



EKSERGI Jurnal Teknik Energi Vol.17 No.2 Mei 2021; 116-124

ZERO WASTE INDONESIA: PELUANG, TANTANGAN DAN OPTIMALISASI WASTE TO ENERGY

Agus Eko Setyono^{1*}, Nazaruddin Sinaga²

¹Magister Energi, Universitas Diponegoro

²Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

*E-mail: agusekosetyono@students.undip.ac.id

Abstrak

Sampah di Indonesia masih dianggap sebagai bahan sisa yang tidak diinginkan keberadaannya dan bukan sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan. Hal tersebut dapat terlihat dari semakin banyaknya sampah yang menumpuk di tempat pembuangan akhir (TPA). Paradigma pengelolaan sampah selama ini yang bertumpu pada pendekatan akhir (*end of pipe*) sudah saatnya diganti dengan melihat sampah sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan dengan teknologi pengolahan sampah (*waste to energy*). Di Indonesia *waste to energy* sudah menjadi konsen utama dalam beberapa tahun terakhir. Penelitian ini menyajikan tinjauan sistematis untuk mengidentifikasi peluang, tantangan dan optimalisasi *waste to energy* di Indonesia. Melalui analisis data sekunder yang dikumpulkan dapat disimpulkan bahwa kedepan masih ada beberapa tantangan yang harus dihadapi, menyangkut kualitas & kuantitas sampah dan penolakan masyarakat mengenai *waste to energy*. Dengan potensi yang besar, dukungan pemerintah serta semakin berkembangnya teknologi membuat harapan untuk mewujudkan Indonesia bebas sampah akan terus ada. Dukungan yang dibarengi dengan pembangunan kapasitas dari pemerintah daerah dan perhatian terhadap dimensi sosial masyarakat akan membawa Indonesia menjadi pasar yang berkembang untuk *waste to energy*.

Kata Kunci: *Waste to energy, Indonesia, Pembangkit listrik, Gasifikasi, Sampah.*

PENDAHULUAN

Pembuangan dan pengelolaan sampah kota (*municipal solid waste*) yang meningkat telah diidentifikasi sebagai tantangan kritis untuk tujuan keberlanjutan secara global (Cucchiella, dkk., 2017). Pemanfaatan limbah menjadi energi (*waste to energy*) menjadi solusi efektif untuk mengatasi masalah tersebut. Dalam beberapa tahun terakhir, *waste to energy* telah berkembang cepat di seluruh dunia untuk memberikan solusi yang efektif bagi pemerintah untuk mengurangi masalah pada pembuangan sampah dan menyediakan

Zero Waste Indonesia: Peluang, Tantangan..... Agus Eko Setyono, dkk pasokan energi terbarukan yang berkelanjutan. Banyak penelitian telah dilakukan untuk menganalisis masalah *waste to energy* ini. Cui dkk (2020), menganalisis kemitraan antara pemerintah dan swasta dalam *waste to energy* di china. Gomez dkk (2021), menganalisis potensi pemulihan sampah kota yang ada di Brazil dengan melalui proses pembakaran berdasarkan kandungan karakteristik termokimianya. Di Indonesia *waste to energy* juga menjadi konsen utama pada beberapa tahun terakhir, terbukti dengan rencana pemerintah membangun PLTSa program percepatan di 12 kota yang ada Indonesia. Dari paparan tersebut penting sekiranya dilakukan analisis mengenai peluang, tantangan dan optimalisasi *waste to energy* di Indonesia.

