



Jurnal Cakrawala Maritim Volume 9 No 1 Tahun 2026
e-ISSN: 2620-7850 | p-ISSN: 2620-5637

Jurnal Cakrawala Maritim

<http://jcm.ppns.ac.id>

Pelatihan *Waste-to-Energy* Guna Mencapai Pengelolaan Limbah Padat yang Berkelanjutan

Tarikh Azis R^{1,*}, Denny Dermawan², Anda Iviana Juliani³, Ulvi Pri Astuti², Dika Rahayu W⁴, Lely Pramesti⁵, Novi Eka Mayangsari², Tanti Utami Dewi², Mirna Apriani², Sryang Tera Sarena^{2,6}

¹*Program Studi D3 Teknik Bangunan Kapal, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, 60111, Indonesia*

²*Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, 60111, Indonesia*

³*Program Studi D4 Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, 60111, Indonesia*

⁴*Program Studi S2 Teknik Keselamatan dan Risiko, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, 60111, Indonesia*

⁵*Program Studi D4 Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, 60111, Indonesia*

⁶*University of Nottingham, Nottingham, Inggris*

Abstrak. Isu global yang memberikan dampak kepada setiap individu adalah timbunan limbah padat. Disisi lain, Indonesia belum mengelola timbunan limbah padat dengan baik. Kondisi ini berdampak negatif bagi lingkungan. Hal ini mendorong Pemerintah Indonesia untuk mengelola sampah agar mencapai target 100% sampah terkelola pada 2029. Tujuan ini dapat tercapai dengan adanya kolaborasi antar lembaga guna mendukung dan mencapai tujuan tadi. Permasalahan ini mendorong adanya sinergi lintas sektor yang melibatkan pemerintah, akademisi, dan praktisi. Kerja sama antara CYCU Taiwan, RCBA Taiwan, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS), dan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS) merupakan langkah strategis dalam memperkuat kapasitas daerah khususnya dalam

aspek pengelolaan sampah menjadi energi. Kegiatan ini diharapkan dapat menjadi wadah berbagi pengetahuan, praktik terbaik, serta penguatan kapasitas teknis dalam pengembangan teknologi *Waste-to-Energy* yang aplikatif, efisien, dan berkelanjutan, sekaligus memperkuat jejaring riset dan kolaborasi internasional dalam pengelolaan limbah.

Katakunci: Kolaborasi internasional, Limbah menjadi energi, Pelatihan, Pengelolaan sampah

Abstract. A global issue that affects every individual is solid waste generation. On the other hand, Indonesia has not managed solid waste generation properly. This condition has a negative impact on the environment. This has prompted the Indonesian government to manage waste in order to achieve the target of 100% waste management by 2029. This goal can be achieved through collaboration between institutions to support and achieve the aforementioned goal. This problem encourages cross-sector synergy involving the government, academics, and practitioners. The collaboration between CYCU Taiwan, RCBA Taiwan, Surabaya State Shipping Polytechnic (PPNS), and Adhi Tama Surabaya Institute of Technology (ITATS) is a strategic step in strengthening regional capacity, particularly in the aspect of managing waste into energy. This initiative is expected to serve as a platform for sharing knowledge, best practices, and technical capacity building in the development of applicable, efficient, and sustainable Waste-to-Energy technology, while also strengthening research networks and international collaboration in waste management.

Keywords: International collaboration, Training, Waste management, Waste to energy

1. Pendahuluan

Isu global yang memberikan dampak kepada setiap individu adalah timbulan limbah padat. Konsumsi dan pengelolaan timbulan limbah padat merupakan konsekuensi dari sikap yang diambil oleh pemerintah atau individu sehingga berdampak pada kesehatan, produktivitas, dan kebersihan (Kaza et al., 2018). Indonesia menghasilkan timbulan limbah padat rata-rata 23.071.954,84 ton/tahun yang berasal dari berbagai macam sumber. Timbulan limbah padat tersebut didominasi dari sektor rumah tangga (56,13%), pasar (13,67%) dan perniagaan (7,84%). Selain itu, jumlah timbulan limbah padat yang dapat dikelola sebesar 8.063.856,67 ton/tahun (Deputi Bidang Pengelolaan Sampah, Limbah dan B3, 2025). Namun, pemerintah Indonesia berupaya untuk mencapai target 100% sampah terkelola pada 2029 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2025b). Pengelolaan dan pemanfaatan kembali limbah ini harus dioptimalkan agar tujuan ini dapat tercapai.

