

Optimalisasi Metode Waste to Energy Dalam Pengelolaan Limbah Sebagai Sumber Energi Terbarukan

Desma Apriyanti¹, Fatimah Shobiyatun Rosayanti², Mei Popy Gayatri³, Raizky Rienaldy Pramasha⁴

¹²³⁴Islamic management and Economi Faculty, UIN Raden Intan, Lampung, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail: desmadesma614@gmail.com

Abstrak

Permasalahan sampah di Indonesia telah menjadi isu yang signifikan, mengingat peningkatan volume limbah yang terus-menerus setiap tahun. Meski berbagai regulasi telah diterapkan, penanganan sampah masih belum optimal, terutama dalam pemanfaatannya sebagai sumber energi terbarukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis optimalisasi metode Waste to Energy (WtE) dalam pengelolaan limbah sebagai sumber energi terbarukan di Indonesia. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi literatur dan analisis data sekunder. Penulis mengumpulkan literatur dari artikel jurnal, halaman web, dan peraturan perundang-undangan untuk memahami efektivitas metode WtE seperti gasifikasi, pirolisis, dan pemanfaatan gas landfill. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode WtE efektif dalam mengurangi volume limbah dan menghasilkan energi terbarukan. Gasifikasi mampu mengurangi volume limbah hingga 70%, sedangkan pirolisis dapat memecah limbah padat menjadi energi tanpa oksigen. Selain itu, metode ini juga berpotensi mengurangi emisi gas rumah kaca dan penggunaan lahan. Namun, tantangan seperti biaya investasi yang tinggi, kesadaran masyarakat yang rendah, dan kurangnya dukungan teknologi masih perlu diatasi. Kesimpulannya, metode Waste to Energy (WtE) merupakan solusi yang potensial untuk mengatasi permasalahan sampah sekaligus memenuhi kebutuhan energi terbarukan di Indonesia. Pengembangan infrastruktur dan peningkatan kesadaran masyarakat sangat dibutuhkan untuk implementasi yang lebih efektif.

Kata Kunci: Waste to Energy (WTE), Pengelolaan Limbah, Energi Terbarukan

Abstract

The waste problem in Indonesia has become a significant issue due to the continuous increase in waste volume every year. Despite various regulations being implemented, waste management remains suboptimal, especially in utilizing it as a source of renewable energy. This research aims to identify and analyze the optimization of Waste to Energy (WtE) methods in waste management as a renewable energy source in Indonesia. The method used in this study is qualitative descriptive with a literature review approach and secondary data analysis. The authors collected literature from journal articles, web pages, and regulations to understand the effectiveness of WtE methods such as gasification, pyrolysis, and landfill gas utilization. The results show that WtE methods are effective in reducing waste volume and generating renewable energy. Gasification can reduce waste volume by up to 70%, while pyrolysis can break down solid waste into energy without oxygen. Additionally, these methods have the potential to reduce greenhouse gas emissions and conserve land use. However, challenges such as high investment costs, low public awareness, and lack of technological support still need to be addressed. In conclusion, the Waste to Energy (WtE) method is a potential solution to both the waste problem and the need for renewable energy in Indonesia. The development of infrastructure and increased public awareness are essential for more effective implementation.

Keywords: Waste to Energy (WTE), Waste Management, Renewable Energy

Submitted
01-11-2024

Accepted
05-11-2024

Published
05-11-2024

 <https://doi.org/10.56248/jamane.v3i2.100>

PENDAHULUAN

Peningkatan volume limbah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia, baik dari sektor industri telah menjadi salah satu tantangan besar dalam pengelolaan lingkungan secara global. Jumlah sampah di seluruh dunia per tahunnya diperkirakan mencapai 1,3 miliar ton berdasarkan analisis data dari World Bank, selain itu pada tahun 2025 diperkirakan jumlahnya akan meningkat sebesar 2,2 miliar ton per tahun. Sedangkan di Indonesia menurut data World Bank diperkirakan menghasilkan sekitar 7,8 juta ton sampah plastik setiap tahunnya. Dari 7,8 juta ton sampah tersebut di perkirakan sebesar 4,9 juta ton sampah plastik tidak dikelola dengan baik setiap tahunnya.¹ Peningkatan sampah yang terus meningkat secara global berdasarkan pada data yang telah di tunjukkan, maka di butuhkan strategi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Menurut (Taufiqurrohman and Yusuf, 2022) di negara berkembang fokus pengelolaan limbah sampah masih sebatas tentang bagaimana cara pengumpulan dan pembuangan limbah yang masih menjadi isu topikal, berbeda dengan negara-negara industri dimana limbah dari sumber daya sudah mulai digunakan untuk menghasilkan energi terbarukan seperti, energi listrik.

