Metode penelitian dengan cara studi literatur adalah sebuah pendekatan penelitian yang mengandalkan analisis dan sintesis sumber-sumber tertulis yang sudah ada, seperti buku, jurnal, artikel, laporan, dan dokumen-dokumen lainnya. Tahapan metode penelitian dengan cara studi literatur melibatkan langkah-langkah berikut:



Gambar 1. *Flowchart Penelitian*

Tahap ini diawali dengan menentukan tema dan tujuan penelitian, seperti menjelaskan konsep-konsep, mengidentifikasi tren, atau mengkaji perdebatan yang ada dalam literatur. Tahap selanjutnya yaitu pencarian literatur. Literatur yang digunakan harus relevan dengan topik penelitian dengan jumlah minimum literatur yang digunakan sebanyak 10 rujukan. Pencarian literatur dapat melalui basis data, perpustakaan digital, situs web akademis, dan sumber-sumber terpercaya lainnya. Seleksi sumber dilakukan dengan memilih sumber-sumber yang paling relevan dan berkualitas tinggi untuk dimasukkan dalam penelitian ini serta memastikan sumber-sumber tersebut dapat mendukung penelitian. Tahap selanjutnya adalah mencatat dan menganalisis setiap sumber dengan cermat. Pada tahap ini dilakukan pencatatan informasi-informasi penting, konsep-konsep, temuan, dan argumen yang muncul serta mengidentifikasi pola-pola, perbedaan, dan kesamaan dalam literatur yang akan diteliti.

Membuat sintesis dilakukan dari mengambil informasi dari literatur yang sudah diperoleh. Pada tahap ini, informasi-informasi yang sudah didapat dapat dirangkai menjadi narasi atau kerangka konseptual yang menjelaskan topik penelitian anda. Tahap selanjutnya yaitu penulisan laporan penelitian, termasuk bagian pendahuluan, metodologi penelitian, analisis literatur, temuan, dan kesimpulan. Evaluasi ulang laporan penelitian dan memastikan bahwa analisis literatur telah mendukung penelitian. Revisi laporan jika diperlukan untuk meningkatkan kualitas dan kesesuaian dengan tujuan penelitian. Daftar pustaka dibuat dengan mencantumkan semua sumber yang digunakan dalam penelitian. Metode penelitian dengan cara studi literatur dapat digunakan dalam berbagai disiplin ilmu, dan sangat berguna untuk mengidentifikasi kontribusi penelitian sebelumnya, merumuskan pertanyaan penelitian, dan memahami kerangka konseptual yang relevan dengan topik yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Refuse Derived Fuel (RDF) adalah teknologi pengelolaan sampah yang mengubah sampah menjadi bahan bakar alternatif yang dapat digunakan sebagai sumber energi yang berkelanjutan. Mendaur ulang sampah menjadi Refuse Derived Fuel (RDF) membutuhkan beberapa langkah, termasuk memilah, mengklasifikasikan, dan memproses sampah untuk menciptakan bahan bakar padat yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi energi. Proses mengubah sampah menjadi teknologi RDF sebagai upaya pengelolaan sampah alternatif melibatkan pengumpulan sampah pada langkah pertama. Sampah padat akan dikumpulkan dari berbagai sumber, termasuk dari perumahan, komersial, dan industri. Sampah ini mencakup sampah seperti kertas, kayu, tekstil, plastik, karton, dan material lainnya.

Pada tahap kedua yaitu tahap pemilahan awal sampah. Sampah didekonstruksi dan diperiksa secara kasar di fasilitas pengolahan RDF. Sampah akan dipisahkan menjadi kategori mudah terbakar dan tidak mudah terbakar. Sampah mudah terbakar adalah sampah yang mengandung bahan organik seperti plastik, kertas, dan kain. Sedangkan sampah yang tidak mudah terbakar antara lain logam, kaca, keramik, besi, dan bahan lainnya. Selain itu, bahan berbahaya (misalnya baterai, cat beracun) dan bahan organik yang dapat terurai (misalnya makanan) biasanya dihilangkan dari aliran limbah.

Setelah melalui tahap pemilahan awal, sampah akan masuk pada tahap ketiga yaitu pemisahan magnetik. Pada tahap ini, konveyor akan mengangkut sampah seperti besi dan aluminium melalui magnet besar. Pada saat melewati magnet, sampah jenis logam akan

diambil dari aliran sampah dan dipisahkan. Konveyor adalah perangkat mekanis yang secara efisien mengangkut atau memindahkan komoditas atau barang dari satu tempat ke tempat lain. Selanjutnya sampah akan melalui tahap pemisahan ukuran sampah atau biasa disebut dengan crushing. Sampah yang telah dipisahkan secara magnetis kemudian bergerak melalui konveyor dengan celah yang memungkinkan benda-benda kecil dapat mengalir melaluinya. Material yang lebih besar akan tertinggal dan akan melalui proses penghancuran lebih lanjut.