Selain itu, kolaborasi antar lembaga juga menjadi salah satu opsi guna mendukung dan mencapai tujuan tadi.

Propinsi Jawa Timur sebagai salah satu lokasi titik nadi perekonomian dan industri di Indonesia menghadapi tantangan dan berupaya mencari mitigasi mengenai dampak timbulan limbah padat yang dihasilkan oleh masyarakat hingga industri. Hal tersebut mendorong munculnya regulasi *Circular Economy dan Extended Producer Responsibility (EPR)* dimana diatur pada Permen LHK no 75 tahun 2019 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2025a). Regulasi ini mendorong terciptanya ekonomi sirkular sehingga terjadi peningkatan efisiensi penggunaan akhir timbulan limbah padat. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah *Waste-to-Energy (WtE)* dimana timbulan limbah padat dikonversi panas dan listrik atau, sebagai alternatif, memproduksi bahan bakar berkelanjutan dalam bentuk padat, cair, dan gas (Ronda et al., 2023). *Waste-to-Energy* memainkan peranan penting dalam pengelolaan timbulan limbah padat dan mengisi permintaan dan pasokan energi terbarukan (Lisbona et al., 2023). Oleh karena itu, pirolisis, gasifikasi, atau pembakaran menjadi strategi yang jelas dalam pemanfaatan timbulan limbah pada guna menghasilkan energi terbarukan (Dong et al., 2019; Syed-Hassan et al., 2017). Banyak negara telah berhasil menerapkan regulasi dan teknologi *Waste-to-Energy* bahkan hingga skala produksi listrik (Adu et al., 2025). Taiwan, Jerman dan Brazil merupakan contoh negara yang telah menjadi berhasil dalam melaksanakan regulasi dan teknologi *Waste-to-Energy* (Dadario et al., 2023; Tsai et al., 2023; Weber et al., 2020). Penerapan *Waste-to-Energy* menghadapi beberapa tantangan seperti perlunya penguatan kapasitas pemerintah daerah, peningkatan koordinasi antar tingkat pemerintahan, serta penguatan dimensi sosial. Disisi lain, pemanfaatan limbah sebagai energi juga sejalan dengan agenda nasional guna menunjang target *net zero emission 2060* dan keberhasilan indikator *Sustainable Development Goals*, khususnya SDGs 6, 7, 11, 12, dan 13 (Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional, 2025).

Berdasarkan kompleksitas permasalahan tersebut, diperlukan sinergi lintas sektor yang melibatkan pemerintah, akademisi, dan praktisi. Kerja sama antara CYCU Taiwan, RCBA Taiwan, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS), dan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS) merupakan langkah strategis dalam memperkuat kapasitas daerah melalui kegiatan *Regional Forum and International Training on Waste to Energy*. Kegiatan ini diharapkan dapat menjadi wadah berbagi pengetahuan, praktik terbaik, serta penguatan kapasitas teknis dalam pengembangan teknologi *Waste-to-Energy* yang aplikatif, efisien, dan berkelanjutan, sekaligus memperkuat jejaring riset dan kolaborasi internasional dalam pengelolaan limbah.

