

Non-Hazardous Waste Management Analysis of Aircraft Operations to Improve Airside Area Aviation Safety in I Gusti Ngurah Rai Airport

Analisis Penanganan Limbah Non-B3 Hasil Pengoperasian Pesawat Udara Untuk Meningkatkan Keselamatan Penerbangan di Area Sisi Udara Bandara I Gusti Ngurah Rai

Gilbert NL. Siregar, Ubaedillah, Imam Sonhaji

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang, Banten

Email: nicor364r@gmail.com

Abstract - The rapid growth of the air transportation sector has significantly increased the production of non-hazardous waste in the airside area of airports. This study aims to analyze the non-hazardous waste management system from aircraft operations at I Gusti Ngurah Rai International Airport to improve aviation safety. This research employs a descriptive qualitative approach, utilizing observation, semi-structured interviews, and field documentation. The findings reveal that non-hazardous waste management remains suboptimal, characterized by the absence of Temporary Storage Sites (TPS), lack of formal Standard Operating Procedures (SOP), and weak inter-unit coordination. These conditions potentially cause waste accumulation in active operational areas, increasing the risk of Foreign Object Debris (FOD) and compromising flight safety. The study recommends the construction of TPS in compliance with safety standards, establishment of SOPs, implementation of digital control systems, and capacity building through continuous training. The implementation of these strategies is expected to create an orderly, clean operational environment that supports aviation safety at I Gusti Ngurah Rai Airport.

Keywords: Non-Hazardous Waste, Aviation Safety, Temporary Storage Site, Standard Operating Procedure, Inter-Unit Coordination

Abstrak – Pertumbuhan sektor transportasi udara yang pesat berdampak signifikan terhadap peningkatan produksi limbah non-B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) di area sisi udara bandar udara. Kajian ini dilakukan untuk menganalisis sistem penanganan limbah non-B3 hasil pengoperasian pesawat udara di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai, dengan tujuan meningkatkan keselamatan penerbangan. Metode yang digunakan yakni pendekatan kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data berupa observasi, wawancara semi-terstruktur, dan dokumentasi lapangan. Hasil kajian menunjukkan bahwa pengelolaan limbah non-B3 belum optimal. Hal ini ditandai dengan tidak tersedianya Tempat Penampungan Sementara (TPS) serta belum adanya Standar Operasional Prosedur (SOP) yang terdokumentasi. Kondisi ini berpotensi menyebabkan penumpukan limbah pada area operasional aktif yang dapat meningkatkan risiko *Foreign Object Debris* (FOD) dan mengganggu keselamatan penerbangan. Kajian ini merekomendasikan pembangunan TPS yang memenuhi standar keselamatan, penyusunan SOP penanganan limbah, penerapan sistem pengendalian berbasis digital, serta peningkatan kapasitas sumber daya manusia melalui pelatihan berkelanjutan. Implementasi strategi tersebut diharapkan mampu menciptakan lingkungan operasional yang tertib, bersih, dan mendukung keselamatan penerbangan di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai.

Kata Kunci: Limbah non-B3, Keselamatan Penerbangan, Tempat Penampungan Sementara, Standar Operasional Prosedur, Koordinasi Antarunit

1. PENDAHULUAN

Transportasi udara merupakan salah satu sektor yang berkembang pesat di Indonesia, dengan pertumbuhan penumpang rata-rata 15% per tahun dalam satu dekade terakhir [1]. Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai merupakan pintu gerbang utama pariwisata nasional. Pada tahun 2024 bandar udara ini mencatat 142.169 pergerakan pesawat atau

sekitar 390 pergerakan per hari. Tingginya aktivitas tersebut menghasilkan volume limbah non-B3 yang signifikan, meliputi sisa makanan, kemasan plastik, dan barang habis pakai lainnya. Apabila tidak dikelola dengan baik, limbah tersebut berpotensi menjadi *Foreign Object Debris* (FOD) atau benda asing yang berpotensi membahayakan penerbangan, sehingga dapat mengancam keselamatan penerbangan [2].

Secara global, pengelolaan limbah di bandar udara telah menjadi perhatian utama, terutama dalam konteks keselamatan dan keberlanjutan lingkungan. Studi oleh Baxter et al. [3] menunjukkan bahwa bandar udara dengan sistem pengelolaan limbah terintegrasi mampu mengurangi risiko FOD pada area sisi udara bandar udara. Namun, implementasi di bandar udara Indonesia masih menghadapi tantangan, seperti belum tersusunnya Standar Operasional Prosedur (SOP) dan koordinasi antarunit yang belum optimal [4]. Temuan ini selaras dengan temuan Akbar & Musadek [5] yang mengidentifikasi bahwa penumpukan limbah di area sisi udara dapat mengganggu operasional dan meningkatkan risiko kecelakaan.