Sampah yang telah dipisahkan akan melalui tahap pemrosesan mekanis, yaitu tahap penghancuran lebih lanjut dengan menggunakan mesin penghancur atau crusher. Pada tahap ini sampah yang dihasilkan berupa potongan-potongan yang lebih kecil dengan ukuran berkisar antara 10 hingga 50 mm. Tahap pengeringan merupakan tahap keenam. Prosedur biodrying akan digunakan untuk mengeringkan sampah yang telah dihancurkan. Biodrying adalah teknik pengeringan biologis yang menggunakan panas yang dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme dalam sampah organik. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengurangi kadar air sampah menjadi kurang dari 25% sekaligus meningkatkan nilai kalor sampah.

Sampah kemudian akan melewati tahap pembentukan dan pemadatan. Mesin peletizer akan digunakan untuk membentuk sampah yang sudah dikeringkan menjadi pelet atau briket. Pelet merupakan salah satu jenis limbah padat yang ukuran dan bentuknya homogen. Pelet memiliki kelebihan seperti ringan, mudah disimpan, dan mudah diangkut. Sebelum digunakan, RDF yang telah diproses disimpan sebentar. Hal ini memungkinkan pemanfaatan permintaan energi secara paling efisien. Setelah melalui penyimpanan sementara, RDF siap digunakan sebagai energi.



Gambar 2. Proses pengolahan sampah menjadi RDF

RDF merupakan bahan bakar yang dimanfaatkan dalam aktivitas pembakaran seperti pembangkit listrik dan pemanas industri. Proses pembakaran pada RDF akan menghasilkan panas, yang selanjutnya dimanfaatkan untuk menghasilkan uap atau panas, yang kemudian digunakan untuk menggerakkan turbin uap atau proses pembangkit listrik lainnya. Pelet RDF dapat digunakan sebagai pengganti batu bara, sehingga dapat membantu menurunkan emisi

gas rumah kaca dan meningkatkan efisiensi energi. Manfaat dari proses ini termasuk mengurangi jumlah sampah yang berakhir di TPA, mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, dan menyediakan energi yang dapat digunakan untuk berbagai alasan. Namun, seperti yang disebutkan sebelumnya, standar lingkungan yang ketat harus dipatuhi untuk menghindari konsekuensi yang merugikan. Berikut adalah mekanisme umum untuk menggunakan RDF sebagai pengganti batu bara dalam pembangkit listrik:

1. Persiapan dan pemrosesan RDF

Sebelum digunakan dalam pembangkit listrik, RDF harus diproses dan dipersiapkan dengan baik. Pemrosesan ini mencakup pemilahan, pemisahan, dan pengolahan sampah menjadi RDF dengan sifat dan kualitas yang sesuai dengan pembakaran. Proses ini meliputi pemilahan berdasarkan jenis sampah, pemisahan magnetik logam, penghancuran, dan pembentukan RDF dalam bentuk yang cocok untuk pembakaran, seperti briket atau pellet.

2. Penyimpanan

RDF akan melalui proses penyimpanan sementara sebelum digunakan pada pembangkit listrik. Penyimpanan yang tepat diperlukan untuk menjaga pasokan yang konsisten dan stabil sesuai dengan kebutuhan.

3. Pengumpanan

RDF yang disimpan dapat dimasukkan ke dalam sistem pembakaran pembangkit listrik. Hal ini memerlukan mekanisme pengumpanan yang tepat, seperti conveyor atau sistem berbasis gravitasi, untuk membawa RDF ke tempat pembakaran.

4. Pembakaran

RDF dibakar di tungku atau boiler pembangkit listrik dengan suhu di atas 850°C. Ketika RDF dibakar, oksigen akan ditambahkan sehingga dapat menghasilkan uap atau panas. Uap tersebut akan digunakan untuk menggerakkan turbin uap atau mesin pembangkit listrik. Sistem pembakaran harus dimodifikasi untuk menyesuaikan dengan karakteristik RDF yang mungkin berbeda dengan batu bara.

5. Pengendalian emisi

Pengendalian emisi adalah suatu sistem yang dirancang untuk mengurangi emisi gas buang dan partikulat dari pembakaran RDF. Sistem pengendalian emisi yang efisien dapat membantu mengurangi emisi gas buang dan partikulat dari pembakaran RDF. Pengendalian emisi ini dapat mencakup penggunaan peralatan seperti scrubber untuk mengurangi emisi sulfur dioksida (SO₂), precipitator elektrostatik untuk mengendalikan partikulat, dan sistem pemurnian lainnya.