Masalah sampah di Indonesia menjadi salah satu isu krusial yang perlu mendapatkan perhatian serius. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah sampah yang terus bertambah setiap tahun. Meskipun pemerintah telah mengeluarkan berbagai peraturan yang dimaksudkan sebagai dasar hukum untuk menangani isu pengelolaan sampah; Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2016 tentang Percepatan pembangunan Pembangkit Listrik Berbasis Sampah; Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sejenis Sampah Rumah Tangga;

hingga Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 tentang Sampah Spesifik. Meskipun sudah banyak peraturan yang dibuat, implementasinya tidak berjalan sesuai yang diharapkan (Fachri, 2022). Karena isu sosial dan lingkungan hidup tidak dapat dibiarkan begitu saja, maka di butuhkan strategi yang tepat selain melalui regulasi. untuk mengatasi masalah penumpukan limbah dan meningkatnya permintaan terhadap sumber energi listrik, peniting mengembangkan teknologi pengolahan yang dapat mengubah limbah menjadi energi listrik yang terbarukan. Salah satu inovasi teknologi pengelolaan yang patut dikembangkan yaitu metode Waste to Energy (WTE). Metode Waste to Energy (WTE) tidak hanya membantu dalam mengurangi volume limbah, tetapi juga dapat menghasilkan energi terbarukan berupa pembangkit listrik tenaga sampah atau yang sering dikenal dengan PLTSa.

Konsep dasar dari teknologi Waste to Energy adalah konversi limbah padat menjadi energi, baik dalam bentuk listrik maupun panas. Teknologi ini memanfaatkan limbah sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi, sehingga mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang tidak terbarukan. Secara umum, Waste to Energy juga dapat berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca dengan menggantikan penggunaan bahan bakar fosil dan mengelola limbah secara efisien. Pemerintah Indonesia mendorong penggunaan Pabrik Waste to Energy (WtE) sebagai cara untuk mengubah limbah menjadi sumber energi. Limbah ini bisa diperbarui dan berpotensi menggantikan bahan bakar fosil yang semakin menipis. Sumber energi saat ini terdiri dari batubara (50%), gas alam (29%), energi terbarukan (14%), dan minyak bumi (7%). Biomassa, yang mencakup limbah padat dari perkotaan, memiliki kapasitas untuk menghasilkan listrik hingga 49.810 MW secara nasional. Pada tahun 2015, pembangkit listrik yang terhubung dengan jaringan PLN (on-grid)

memproduksi 91,1 MW, sementara yang tidak terhubung (off-grid) menghasilkan 1.626 MW. Ini menunjukkan bahwa masih ada potensi besar, yaitu 48.092,9 MW atau 96,55%, dari energi listrik yang dapat dihasilkan dari biomassa yang belum dimanfaatkan (Romy et al. 2023). Dengan mengoptimalkan pemanfaatan limbah ini, kita dapat menciptakan sumber energi yang lebih berkelanjutan dan mengurangi ketergantungan pada sumber daya yang terbatas. Namun, implementasi metode ini masih memerlukan perhatian khusus terkait efisiensi teknologi dan dampak lingkungan yang mungkin timbul.

Dalam beberapa dekade terakhir, penelitian terkait Waste to Energy terus berkembang, dengan berbagai inovasi yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi dampak lingkungan. State of the art dalam teknologi Waste to Energy mencakup perkembangan metode grafikasi dan pirolisis yang lebih efisien dalam memanfaatkan limbah organik dan anorganik. Selain itu integrasi Waste to Energy dengan system pengelolaan limbah yang lebih holistik, seperti landfill, gasification dan pyrolysis, juga menjadi tren terbaru dalam Upaya optimalisasi pengelolaan limbah sebagai sumber energi terbarukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis optimalisasi metode Waste to Energy dalam pengelolaan limbah sebagai sumber energi terbarukan. Melalui pendekatan evaluatif terhadap teknologi yang ada dan studi komparatif terhadap implementasi Waste to Energy yang sudah di terapkan di beberapa kota di Indonesia, penelitian ini diharapkan dapat memeberikan rekomendasi strategis yang aplikatif bagi pengembangan Waste to Energy di Indonesia. Urgensi penelitian ini yaitu semakin mendesaknya kebutuhan akan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan solusi efektif terhadap permasalahan limbah yang terus meningkat, sehingga dapat

mendukung terciptanya pembangunan yang berkelanjutan.