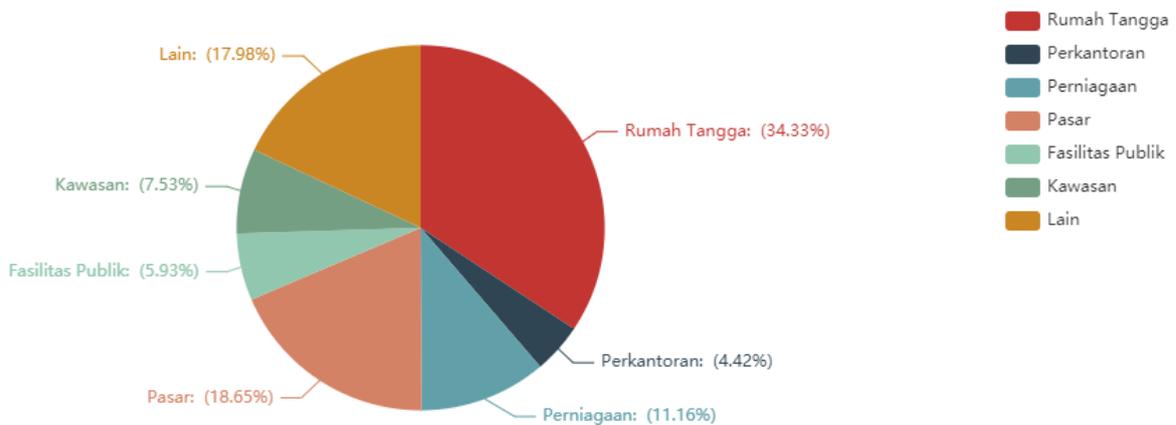
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua Langkah. Pertama, diawali dengan melakukan studi literatur dan mengumpulkan data sekunder dari beberapa buku, jurnal internasional dan data resmi yang dikeluarkan oleh lembaga resmi. Selanjutnya yang kedua menganalisis bahan yang dikumpulkan untuk mendeskripsikan dan mengidentifikasi peluang, tantangan dan optimalisasi *waste to energy* di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diketahui bahwa Indonesia saat ini menghadapi tantangan besar terkait energi dan limbah karena pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk perkotaan yang cepat. Biasanya ada tiga jenis sampah yang umum dihasilkan di Indonesia yaitu sampah perkotaan (MSW), limbah industri padat, serta limbah elektronik dan listrik. Pada tahun 2020, Indonesia menghasilkan sekitar 29,3 juta ton sampah (KLHK, 2021). Dilaporkan bahwa 70% dari MSW dibuang secara terbuka di lebih dari 380 lokasi TPA, hanya sebagian kecil saja yang ke tempat pembuangan sampah sanitasi atau didaur ulang dan digunakan kembali, yang mana terutama karena kurangnya tenaga kerja dan fasilitas TPA. Selain itu, limbah seringkali hanya terkubur, dibakar dan bahkan tidak dikelola. Sementara itu sebagian besar lokasi TPA sudah mencapai daya tampung yang maksimal, artinya dibutuhkan pengelolaan sampah yang mampu mengatasi hal tersebut. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, sepertiga dari total sampah berasal dari rumah tangga dan sampah pasar terutama berupa sampah organik. Gambar 1 menyajikan sumber sampah di Indonesia.

Idealnya, metode yang paling tepat untuk mengatasi masalah sampah adalah dengan mengurangi atau bahkan menghilangkan timbulan sampah yang diikuti dengan penggunaan kembali dan mendaur ulang (*Reduce, Reuse, Recycle*). Akan tetapi perlu diketahui bahwa implementasi metode 3R yang berkelanjutan membutuhkan perubahan kebiasaan setiap individu penghasil sampah dan ini merupakan proses yang sangat panjang. Mengubah pola pikir ratusan juta orang di Indonesia tidaklah mudah. Namun, cara yang paling dapat diandalkan untuk mengelola sampah di Indonesia adalah dengan memanfaatkannya menjadi energi (*waste to energy*). Dengan *waste to energy* ada 2 keuntungan yang kita dapat, pertama mengolah sampah dengan memanfaatkannya sebagai sumber daya energi terbarukan dan yang kedua mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar fosil.



Gambar 1. Komposisi Sampah Berdasarkan Sumber Sampah.