6. Pemantauan atau pemeliharaan

Untuk menjamin pengoperasian yang efektif dan aman, penting untuk memantau kualitas dan kinerja pembakaran RDF secara berkala dan melakukan pemeliharaan yang sesuai.

7. Penyimpanan abu

Setelah pembakaran, abu RDF harus dikelola dan dibuang sesuai dengan persyaratan lingkungan yang berlaku.

RDF dipandang sebagai tonggak sejarah baru dalam pengelolaan sampah karena dapat mengubah sampah menjadi bahan bakar. Indonesia memiliki lebih dari 50 PLTU sehingga

teknologi RDF ini memiliki peluang yang sangat besar. Menurut penelitian, produk sampah yang telah diproses ini akan menggantikan setidaknya 3% dari kebutuhan batu bara. Hasilnya ini cukup bermanfaat dan harganya yang lebih murah dibandingkan batu bara memberikan nilai plus pada olahan ini. Biaya pembuatan sampah olahan menggunakan teknologi RDF adalah Rp 300 ribu/ton per hari, yaitu sekitar \$20 USD. Sementara itu, satu ton batu bara berharga antara \$40 dan \$50 USD. Padahal nilai kalori per tonnya bisa mencapai 3.000 kalori. Dengan cara ini, biaya produksi untuk mengubah sampah menjadi RDF lebih rendah dibandingkan jika menggunakan batu bara.

Kualitas RDF (Refuse Derived Fuel) merupakan ukuran nilai kalor, kadar air, kadar abu, kandungan komponen volatil, dan kandungan karbon terikat pada bahan bakar dari sampah. Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas RDF, antara lain kandungan limbah, durasi pengeringan, dan penambahan bahan kimia. Kualitas RDF yang baik adalah yang memiliki nilai kalor yang tinggi, kandungan air yang rendah sekitar 4,68%, kandungan abu yang rendah sekitar 11,64%, kandungan zat mudah menguap yang tinggi, dan kandungan karbon terikat yang tinggi sekitar 75,87%. Metode Metode Quality Function Deployment (QFD) atau simulasi perangkat lunak bisa digunakan untuk menilai kualitas RDF. Kualitas RDF sangat penting dalam menentukan kinerja pembakaran dan efisiensi energi bahan bakar alternatif ramah lingkungan.

Tabel 1. Nilai kalor rata-rata dari berbagai sampah

Jenis Sampah	Kalor Spesifik	Nilai Kalor
Sampah makanan	4.170	2.864,79
Aneka kertas	17.530	1.104,39
Plastik	17.910	2.077,56
Kayu	19.940	498,9
Kain/tekstil	17,720	584,76
Karet	26.230	550,83
Kaca	-	-
Logam	-	-

Berdasarkan data di atas, dapat disimpulkan bahwa sampah makanan dari rumah tangga memiliki nilai kalori terbesar. Sampah harus mempunyai nilai panas yang besar atau kalor yang tinggi agar dapat diubah menjadi energi listrik. Panas tinggi ini disebabkan oleh sisa makanan, plastik, dan kertas. Sedangkan kandungan energi yang tinggi dimiliki oleh sampah jenis plastik. Dengan begitu jenis sampah yang sesuai untuk dijadikan bahan pembuatan RDF adalah jenis sampah organik.

Tabel 2. Kandungan energi pada berbagai jenis sampah

Jenis Sampah	Kandungan Energi
Kertas/karton	8.082

Kayu	8.256
Ranting	7.533
Daun-daunan	5.170
Rumput hijau	4.030
Sisa-sisa sayur dan buah	1.920
Kain, tekstil	6.795
Karet	13.104
Kulit	10.550
Kertas berlapis lilin	12.661
Plastik (Cellophane)	12.661
Plastik (Polyethylene)	20.932
Plastik (polyvinil)	18.464
Sisa-sisa minyak	18.991
Semen basah	12.133

RDF dapat diubah menjadi energi melalui proses pembakaran untuk menghasilkan energi. RDF dapat dimanfaatkan dalam proses pembakaran sebagai sumber energi terbarukan pengganti batu bara. RDF dibakar dengan cara menggabungkan dan menghancurkan sampah sebelum dibakar pada suhu di atas 850 °C. Limbah tersebut kemudian dikirim ke ruang bakar, di mana oksigen dimasukkan dan panas digunakan untuk menghasilkan uap. Uap panas ini akan dialirkan ke turbin yang berputar dan menggerakkan generator listrik. Teknologi ini dapat mengurangi volume sampah hingga 90% dan dapat menghasilkan listrik dengan efisiensi 20-25%. Di Indonesia pengelolaan sampah menjadi RDF sebenarnya bukan hal baru. Hanya saja beberapa perusahaan yang menerapkan proses ini masih memiliki andil yang sangat kecil bahkan kurang tersa dampaknya, karena kapasitas produksinya masih terbatas.