METODE

Pada kajian ini penulis menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi literatur dan analisis data sekunder. Metode deskriptif kualitatif merupakan suatu pendekatan penelitian untuk memahami fenomena atau masalah secara mendalam melalui penggambaran yang detail dan naratif. Pengkajian metode deskriptif kualitatif yang digunakan ini berkaitan dengan jenis riset *grounded theory* yaitu membahas secara umum mengenai mekanisme pengelolaan limbah menjadi sumber energi listrik terbarukan dengan menggunakan metode *Waste to Energy*.

Penulis menerapkan teknik pengumpulan data menggunakan analisis data sekunder dan pendekatan studi literatur. dengan mengumpulkan literatur-literatur berupa artikel jurnal, halaman web, dan peraturan perundang-undangan. Penulis memilih jenis penelitian ini supaya nantinya diperoleh hasil penelitian yang rinci dengan pembahasan secara mendalam sehingga pembaca dapat lebih mudah dalam memahami isi artikel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

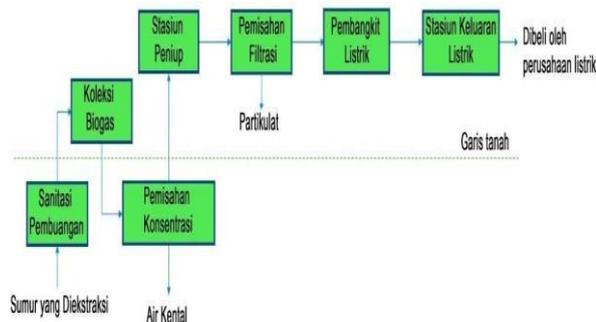
Metode Wast to Energy (WtE)

Dalam penelitian ini penulis akan membahas metode *Waste to Energy* pada pengelolaan *landfill*, *gasification*, dan *pyrolysis*.

1. Metode Utilization of landfill gas

Saat ini, dampak global dari emisi gas yang dihasilkan dari tempat pembuangan sampah kota menjadi perhatian besar karena pengaruhnya terhadap lingkungan sekitarnya. Untuk mengatasi hal ini, pembangkit listrik termal tipe blok memanfaatkan biogas yang kaya metana untuk menghasilkan panas. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa di seluruh dunia, sekitar 75 miliar Nm³ biogas

dihasilkan dari tempat pembuangan sampah, dan sebagian dari jumlah ini memiliki potensi untuk digunakan sebagai sumber panas dan energi. Gas dari tempat pembuangan sampah ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik melalui berbagai metode, seperti Siklus Rankine Organik, Siklus Striling yang digunakan dalam mesin pembakaran internal,



dan Siklus Brayton yang mengandalkan teknologi energi inovatif (Sudaryono, Rahardja, and Lutfiani 2020).

Gambar 1. Diagram biogas TPA sebagai pembangkit Listrik

Proses pembangkitan listrik tempat pembuangan sampah, seperti yang digambarkan dalam Gambar 1, menjelaskan bahwa dengan pemeliharaan tempat pembuangan sampah yang baik, kita tidak hanya bisa memperbaiki lahan tetapi juga mengurangi emisi gas rumah kaca. Hal ini pada gilirannya dapat membantu mengurangi masalah Kesehatan masyarakat yang disebabkan oleh polusi. Dengan cara ini, kita dapat memanfaatkan sumber daya yang ada sekaligus menjaga Kesehatan lingkungan dan masyarakat.

2. Metode Gasification

Dalam beberapa dekade terakhir, proses gasifikasi telah mengalami perkembangan signifikan sebagai metode untuk mengubah limbah menjadi energi. Proses ini berfokus pada penghasilan gas sebagai produk utama, di mana oksidasi parsial berperan penting dalam langkah-langkah bioproses yang terlibat. Salah satu

keunggulan utama gasifikasi adalah kemampuannya untuk mengurangi volume sampah hingga 70%, yang membantu mengatasi masalah pengelolaan limbah yang semakin mendesak. Selain itu, gasifikasi berkontribusi dalam menurunkan emisi gas rumah kaca, yang sangat penting dalam upaya global untuk melawan perubahan iklim, serta mengurangi ketergantungan pada tempat pembuangan akhir, menjadikannya solusi yang praktis dan efisien berdasarkan hasil penelitian terkini (Rahardja, Lutfiani, and Amelia 2019).