2. Kajian Pustaka

Waste-to-energy (WtE) didefinisikan sebagai proses produksi energi dari bahan limbah, yang dapat diubah menjadi energi listrik dan/atau panas (Bosmans et al., 2013). Teknologi *waste-to-energy* yang ada dapat dikategorikan menjadi dua kelompok yang berbeda (Bosmans et al., 2013; Meng et al., 2016). Kelompok pertama mencakup metode pembakaran konvensional, yang melibatkan ekstraksi panas secara langsung dari bahan limbah melalui pembakaran. Kelompok kedua mencakup teknologi yang lebih canggih yang memprioritaskan daur ulang limbah menjadi sumber energi sekunder, seperti bahan bakar terbarukan padat, cair, dan gas. Teknologi ini menggunakan pendekatan dua tahap, pertama mendaur ulang limbah dan kemudian membakar bahan bakar yang dihasilkan. Pendekatan ini telah terbukti menghasilkan energi termal dan listrik secara lebih ramah lingkungan dan efisien dibandingkan dengan metode pembakaran konvensional.

Teknologi konversi termokimia yang paling umum dan ekonomis untuk pengolahan limbah berkalori tinggi adalah sebagai yaitu pembakaran penuh; oksidasi parsial melalui gasifikasi; pirolisis atau dekomposisi termal bahan organik tanpa oksigen; dan teknologi berbasis plasma, yang menggabungkan pirolisis atau gasifikasi bahan organik dengan vitrifikasi plasma limbah anorganik (Bosmans et al., 2013; Lam et al., 2016). Bahan biomassa organik, yang meliputi kayu, limbah pertanian, dan limbah organik, terdiri utama dari karbon, hidrogen, dan oksigen. Energi yang tersimpan dalam bahan-bahan ini disebabkan oleh sifat kimia strukturalnya. Proses termokimia yang terjadi pada fase ini melibatkan pemecahan ikatan kimia dan reorganisasi atom, yang mengakibatkan pelepasan energi yang tersimpan (Shahnazari et al., 2020). Metode biologis mencakup fermentasi anaerobik (AD), fermentasi, dan kompos (Cucina et al., 2022).

Indonesia memiliki beberapa fasilitas *waste-to-energy* yang tersebar di beberapa wilayah di Indonesia berdasarkan Perpres No. 35 Tahun 2018 dan dipercepat melalui Perpres No. 109 Tahun 2025. Indonesia memiliki 2 lokasi fasilitas *waste-to-energy* yang telah dari 2021 yang berlokasi Benowo, Surabaya dan Putri Cempo, Surakarta. Beberapa fasilitas *waste-to-energy* masih dalam tahap pembangunan perencanaan. Gasifikasi dan pirolisis merupakan teknologi yang umum digunakan di beberapa fasilitas *waste-to-energy* di Indonesia (Astuti et al., 2026). Konversi termokimia, gasifikasi dan pirolisis semakin populer sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan pembakaran tradisional, berkat efisiensi mereka dalam mengekstraksi energi dari bahan baku limbah pertanian, kehutanan, dan peternakan (Foong et al., 2024).

3. Metode

Tim berupaya untuk menyelesaikan dan mencari solusi atas permasalahan *Waste-to-energy* (WtE) di Jawa Timur. Hal ini mendorong pengalokasian metode pelatihan dalam kegiatan ini. Diseminasi ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan

praktek teknologi *Waste-to-Energy* yang telah berkembang di berbagai negara sehingga dapat diaplikasikan di Jawa Timur. Peserta akan menerima informasi mengenai pengelolaan limbah dan *Waste-to-Energy* yang aplikatif, efisien, dan berkelanjutan. Peserta kegiatan ini adalah perwakilan akademisi dari berbagai perguruan tinggi, industri dan pemangku kebijakan di Jawa Timur. Kegiatan ini berlangsung di Grha Dewaruci Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Kegiatan ini melalui beberapa tahapan yaitu:

1. Tahap persiapan.

Langkah ini melibatkan beberapa fase persiapan kegiatan seperti proses perijinan, diseminasi program dan jadwal pelaksanaan kegiatan.