Beberapa perusahaan PLTU yang telah menerapkan teknologi RDF antara lain:

1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Suralaya

Menurut studi, PLTU Suralaya adalah kumpulan pembangkit listrik tenaga uap yang terletak di Kecamatan Pulo Merak, Kota Cilegon, Banten, Indonesia. Teknologi RDF (Refuse Derived Fuel) digunakan di PLTU Suralaya untuk mengubah sampah menjadi briket yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti batu bara. Sistem penanganan gas buang di PLTU Suralaya sudah canggih, dengan adanya

Electrostatic Precipitator, Flue Gas Desulphurization System, dan Selective Catalytic Converter.

2. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Tarahan
PLTU ini juga mesubstitusi RDF sebagai pengganti batu bara. RDF terbuat dari sampah yang telah diolah menggunakan teknologi RDF. Penggunaan RDF sebagai bahan bakar dapat mengurangi emisi gas rumah kaca sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Setidaknya akan memberikan substitusi sebesar 3% dari konsumsi batu bara.
3. PT Pembangkitan Jawa-Bali (PJB)
PT Pembangkitan Jawa-Bali (PJB) di Surabaya, Jawa Timur, telah mengembangkan PLTU bertenaga RDF sejak tahun 2018. PLTU ini berkapasitas 2x10 MW dan dapat mengolah 1.000 ton sampah per hari. Sampah-sampah tersebut berasal dari Tempat Pengolahan Sampah (TPS) Benowo milik Pemerintah Kota Surabaya.
4. PLTU Saguling
Sejak tahun 2019, PT Indonesia Power telah menjalankan operasi pembakaran biomassa/RDF di PLTU Saguling di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. Tujuan dari upaya ini adalah untuk meningkatkan proporsi energi terbarukan dalam bauran energi nasional. PT Gikoko Kogyo Indonesia menggunakan metode BOSS (Biomass Operation Method Saguling) untuk mengubah sampah organik menjadi biomassa/RDF.
5. PLTU Cilacap
Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) RDF di Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah, mampu mengubah sampah menjadi biomassa. Temuan tersebut kemudian dimanfaatkan sebagai bahan bakar pengganti batu bara di pabrik semen oleh PT Solusi Bangun Indonesia (SBI). TPST RDF juga akan memberi pasokan biomassa ke PLTU Cilacap yang dikendalikan oleh PT Sumber Segara Primadaya (S2P).

Penggunaan RDF dalam industri produksi listrik adalah contoh bagus pengelolaan limbah berkelanjutan karena dapat mengurangi limbah sekaligus menghasilkan listrik. Namun penting untuk diingat bahwa pengolahan limbah dan penggunaan RDF harus mematuhi peraturan lingkungan dan keselamatan yang ketat.

PENUTUP

Dengan adanya penelitian ini dapat diketahui mengenai mekanisme dan peranan RDF di industri pembangkit listrik. Proses pembuatan RDF dari sampah terdiri dari beberapa tahap antara lain, pengumpulan sampah, pemilahan awal, pemisahan magnetik, pemisahan ukuran, pemrosesan mekanis (penghancuran), pengeringan, da pembentukan dan pemadatan. Sedangkan mekanisme umum penggunaan RDF sebagai pengganti batu bara adalah persiapan dan pemrosesan, penyimpanan sementara, pengumpanan, pembakaran, pengendalian emisi, pemantauan dan pemeliharaan, dan penyimpanan abu. RDF telah banyak diterapkan untuk membantu mengurangi volume sampah di Indonesia. Contoh penerapan RDF yaitu pada industri semen dan pembangkit listrik. Beberapa PLTU yang memanfaatkan RDF sebagai

pengganti batu bara antara lain, PLTU Suralaya, PLTU Tarahan, PT. Pembangkit Jawa Bali, PLTU Saguling, dan PLTU Cilacaap.