Sumber: KLHK, 2021

Teknologi pengolahan sampah yang ada saat ini secara umum dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu *biochemical process*, *thermochemical process* dan *mechanical process*. Pada teknologi pengolahan *mechanical process* umumnya dilakukan pada tahap *pre-treatment* sebelum dilanjutkan pada tahap berikutnya. Pengolahan secara *mechanical process* terdiri dari *compacting*, *shredding*, *pulping*, *granulating*, *roll crushing* dan RDF. Sementara itu pada pengolahan sampah melalui *thermochemical process* dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu insinerasi, gasifikasi dan pirolisis. Perbedaan dari ketiga cara tersebut adalah besaran oksigen yang disuplai ke reaktor. Pada proses insinerasi panas yang dihasilkan akan digunakan untuk memproduksi uap yang selanjutnya digunakan untuk memutar turbin. pada

Zero Waste Indonesia: Peluang, Tantangan..... Agus Eko Setyono, dkk
proses gasifikasi dan pirolisis pada umumnya akan menghasilkan syngas, minyak pirolisis (bahan bakar), residu padat (arang) dan residu abu/logam.

Perbedaan antara teknologi *waste to energy* dan *non waste to energy* dapat terlihat dari produk yang dihasilkannya. Dalam teknologi *non waste to energy*, pada umumnya proses yang dilakukan bertujuan untuk mengurangi ukuran jenis sampah tertentu. Akibatnya teknologi *non waste to energy* sebagian besar diselesaikan selama pre-treatment untuk kemudian diolah lebih lanjut atau jika instalasi pengolahan tidak dapat diakses maka produk yang dihasilkan berikutnya akan dibuang ke TPA. Hal ini dapat bermanfaat untuk mengurangi volume sampah sehingga dapat mengurangi kapasitas sampah dan dapat memperpanjang masa pakai TPA.

A. Peluang

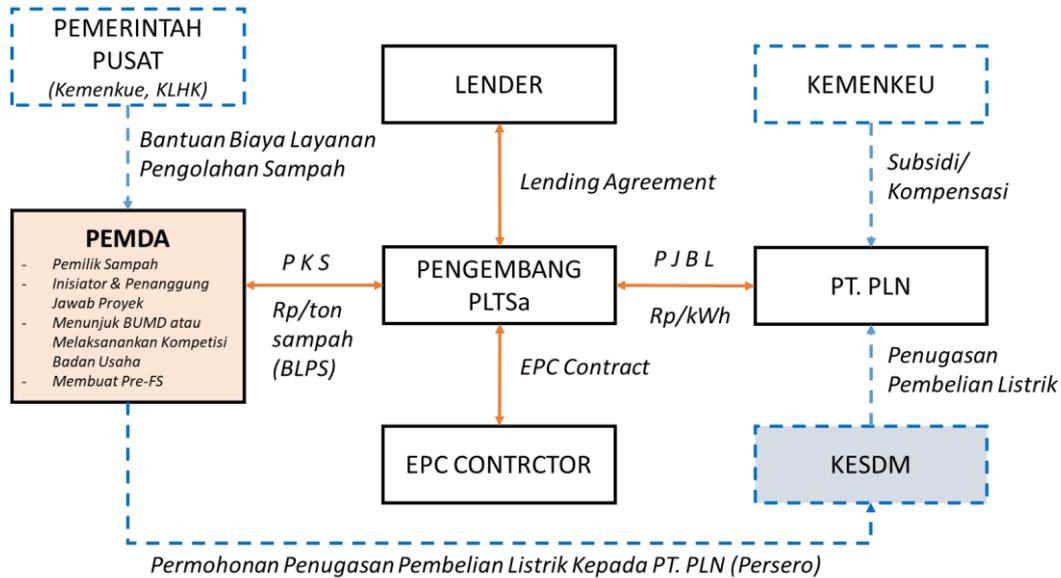
1) Potensi yang besar

Seiring dengan peningkatan pembangunan ekonomi dan urbanisasi, jumlah total sampah tahunan yang dihasilkan akan meningkat terus menerus dalam beberapa dekade mendatang. Hal tersebut menandakan bahwa sampah merupakan sumber energi yang akan terus ada. Sementara dilain sisi, manusia setiap harinya membutuhkan energi untuk menunjang aktivitasnya. Jika sampah tersebut mampu dimaksimalkan dengan baik maka hal ini akan menjadi hal yang menjanjikan dimasa depan. Negara - negara maju didunia sudah menerapkan *waste to energy* ini, seperti jepang, amerika dan inggris.