2. Tahap pelaksanaan

Metode pelatihan dipilih tim peneliti agar permasalahan *Waste-to-energy* (WtE) di Jawa Timur dapat diselesaikan. Pengetahuan, pemahaman, dan panduan praktis diberikan kepada peserta perihal teknologi *Waste-to-energy* (WtE) yang sudah berkembang (Novianarenti et al, 2025). Kegiatan terbagi menjadi beberapa rangkaian seperti berikut:

- Distribusi Poster

Poster digital didistribusikan kepada calon peserta melalui media daring. Poster disebar ke Dinas Lingkungan Hidup Jawa Timur, Perguruan Tinggi di Jawa Timur yang memiliki Prodi Teknik Lingkungan dan Industri. Poster memberikan informasi tentang topik, jadwal kegiatan, pembicara, dan manfaat yang ditawarkan selama program.

- Registrasi Peserta

Peserta mendaftar dan mengisi formulir Google. Formulir pendaftaran ini mengumpulkan alamat email peserta guna mendistribusikan sertifikat digital.

- Pelaksanaan Pelatihan

Pelatihan terbagi menjadi beberapa sesi yaitu berbagi pengetahuan dan diskusi. Narasumber yang terlibat dalam kegiatan ini adalah Hanifah Dwi Nirwana, S.T., M.T. sebagai Deputy Pengelolaan Sampah dan Limbah B3 Kementerian Lingkungan Hidup RI dan *Director of Resource Circulation Industry Booster Association* (RCBA) Taiwan.

3. Monitoring dan evaluasi.

Monitoring dan evaluasi dilaksanakan oleh tim pengabdian agar mengetahui dampak diseminasi pengolahan limbah dan teknologi *Waste-to-Energy*. Kendala dalam pengolahan limbah dan teknologi *Waste-to-Energy* juga akan dievaluasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat telah berhasil dilakukan secara offline di Grha Dewaruci Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya pada 16 Desember 2025. Kegiatan ini dihadiri oleh 165 peserta yang berasal dari perwakilan Dinas Lingkungan Hidup, dosen dari Perguruan Tinggi di Jawa Timur dan mahasiswa. Kegiatan ini memiliki tema *Waste Management to Low-Carbon Waste-to-Energy Solutions*. Narasumber yang terlibat dalam kegiatan ini adalah Hanifah Dwi Nirwana, S.T., M.T. sebagai Deputy Pengelolaan Sampah dan Limbah B3 Kementerian Lingkungan Hidup RI dan *Director of Resource Circulation Industry Booster Association (RCBA)* Taiwan. Kegiatan ini memberikan beberapa capaian strategis, baik dari aspek peningkatan kapasitas, penguatan jejaring, maupun diseminasi pengetahuan, sebagai berikut

1. Peningkatan pemahaman dan kapasitas stakeholder
Konsep pengelolaan limbah berkelanjutan dan teknologi *Waste-to-Energy (WtE)* yang berorientasi rendah karbon telah berhasil ditingkatkan dari kegiatan ini. Selain itu, aspek praktik terbaik (*best practices*) penerapan WtE di Taiwan dan negara maju juga telah disampaikan dalam kegiatan ini.
2. Transfer pengetahuan dan penguatan kompetensi teknis
Kegiatan ini menciptakan transfer pengetahuan antara pakar internasional dari CYCU dan RCBA Taiwan dengan peserta di Indonesia. Teknologi pemanfaatan limbah sebagai energi, pendekatan ekonomi sirkular, serta integrasi kebijakan EPR dan pengurangan emisi menjadi aspek yang pengetahuan dan kompetensi teknis yang dibahas pada kegiatan ini.
3. Terbentuknya jejaring dan peluang kolaborasi internasional
Diskusi yang berlangsung membuka peluang mengenai riset bersama, program pelatihan berkelanjutan, pertukaran dosen dan mahasiswa, dan pengembangan proyek percontohan antar pemerintah daerah, perguruan tinggi, dan mitra internasional. Jejaring ini diharapkan mampu menunjang pengembangan di *Waste-to-Energy* Jawa Timur.
4. Kontribusi terhadap pengembangan kebijakan dan program daerah
Pemerintah daerah mendapatkan masukan strategis khususnya mengenai *Circular Economy, Extended Producer Responsibility (EPR)*. Aspek yang didukung mengenai pemanfaatan limbah sebagai energi.