Di dalam proses gasifikasi, terdapat beberapa titik kritis yang harus diperhatikan untuk memastikan bahwa panas yang dihasilkan dari bahan bakar yang tersisa dapat dimanfaatkan dengan maksimal. Proses ini menawarkan berbagai manfaat, termasuk pengurangan volume limbah, penghematan lahan yang signifikan, dan penurunan limbah organik. Selain itu, gasifikasi memiliki potensi untuk mengurangi emisi berbahaya dan memanfaatkan bahan yang dapat didaur ulang, menjadikannya pilihan yang ramah lingkungan. Metode ini juga memungkinkan produksi listrik dan panas secara bersamaan, yang semakin meningkatkan efisiensi energi. Dianggap sebagai sumber energi terbarukan, gasifikasi dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan dan beroperasi pada rentang suhu tinggi, memberikan keunggulan baik dari segi teknis maupun ekonomi (Nair, Lennartsson, and Taherzadeh 2017).

Gas yang dihasilkan dari proses gasifikasi tidak hanya memiliki kandungan energi yang tinggi, tetapi juga cukup bersih untuk digunakan dalam mesin dan sebagai bahan bakar alternatif. Saat ini, proses gasifikasi limbah memiliki beragam konfigurasi sistem, termasuk delapan jenis reaktor yang berbeda, seperti reaktor plasma, poros vertikal dan kisi bergerak, tungku, entrained dan fluidized bed, rotary clean, fixed. Setiap jenis reaktor memiliki karakteristik unik yang memungkinkan fleksibilitas dalam penerapan teknologi gasifikasi. Pembangkit listrik turbin,

misalnya, membutuhkan sumber energi yang mengandung campuran hidrogen, metana, dan karbon dioksida semua bahan ini merupakan komponen penting dalam biogas yang dihasilkan dari proses gasifikasi. Dengan memanfaatkan potensi penuh dari limbah, gasifikasi menawarkan jalan menuju pengelolaan limbah yang lebih berkelanjutan dan solusi energi yang inovatif (Rahardja et al. 2021).

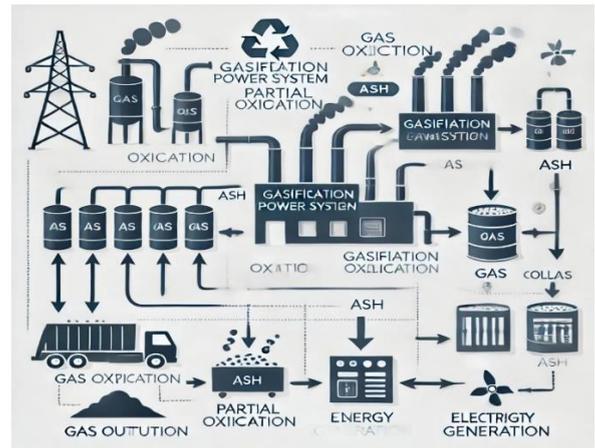
Dalam penelitian sebelumnya mengenai teknologi gasifikasi, dijelaskan bahwa gasifikasi ini memiliki beberapa keunggulan yang signifikan (Taufiqurrohman & Yusuf, 2022). Berikut adalah beberapa manfaat utama dari penggunaan teknologi gasifikasi:

Penghematan Lahan: Gasifikasi memiliki potensi besar untuk mengurangi penggunaan lahan yang diperlukan untuk pengolahan limbah, sehingga membantu menjaga ruang yang lebih luas untuk keperluan lain.

Ramah Lingkungan: Teknologi ini menawarkan solusi pengolahan sampah yang berkelanjutan, memadukan produksi listrik dan panas dengan cara yang tidak merusak lingkungan.

Keunggulan Teknis dan Ekonomi: Gasifikasi menunjukkan sifat yang baik dari segi teknis dan ekonomi, menjadikannya sumber energi terbarukan yang efisien dan bermanfaat dari limbah (Herlia 2022).

Sebagai ringkasan, pembangkit listrik yang menggunakan proses gasifikasi merupakan bagian dari teknologi yang mengubah limbah menjadi energi terbarukan. Sistem ini dirancang untuk menghasilkan panas dan energi secara efisien, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.