2) Dukungan Kebijakan dan Regulasi

Semenjak pemerintah mengimplementasikan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dengan menargetkan bauran EBT 23% pada tahun 2025, pemerintah langsung menerbitkan serangkaian kebijakan dan regulasi menyangkut *waste to energy*. Salah satu kebijakan strategis pemerintah dengan dikeluarkannya Perpres nomor 35 tahun 2018 tentang percepatan program pembangunan PLTSa. Point penting dari perpres tersebut yaitu pemerintah daerah dalam hal ini kabupaten/kota atau provinsi dapat menugaskan BUMD, untuk melakukan kompetisi badan usaha, atau memberi usulan kepada menteri ESDM untuk menugaskan BUMN sebagai pengembang PLTSa. Artinya pemerintah daerah diberi kebebasan penuh untuk mengambil kebijakan tentang PLTSa. Selain itu juga diatur bahwa KESDM nantinya menugaskan PT. PLN untuk membeli tenaga listrik yang dihasilkan dan KESDM juga yang menetapkan harga serta formulanya. Harga pembelian tenaga listrik oleh PT. PLN tersebut merupakan harga jual beli tanpa negoisasi dan tanpa eskalasi harga serta

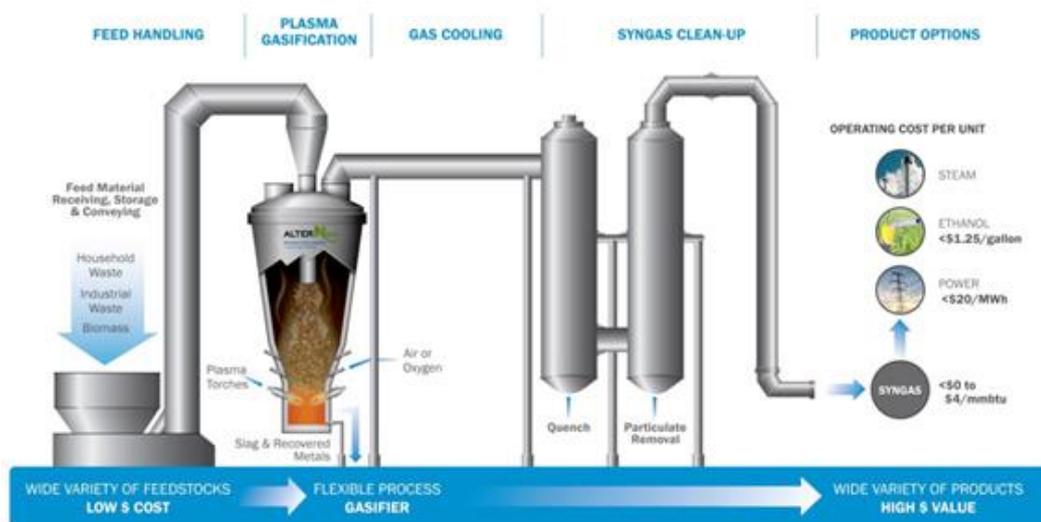
Zero Waste Indonesia: Peluang, Tantangan..... Agus Eko Setyono, dkk berlaku pada saat PLTSa dinyatakan sudah mencapai tahap *commercial operation date*. Dengan aturan tersebut memastikan adanya jaminan listrik yang dihasilkan bisa langsung terjual.