Gambar 1. Sesi Penyampaian Materi dari Narasumber



Gambar 2. Sesi Foto Bersama antara Narasumber dan Peserta

4. Kesimpulan

Pelatihan *waste-to-energy* telah berhasil dilakukan di Grha Dewaruci Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Pelatihan mengenai *waste-to-energy* memberikan dampak positif bagi peserta yang berasal dari perwakilan Dinas Lingkungan Hidup, dosen dari Perguruan Tinggi di Jawa Timur dan mahasiswa. Pelatihan ini memberikan capaian strategis mengenai konsep pengelolaan limbah berkelanjutan dan teknologi *waste-to-energy* (WtE) yang berorientasi rendah karbon, transfer pengetahuan, terbentuknya jejaring dan peluang kolaborasi internasional dan kontribusi terhadap pengembangan kebijakan dan program daerah. Hal ini diharapkan mampu menunjang *target net zero emission 2060* dan keberhasilan indikator *Sustainable Development Goals*, khususnya SDGs 6, 7, 11, 12, dan 13.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada *Resource Circulation Industry Booster Association (RCBA)* dan PPNS yang telah memberikan bantuan dana selama kegiatan ini berlangsung.

Daftar Pustaka

- Adu, T. F., Mensah, L. D., Rockson, M. A. D., & Kemausuor, F. (2025). Trends and challenges in waste-to-energy technologies: A bibliometric analysis focused on developing countries. *Cleaner Waste Systems*, 12, 100438. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2025.100438>
- Astuti, S. P., Setiyaningrum, I. F., Yenneti, K., Rinelda, A. P., & Septianingrum, D. N. (2026). Unpacking energy (in)justice in Indonesia's waste-to-energy initiatives. *Energy Research & Social Science*, 131, 104494. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2025.104494>
- Bosmans, A., Vanderreydt, I., Geysen, D., & Helsen, L. (2013). The crucial role of Waste-to-Energy technologies in enhanced landfill mining: A technology review. *Journal of Cleaner Production*, 55, 10–23. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.05.032>
- Cucina, M., Tacconi, C., Gigliotti, G., & Zadra, C. (2022). Integration of anaerobic digestion and composting allows safety recovery of energy and nutrients from AFB1 contaminated corn. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(5), 108356. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.108356>
- Dadario, N., Gabriel Filho, L. R. A., Cremasco, C. P., Santos, F. A. D., Rizk, M. C., & Mollo Neto, M. (2023). Waste-to-Energy Recovery from Municipal Solid Waste: Global Scenario and Prospects of Mass Burning Technology in Brazil. *Sustainability*, 15(6), 5397. <https://doi.org/10.3390/su15065397>
- Deputi Bidang Pengelolaan Sampah, Limbah dan B3. (2025). *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*. <https://portal-sipsn.kemenvh.go.id>
- Dong, J., Tang, Y., Nzihou, A., & Chi, Y. (2019). Key factors influencing the environmental performance of pyrolysis, gasification and incineration Waste-to-Energy technologies. *Energy Conversion and Management*, 196, 497–512. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.06.016>
- Foong, S. Y., Chan, Y. H., Yek, P. N. Y., Lock, S. S. M., Chin, B. L. F., Yiin, C. L., Lan, J. C.-W., & Lam, S. S. (2024). Microwave-assisted pyrolysis in biomass and waste valorisation: Insights into the life-cycle assessment (LCA) and techno-economic analysis (TEA). *Chemical Engineering Journal*, 491, 151942. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.151942>
- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Kementerian Lingkungan Hidup, R. I. (2025a). *Ekonomi Sirkular*. <https://kemenvh.go.id/contents/18/Ekonomi->

Weber, K., Quicker, P., Hanewinkel, J., & Flamme, S. (2020). Status of waste-to-energy in Germany, Part I – Waste treatment facilities. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 38(1_suppl), 23–44. <https://doi.org/10.1177/0734242X19894632>