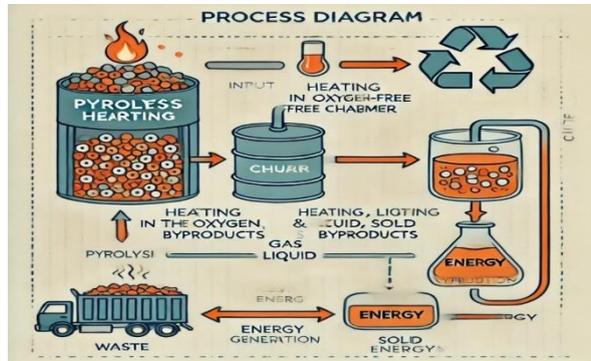
Gambar 2. Konfigurasi Daya Gasification

3. Metode Pyrolysis

Pyrolysis adalah Pirolisis adalah teknologi yang mengubah limbah menjadi energi tanpa menggunakan oksigen, dengan cara memecah limbah padat melalui proses pemanasan. Selama *Pyrolysis*, suhu yang tepat diperlukan, dan bahan limbah harus dipisahkan terlebih dahulu untuk menghilangkan komponen yang tidak diinginkan, seperti logam dan kaca. Proses ini dimulai dengan dekomposisi termal bahan organik dalam ruang pemanas yang bebas dari oksigen (Williams and Dolan 2020).

Saat suhu meningkat dalam kondisi yang tidak reaktif, hasil dari proses ini berupa residu padat, cairan, dan gas yang merupakan produk organik pirolisis. Selama proses, beberapa gas yang dihasilkan termasuk karbon dioksida, karbon monoksida, hidrogen, dan metana. Nilai kalor dari gas sintetis yang dihasilkan juga telah ditentukan. Ketika proses distilasi hidrokarbon cair selesai, terutama pada limbah plastik, produk yang dihasilkan dapat memiliki sifat mirip dengan bahan bakar diesel berbasis minyak bumi. Keuntungan dari *Pyrolysis* adalah gas yang dihasilkan dapat dibakar untuk menghasilkan energi dan setelah melalui proses kondensasi, gas tersebut dapat diubah menjadi biofuel. Dengan demikian, pirolisis tidak hanya membantu mengelola limbah, tetapi juga memberikan sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Teknologi ini menawarkan solusi inovatif untuk masalah limbah sambil mendukung kebutuhan energi berkelanjutan. Proses pengelolaan limbah menjadi energi dapat pada gambar 3.



Gambar 3. Proses Pemanasan *Pyrolysis*

Pembahasan

Dampak Pengaplikasian *Waste to Energy* (WtE) Dalam Pengelolaan Limbah

Dalam proses pengaplikasian *Waste to Energy* (WtE) mempunyai beberapa dampak yang signifikan, baik positif maupun negatif. Dampak positif yang dapat dirasakan dari pengaplikasian metode *Waste to Energy* dalam pengelolaan limbah menjadi energi listrik. Pertama, mengurangi volume limbah di tempat pembuangan akhir, sehingga dapat mengurangi resiko pencemaran lingkungan dan kesehatan masyarakat. Kedua, meningkatkan kebutuhan energi terbarukan, dimana Indonesia saat ini masih mengandalkan energi fosil dalam memenuhi kebutuhan energi listrik, akan tetapi kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat dengan jumlah energi fosil yang semakin menipis. Ketiga, meningkatkan kemandirian dalam memenuhi energi listrik secara nasional, yang menjadi tujuan nasional dalam *Roadmap for National Energy Development 2019-2038*.

Dengan melalui pemanfaatan sumber energi terbarukan dengan menggunakan metode *Waste to Energy*, Indonesia tidak perlu bergantung pada impor energi dari negara lain sehingga mengurangi biaya impor energi. Keempat, dapat meningkatkan perekonomian dengan menciptakan lapangan

kerja baru, dan membuka kesempatan peluang bisnis baru, seperti yang sudah diimplementasikan di Indonesia, contohnya seperti PT. Prasadha Pamunah Limbah Industri (PT. PPLI) yang merupakan salah satu perusahaan terbesar dalam pengelolaan limbah yang terletak di daerah kabupaten Bogor, Jawa Barat. Kelima, berkontribusi mengurangi emisi gas rumah kaca dan dampak perubahan iklim,