Gambar 2. Pengusahaan PLTSa berdasarkan Perpres No.35/2018
 Sumber: Data sekunder yang diolah, Tahun 2018

3) Inovasi Teknologi

Persoalan sampah telah mengundang banyak ilmuwan untuk menyelesaikannya. Salah satu inovasi terbaru adalah teknologi plasma termik, yang sering juga dikenal dengan plasma gasifikasi. Plasma gasifikasi merupakan teknologi yang menjanjikan dalam segi kualitas syngas, dimana dalam sistem ini tidak diperlukan proses pre-treatment. Sampah logam maupun kaca dengan jumlah besar yang biasanya terdapat di TPA tidak akan menjadi masalah karena dalam proses plasma gasifikasi mampu mencairkan dan mengekstrak logam dan slag yang kemudian akan dapat digunakan untuk keperluan lain seperti material konstruksi. Selain itu perbedaan sistem ini dengan gasifikasi lainnya yaitu limbah B3 seperti abestos dan limbah klinik medis juga dapat di vitrifikasi agar tidak berisiko setelah ditangani karena suhu yang digunakan sangat tinggi.



Gambar 3. Teknologi Plasma Gasifikasi

Sumber: energy, Tahun 2020

B. Tantangan

1) Kualitas dan kuantitas sampah

Bagi investor dalam hal ini swasta, kualitas (nilai kalor & kelembaban) dan kuantitas (jumlah sampah yang bisa dipasok secara konstan) disuatu lokasi dapat mempengaruhi investasi, pemilihan jenis dan pola operasional dari *waste to energy* (Song, dkk., 2017). Kualitas sampah yang rendah dengan kelembaban tinggi dan nilai kalor rendah, serta pasokan yang tidak stabil atau tidak mencukupi di beberapa daerah menjadikan tantangan utama yang mempengaruhi pembangunan *waste to energy*.

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan oleh (World Bank, 2020), Indonesia rata-rata memiliki karakter komposisi MSW sampah jenis organik sebesar 62%, diikuti oleh plastik, kaca, logam, dan kertas masing-masing sebesar 10%, 9%, 8%, dan 6%. Sampah Indonesia yang mayoritas sampah organik tersebut memiliki kandungan air relatif tinggi yang berpotensi menurunkan net energi atau malah berpotensi membutuhkan energi lebih banyak dari yang dihasilkan (net energi negatif). Sementara itu, negara-negara berkembang lain di Asia Tenggara secara keseluruhan juga memiliki jenis sampah organik yang dominan. Berbanding terbalik pada negara-negara maju, misalnya Jepang, sampah yang dominan disana adalah kertas dengan besaran 46%, sementara sampah organik hanya sebesar 26% dan plastik sebesar 9%. Berbeda lagi dengan negara Inggris, pada negara tersebut sampah yang dominan adalah logam sebesar 43,5% diikuti sampa organik sebesar 27%, serta plastik dan kertas masing – masing 20,2% dan 10,5%. (Environment, 2017).

Tabel 1. Perbandingan sampah di beberapa negara

Negara	Organik (%)	Kertas (%)	Plastik (%)	Lain-lain: kaca, logam (%)
Indonesia	62	6	10	22
Malaysia	62	7	12	17
Jepang	26	46	9	19
A.S	25	35	12	28
Inggris	27	20	10	43

Sumber: Data sekunder yang diolah, Tahun 2020

2) Penolakan warga sekitar

Sebagai salah satu jenis fasilitas penggunaan lahan yang tidak diinginkan oleh warga sekitar, *waste to energy* sangat dipengaruhi oleh *Not in My Backyard* (NIMBY) sindrom di seluruh dunia. Biasanya manfaat (efisien dan penanggulangan sampah yang efektif) diberitakan secara luas, sementara potensi risiko berbahaya, seperti bau busuk dan dioksin cenderung tidak diberitakan (Kojo & Richardson, 2014). Protes terhadap *waste to energy*, atau kampanye anti *waste to energy* insinerator telah didokumentasikan di banyak negara, termasuk Eropa, Asia, Amerika Serikat dan Kanada (Baxter, dkk., 2016). Di Indonesia penolakan juga terjadi, salah satunya yang terjadi di kota Bandung. Sekelompok masyarakat kota Bandung menolak dengan alasan akan menjadi beban polusi udara kota Bandung secara terus menerus dan dikhawatirkan akan menghasilkan zat beracun berupa dioksin yang membahayakan sistem syaraf serta menyebabkan kanker bagi warga sekitar (romeltea, 2021).