Teori *circular economy* yang diusulkan oleh Guo et al. [6] menekankan pentingnya pendekatan sistematis dalam pengelolaan limbah, termasuk pemilahan, daur ulang, dan pemanfaatan teknologi. Namun di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai, keterbatasan fasilitas Tempat Penampungan Sementara (TPS) khusus limbah non-B3 dan belum adanya SOP formal menyebabkan alur pengelolaan limbah tidak efisien, sehingga meningkatkan potensi terbentuknya FOD di area operasional aktif [5].

Permasalahan utama dalam kajian ini adalah belum optimalnya penanganan limbah non-B3 di area sisi udara Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai, yang berpotensi mengganggu keselamatan penerbangan. Menurut Xu et al. [7], FOD yang berasal dari limbah yang tidak tertangani dapat merusak mesin pesawat atau mengganggu pergerakan kendaraan operasional. Selain itu, ketiadaan TPS dan SOP yang jelas juga menyebabkan limbah sering diletakkan di lokasi yang tidak semestinya, seperti dekat *aviobridge* (garbarata) atau *apron* (tempat parkir pesawat udara), sehingga meningkatkan risiko kecelakaan [8].

Konteks kajian ini sangat relevan dengan Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai, yang merupakan bandar udara internasional dengan lalu lintas pesawat yang padat. Karakteristik khusus bandar udara ini, seperti tingginya volume penumpang dan frekuensi penerbangan, mengharuskan pengelolaan limbah yang efisien dan tertib [9]. Namun, studi terdahulu seperti yang dilakukan oleh Berliana [4] menunjukkan bahwa pengelolaan limbah non-B3 di bandar udara ini masih belum memenuhi standar regulasi, seperti Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 54 Tahun 2017.

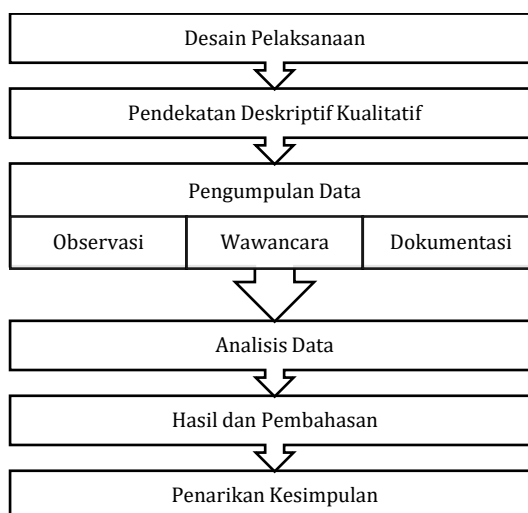
Research gap dari studi ini terletak pada belum adanya analisis komprehensif mengenai strategi penanganan limbah non-B3 yang terintegrasi dengan sistem keselamatan penerbangan di

Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai. Sebagian besar kajian sebelumnya berfokus pada aspek teknis pengelolaan. Namun, kajian-kajian tersebut belum mempertimbangkan dampaknya terhadap keselamatan operasional. Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi penanganan limbah non-B3 dan merumuskan strategi pengembangan yang dapat meminimalkan risiko keselamatan.

Manfaat teoretis dari kajian ini adalah pengembangan model penanganan limbah berbasis keselamatan yang dapat diadopsi oleh bandar udara lain di Indonesia. Secara praktis, hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi pengelola bandar udara dalam menyusun SOP, membangun TPS, dan memperkuat koordinasi antarunit. Dengan demikian, kajian ini tidak hanya berkontribusi pada literatur akademis tetapi juga memberikan solusi nyata bagi peningkatan keselamatan penerbangan di Indonesia.

2. METODE PELAKSANAAN

Kajian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif (Gambar 1) untuk memperoleh gambaran mendalam mengenai sistem penanganan limbah non-B3 hasil pengoperasian pesawat udara di area sisi udara Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai [10]. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses pengumpulan dan pengangkutan limbah di *apron* dan *aviobridge*, wawancara semi-terstruktur dengan petugas *ground handling*, operator *aviobridge*, pengangkut limbah, dan *supervisor Apron Movement Control* (AMC), serta dokumentasi lapangan berupa foto dan catatan kondisi aktual [11], [12].



Gambar 1. Skema Pelaksanaan

Subjek meliputi personel yang terlibat langsung dalam penanganan limbah non-B3 di area sisi udara, dengan studi kasus pada titik-titik aktivitas operasional di *apron* dan *aviobridge*. Data primer diperoleh dari hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi, sedangkan data sekunder berasal dari literatur ilmiah, regulasi yang relevan seperti Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 54 Tahun 2017, dan teori pengelolaan limbah berbasis *circular economy*.