Namun, pengaplikasian metode *Waste to Energy* dalam pengelolaan limbah menjadi energi terbarukan berupa energi listrik juga memiliki beberapa dampak negatif. Pertama, meningkatkan polutan udara akibat dari pembakaran limbah sehingga menghasilkan polutan berbahaya seperti, dioksin, furan, logam berat dan partikel halus jika teknologi kontrol emisi tidak digunakan dengan baik. Namun, teknologi penyaringan modern dapat mengurangi dampak ini. Kedua, efisiensi energi yang di hasilkan relatif lebih rendah dibandingkan dengan energi listrik berbahan bakar fosil, sehingga hasil energi yang di hasilkan dari metode *Waste to Energy* tidak sebesar energi yang dihasilkan dari bahan bakar fosil. Ketiga, dampak sosial dari pembangunan *Waste to Energy* tidak sepenuhnya dapat di terima oleh masyarakat yang di khawatirkan dapat mempengaruhi keasrian lingkungan dan kesehatan.

Tantangan Pengaplikasian *Waste to Energy* (WtE) di Indonesia

Pemanfaatan *Waste to Energy* (WtE) di Indonesia masih relatif terbatas, meskipun potensi pengembangannya sangat tinggi. Beberapa instalasi pengolahan limbah dengan teknologi *Waste to Energy* telah dibangun di beberapa kota seperti Jakarta, Surabaya dan Bali. Namun demikian, beberapa tantangan masih perlu diatasi untuk mengoptimalkan pemanfaatan *Waste to Energy* di Indonesia. Terdapat beberapa tantangan yang dihadapi dalam proses pengaplikasian *Waste to Energy* menjadi energi listrik. Pertama, kurangnya dukungan dari pemerintah dan sektor swasta dalam pengembangan

teknologi dan infrastruktur pengelolaan sampah menjadi energi. Kedua, minimnya kesadaran masyarakat akan pentingnya pengolahan sampah yang ramah lingkungan. Ketiga, minimnya kemampuan dan kapasitas pengelola sampah dalam pengelolaan sampah menjadi energi. Keempat, biaya investasi yang tinggi dalam pengembangan infrastruktur pengolahan sampah menjadi energi. Masalah lainnya, yaitu pengelolaan sampah mulai dari pengumpulan, pengangkutan sampai dengan penimbunan menyebabkan lahan pembuangan sampah penuh secara cepat. Hal tersebut juga berhubungan dengan sulitnya mencari lahan pembuangan sampah baru (Maula 2024).

Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta. Pemerintah perlu memberikan dukungan dan fasilitas untuk pengolahan sampah menjadi energi, termasuk memberikan insentif dan kepastian kebijakan dalam pengembangan teknologi dan infrastruktur. Pemerintah perlu mengembangkan fasilitas Waste to Energy yang memadai untuk mengelola sampah di tempat pembuangan akhir menjadi energi. Selain itu, juga perlu dibangun sistem pengumpulan sampah yang efektif dan efisien, serta fasilitas pendukung lainnya seperti jalan dan saluran air yang memadai. Pemerintah perlu berinvestasi dalam riset dan pengembangan teknologi Waste to Energy (WtE) yang lebih efektif dan efisien, sehingga dapat menghasilkan energi yang lebih banyak dengan biaya yang lebih murah. Dengan demikian, perlu dilakukan kerja sama antara pemerintah, perguruan tinggi, dan industri untuk mengembangkan teknologi pengolahan sampah menjadi energi yang lebih baik. Keterlibatan sektor swasta dalam pengolahan sampah menjadi energi. Swasta dapat berperan dalam membangun fasilitas Waste to Energy (WtE), membiayai riset dan pengembangan teknologi pengolahan sampah menjadi energi, serta mengelola pengumpulan dan pengolahan sampah di daerah tertentu. Pemerintah perlu

memberikan insentif dan kepastian hukum bagi investasi swasta dalam pengolahan sampah menjadi energi. Pada lain sisi, sektor swasta juga diperlukan berperan dalam pengembangan teknologi dan infrastruktur pengolahan sampah menjadi energi, dengan memberikan investasi dan melakukan kerja sama dengan pemerintah dan masyarakat.

Kesadaran masyarakat tentang pengelolaan sampah yang berkelanjutan penting untuk mendukung adopsi teknologi Waste to Energy secara lebih luas. Kerjasama antara pemerintah, swasta, dan masyarakat diperlukan untuk menyelesaikan masalah regulasi, pembiayaan, dan pengelolaan proyek Waste to Energy. Adapun pengembangan teknologi Waste to Energy yang sesuai dengan karakteristik sampah Indonesia, seperti kandungan air tinggi dan proporsi bahan organik, menjadi kunci dalam mengubah limbah menjadi sumber energi. Dengan mengatasi tantangan ini dan menerapkan solusi yang tepat, penerapan Waste to Energy di Indonesia dapat mempercepat pengelolaan limbah secara signifikan, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan menyediakan energi terbarukan yang berkelanjutan.