C. Optimalisasi

Pengembangan proyek *waste to energy* di Indonesia menghadapi beberapa masalah diantaranya biaya yang besar untuk pembangunan dan biaya operasional. Sumber utama pendapatan untuk proyek *waste to energy* berasal dari tipping fee dan penjualan listrik dengan subsidi *feed in tariff* ke PT. PLN. Masalah yang terjadi diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu teknologi pengelolaan sampah yang belum pernah diterapkan, belum diberlakukannya peraturan yang konsisten, dan beberapa kasus proses usaha yang tidak transparan. Penyediaan informasi dari studi kelayakan yang telah dikaji oleh para ahli serta proyek percontohan akan membantu mengurangi biaya, resiko dimasa datang, dan persepsi negatif tentang teknologi *waste to energy*. Dukungan yang dibarengi dengan pembangunan kapasitas dari pemerintah daerah maupun pemerintah pusat dan tambahan perhatian terhadap

Zero Waste Indonesia: Peluang, Tantangan..... Agus Eko Setyono, dkk
dimensi sosial masyarakat akan membawa Indonesia menjadi pasar yang berkembang untuk
waste to energy.

SIMPULAN

Pengelolaan sampah yang efektif dan efisien serta dapat diandalkan untuk menjadi energi yang berkelanjutan dianggap masih menjadi masalah utama di Indonesia. Ada beberapa tantangan kedepan yang harus dihadapi, menyangkut kualitas & kuantitas sampah dan penolakan masyarakat mengenai *waste to energy*. Akan tetapi dengan potensi yang besar, dukungan pemerintah serta semakin berkembangnya teknologi membuat harapan untuk mewujudkan Indonesia bebas sampah itu masih ada. Diperlukan kerja lebih keras lagi dari semua pihak, baik itu pemerintah, swasta maupun kalangan akademisi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cucchiella, F., D'Adamo, I., & Gastaldi, M. (2017). Sustainable waste management: Waste to energy plant as an alternative to landfill. *Energy Conversion and Management*, 18-31.
- [2] Baxter, J., Ho, Y., Rollins, Y., & Maclaren, V. (2016). Attitudes toward waste to energy facilities and impacts on diversion in Ontario, Canada. *Waste Management*, 75-85.
- [3] Cui, C., Liu, Y., Xia, B., Jiang, X., & Skitmore, M. (2020). Overview of public-private partnerships in the waste-to-energy incineration industry in China: Status, opportunities, and challenges. *Energy Strategy Reviews*.
- [4] Department for Environment. (2017). *Digest of Waste and Resource Statistics*.
- [5] energy, G. w. (2020). *Plasma Gasification Process (PGP)*. Retrieved March 13, 2021, from <http://www.wastetoenergy.com.au/technology/>
- [6] Gomez, A. G., Gallego, A. G., Bereche, R. P., Leite, J. C., & Neto, A. P. (2021). Energy recovery potential from Brazilian municipal solid waste via combustion process based on its thermochemical characterization. *Journal of Cleaner Production*.
- [7] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*. Retrieved March 13, 2021, from <http://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>

Zero Waste Indonesia: Peluang, Tantangan..... Agus Eko Setyono, dkk

- [8] Kojo, M., & Richardson, P. (2014). The use of community benefits approaches in the siting of nuclear waste management facilities. *Energy Strategy Reviews*, 34-42.
- [9] romeltea. (2021). *Tolak PLTSA*. Retrieved March 13, 2021, from <https://romeltea.com/tolak-pltsa/>
- [10] Song, J., Sun, Y., & Jin, L. (2017). PESTEL analysis of the development of the waste-to-energy incineration industry in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 276-289.
- [11] World Bank. (2020). *International Urban Development*. Annex M.