Meskipun RDF sudah banyak diterapkan di Indonesia, namun hal ini masih memiliki kendala dalam penerapannya antara lain kurangnya kerja sama antara pemerintah, swasta, dan masyarakat dalam pengelolaan sampah menjadi RDF. Oleh karena itu, pemerintah perlu memberikan fasilitas, regulasi, dan insentif yang mendukung pengembangan RDF. Swasta perlu berperan sebagai produsen dan pengguna RDF. Sedangkan masyarakat dapat berpartisipasi sebagai penyedia atau konsumen RDF.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada DR. Sudarti M. Kes, dan Dr. Yushardi, M. Si. Selaku dosen pengampu mata kuliah Fisika Lingkungan sekaligus sebagai pembimbing dalam artikel ini. Ucapan terimakasih pula kepada penerbit Jurnal Optika.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, W. R., A. Prayudi, Khairunnisak, I. Pratama, dan F. C. Febrizaldy. 2022. Edukasi warga Desa Sembahe Baru dalam rangka peningkatan penghasilan melalui ekonomi kreatif pengolahan sampah plastik. *Jurnal Pelita Masyarakat*. 4 (1): 92-100.
- Andrianingsih, R. T., G. Samudro, M. A. Budiharjo, B. Lokahita, Syafrudin, M. Hadiwidodo, I. W. Wardhana. 2018. Potensi sampah combustible pada zona aktif 1TPA Jatibarang Semarang sebagai bahan baku RDF (Refuse Derived Fuel). *Jurnal Teknik Mesin*. 7 (1): 15-18.
- Aninuddin, M. Q. A. A. Dan F. Rosariawari. 2021. Potensi pemanfaatan sampah TPS di Kabupaten Gresik sebagai bahan bakar Refused Derivered Fuel (studi kasus TPS Peganden). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2 (1): 67- 74.
- Atmika, I. G. N. A. Dan G. P. Suryawan. 2022. Pengelolaan limbah Banten sebagai sumber energi terbarukan dengan teknologi RDF berkualitas tinggi. *Jurnal Bakti Saraswati*. 11 (2): 97-106.
- Budiarso, A. 2019. *Kebijakan Pembiayaan Perubahan Iklim (Suatu Pengantar)*. Bogor: IPB Press.
- Cahyaningtyas, R., A. Haris, R. N. Azizah, Luqman, dan P. C. Siswipraptini. 2019. Simulasi pembangkit listrik tenaga sampah di STT PLN sebagai bagian dari listrik kerakyatam (LK). *Jurnal Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang*. 8 (1): 59-68.
- Fairuz, S., Salafudin, L. Rahman, dan E. Apriani. 2011. Pemanfaatan sampah organik secara padu menjadi alternatif energi: biogas dan precursor briket. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*: 1-10.
- Hariningrum, R. dan S. B. Utomo. 2020. Pemanfaatan limbah sampah sebagai energi alternatif pembangkit tenaga listrik di Semarang. *Marine Science and Technology Journal*. 1 (1): 30-37.
- Irwansyah, A. Syarief, dan P. R. Ansyah. 2022. Alih teknologi pembuatan briket serbuk kayu gergaji sebagai energi alternatif pada industri ketupat di Banjarmasin. *Prosiding Seminar Nasional dan Pengabdian kepada Masyarakat*. 4 (1): 45-51.

- Khikma, I., Sudarti, dan Yushardi. 2022. Analisis kemampuan berfikir kritis mahasiswa pendidikan fisika terhadap pengelolaan sampah menjadi refuse derived fuel (RDF) dengan perlakuan Biodrying. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*. 4 (2): 98-103.
- Kurniawan, D. A. Dan A. Z. Santoso. 2020. Pengelolaan sampah di daerah Sepatan Kabupaten Tangerang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1 (1): 31-36.
- Nugraha, Y. T., T. R. F. D. Sitlindaon, dan M. Irwanto. 2022. Analisis potensi energi sampah sebagai energi alternatif terbarukan di Kota Medan. *Jurnal Teknik Elektro*. 5 (2): 1-4.
- Pramadita, S., R. Aprillia, dan W. Mukhtar. 2021. Potensi daur ulang sampah melalui identifikasi jenis dan karakteristik sampah di Podok Pesantren Darul Khairat. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 9 (2): 82-89.
- Qodriyatun, S. N. 2021. Pembangkit listrik tenaga sampah: antara permasalahan lingkungan dan percepatan pembangunan energi terbarukan. *Jurnal Masalah-Masalah Sosial*. 12 (1): 63-84.
- Suhada, R. T., dan I. Almahdy. 2017. Analisis potensi sampah sebagai sumber energi pembangkit listrik tenaga sampah dan produk kreatif untuk mendukung pariwisata (studi kasus di Kepulauan Seribu). *Jurnal PASTI*. 11 (3): 245-255.