Perkembangan Penggunaan Metode Waste to Energy di Indonesia Sampah adalah jenis material yang memiliki potensi besar untuk dikelola dan diolah sehingga dapat memberikan manfaat lebih, sehingga menjadi lebih bermanfaat dan mengurangi tingkat pencemaran lingkungan. Meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan dapat menyebabkan berbagai masalah lingkungan, sehingga sangat penting untuk memiliki lokasi yang tepat untuk membuang limbah tersebut. Seiring dengan tingkat akan kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat, namun tidak didukung dengan semakin menipisnya bahan bakar fosil yang tersedia. Permasalahan akan tingkat penumpukan limbah yang semakin menumpuk, serta belum ada solusi yang mampu untuk mengatasi masalah tersebut, maka dengan perkembangan inovasi

teknologi limbah-limbah tersebut dapat di kelola menjadi energi terbarukan sehingga dapat menghasilkan energi listrik. Di Indonesia pengelolaan limbah dengan menggunakan metode Waste to Eenergi mulai mendapatkan perhatian dan mulai di kembangkan. Mulai dikenal dan dikembangkannya metode Waste to energy, di karenakan metode tersebut dapat menjadi solusi dari dua masalah utama yang sedang dihadapi oleh Indonesia, yaitu banyaknya limbah yang terus menumpuk dan kebutuhan energi yang terus meningkat.

Pemerintah Indonesia mulai memberikan dukungan lebih untuk proyek-proyek Waste to Energy yang sedang berjalan. Salah satunya melalui kebijakan yang mendorong Pembangunan pembangkit Listrik tenaga sampah. Tujuannya adalah untuk mengurangi ketergantungan pada TPA, yang sering kali sudah penuh dan bisa mencemari lingkungan, serta mengurangi polusi dari sampah yang tidak dikelola dengan baik. Beberapa kota besar di Indonesia seperti Jakarta, Surabaya, dan Bali sudah mulai membangun dan mengoperasikan pembangkit listrik tenaga sampah. Salah satu perusahaan pengelola limbah terbesar di Indonesia yaitu PT. Prasadha Pamunah Limbah Industri (PT. PPLI).

Saat ini, perkembangan pengaplikasian metode Waste to Energy di Indonesia sudah mulai berjalan, tetapi masih ada tantangan yang perlu diatasi. Untuk bisa berfungsi dengan baik dan berkelanjutan, teknologi ini membutuhkan dukungan dari pemerintah, peningkatan kesadaran masyarakat, serta penerapan teknologi yang ramah lingkungan. Setiap perubahan yang disertai ide inovasi teknologi baru membutuhkan proses yang panjang untuk dapat di aplikasikan dan membutuhkan dukungan serta peran dari pemerintah, pihak swasta maupun masyarakat.

KESIMPULAN

Dalam penelitian pengelolaan limbah menjadi energi terbarukan ini melalui metode

Waste to Energy penulis dapat memberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Waste to Energy terbukti efektif mengatasi dua permasalahan utama, yaitu penumpukan sampah dan kebutuhan energi terbarukan. Teknologi ini mengubah limbah menjadi sumber energi, seperti listrik, melalui metode gasifikasi, pyrolysis, dan pemanfaatan gas landfill.
2. Ada tiga teknologi utama dalam metode *Waste to Energy: Utilization of Landfill Gas, Gasification, dan Pyrolysis*. Ketiganya efektif dalam mengubah sampah menjadi energi, mengurangi emisi, dan menghemat lahan. Gasifikasi dapat mengurangi volume limbah hingga 70%, sedangkan *pyrolysis* efektif dalam memecah limbah padat menjadi energi tanpa oksigen. Kedua metode ini sangat cocok diterapkan di Indonesia.
3. Pengaplikasian metode *Waste to Energy* (WtE) di Indonesia memiliki dampak signifikan. Di satu sisi, WtE mengurangi volume limbah, meningkatkan penggunaan energi terbarukan, mendukung kemandirian energi, menciptakan lapangan kerja, dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Di sisi lain, terdapat risiko polusi udara, efisiensi energi yang lebih rendah dibandingkan
4. energi fosil, dan kekhawatiran masyarakat tentang dampak lingkungan dan kesehatan. Oleh karena itu, tantangan-tantangan ini perlu diatasi untuk memaksimalkan manfaat WtE.
5. Hambatan utama adalah biaya investasi yang tinggi, kurangnya dukungan pemerintah, kesadaran masyarakat yang rendah, dan minimnya teknologi serta infrastruktur yang memadai untuk mengoptimalkan penerapan WtE.
6. Sampah memiliki potensi besar untuk dikelola menjadi energi terbarukan, yang dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan membantu memenuhi kebutuhan

energi yang meningkat di Indonesia. Metode *Waste to Energy* (WtE) mulai mendapatkan perhatian sebagai solusi untuk mengatasi masalah penumpukan limbah dan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Dukungan pemerintah melalui kebijakan dan proyek pembangunan pembangkit listrik tenaga sampah sangat penting, terutama di kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, dan Bali. Namun, tantangan seperti kebutuhan teknologi ramah lingkungan, kesadaran masyarakat, dan dukungan dari berbagai pihak harus diatasi agar pengaplikasian WtE dapat berfungsi dengan baik dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Faiqohtul, N. (2022). Mekanisme Teknologi pengelolaan Sampah Menjadi Sumber Energi Listrik Terbarukan. *Jurnal Technopreneur (JTech)* 1(2), 10-16.
- Herlia, Naziroh Faiqohtul (2022). Mekanisme Teknologi Pengolahan Sampah Menjadi Sumber Energi Listrik Terbarukan. *Jurnal Technopreneur (JTech)* 10(2):10-16. doi: 10.30869/jtech.v10i2.962.
- Maula, Puti NI'matul (2024). Revitalisation Of Bantargebang Integrated Landfill (TPST) Into Electrical Energy Through Waste-To-Energy (Waste-To-Energy Comparison With Sweden). *Forschungsforum Law Journal*,1(1), 15-23
- Nair, R. B., P. R. Lennartsson, and M. J. Taherzadeh. 2017. *Bioethanol Production From Agricultural and Municipal Wastes*. Elsevier B.V.
- Rafika, A., Hardini, M., Ardianto, A., & Supriyanti, D. (2022). Face Recognition based Artificial Intelligence With AttendX Technology for Student Attendance. *International Conference on Science and Technology (ICOSTECH)* 5(2), 1-7.
- Rahardja, Untung, Qurotul Aini, Frizca Budiarty, Muhamad Yusup, and Alwiyah Alwiyah. (2021). Socio-Economic Impact of Blockchain Utilization on Digital Certificates. *Aptisi Transactions on Management (ATM)* 5(2), 106-111. doi: 10.33050/atm.v5i2.1508.
- Rahardja, Untung, Ninda Lutfiani, and Sindy Amelia (2019). Creative Content Marketing In Scientific Publication Management In Industrial Era 4.0. *Aptisi Transactions on Management (ATM)* 3(2), 168-178. doi: 10.33050/atm.v3i2.991.
- Romy, Muhammad, Kurnia Safitri, Zayyan Syafiqah Aggistri, and Mella Ismelina F. Rahayu. (2023). Analisa Potensi Pembangkit Limbah Menjadi Energi Tpa Pembuangan Limbah Di Indonesia Menuju SDGs. *JSL Jurnal Socia Logica* 3(1):1-11.
- Sudaryono, Untung Rahardja, and Ninda Lutfiani. (2020). The Strategy of Improving Project Management Using Indicator Measurement Factor Analysis (IMF) Method. *Journal of Physics: Conference Series* 1477(3). doi: 10.1088/1742-6596/1477/3/032023.
- Taufiqurrohman, Muhammad, and Maulana Yusuf. (2022). Pemanfaatan Energi Terbarukan Dalam Pengolahan Daur Ulang Limbah. *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan Dan Teknologi Informasi* 1(1), 46-57. doi: 10.34306/mentari.v1i1.141.
- Williams, Alexander, and Ellen Dolan. (2020). Application of Blockchain Technology in E-LoA Technopreneurship Journal. *Aptisi Transactions On Technopreneurship (ATT)* 2(1), 98-103. doi: 10.34306/att.v2i1.74.

Wirjawan, John Kevin, and Mieke Choandi.
(2024). Implementasi Arsitektur Berkelanjutan Dengan Pengelolaan Sampah Melalui Sistem Teknologi Waste To Energy (Wte). *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, 6(1), 295–310. doi: 10.24912/stupa.v6i1.27474.