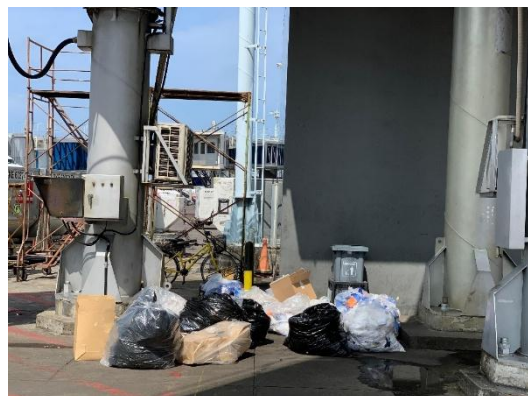
Uji validitas data dilakukan dengan *triangulasi* sumber dan metode untuk memastikan akurasi serta konsistensi informasi. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan praktik di lapangan terhadap ketentuan regulasi dan teori pengelolaan limbah modern. Selanjutnya, digunakan pendekatan evaluatif untuk mengidentifikasi kesenjangan antara pelaksanaan dan standar, yang menjadi dasar perumusan rekomendasi perbaikan guna mendukung keselamatan penerbangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

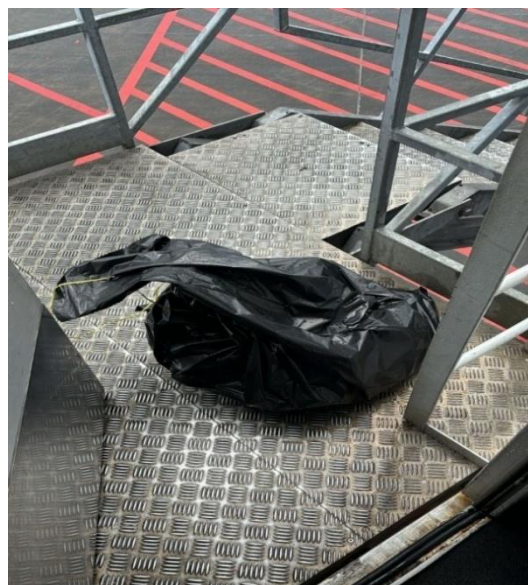
Pelaksanaan penanganan limbah non-B3 hasil pengoperasian pesawat udara di area sisi udara Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai telah berjalan melalui serangkaian prosedur rutin yang melibatkan berbagai unit kerja terkait, seperti *ground handling*, operator *aviobridge*, dan pengangkut limbah. Proses pengumpulan limbah dilakukan setelah penumpang meninggalkan pesawat, dengan limbah seperti sisa makanan, kemasan plastik, serta barang habis pakai dikumpulkan di *apron* sebelum diangkut ke luar area sisi udara.

Meskipun pengumpulan berjalan rutin, ditemukan adanya ketidakefektifan dalam alur pengelolaan limbah. Temuan ini selaras dengan kajian Kurniawan [13] yang menyebutkan bahwa pengelolaan limbah di bandar udara Indonesia pada umumnya masih belum terstruktur dengan baik dalam alur kerja antarunit, khususnya dalam pengelolaan non-B3, sehingga menyebabkan potensi akumulasi limbah di area sisi udara.

Berdasarkan hasil observasi, ketiadaan TPS khusus untuk limbah non-B3 menjadi penyebab utama penumpukan limbah di lokasi yang tidak semestinya, seperti dekat *apron* atau tangga *aviobridge* (Gambar 2 dan 3). Minimnya ketersediaan TPS ini selaras dengan temuan Aji dan Jasmine [14] yang menegaskan bahwa infrastruktur limbah yang terbatas di area vital bandar udara dapat menghambat pengelolaan limbah secara efektif serta meningkatkan risiko lingkungan dan operasional.



Gambar 2. Penumpukan Limbah Pada Saat Jam Sibuk di Area Apron



Gambar 3. Peletakan Limbah di Tangga Aviobridge

Koordinasi antarunit juga ditemukan tidak optimal. Tidak adanya sistem pengendalian berbasis digital serta komunikasi lintas unit yang cenderung informal menyebabkan sering terjadinya keterlambatan pengangkutan limbah, terutama pada jam sibuk penerbangan. Kelemahan koordinasi ini sejalan dengan kajian Yunanto [15], yang menunjukkan bahwa sistem koordinasi non-terstruktur dapat memperbesar risiko operasional akibat penanganan limbah yang tidak tepat waktu.

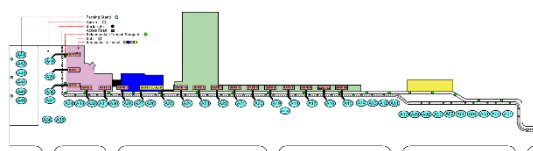
Dari aspek prosedural, belum adanya Standar Operasional Prosedur (SOP) tertulis secara resmi juga memperburuk pengelolaan limbah. Hasil wawancara menunjukkan bahwa sebagian besar petugas tidak memperoleh pedoman teknis formal dan hanya mengandalkan pengetahuan praktik lapangan. Kajian oleh Fauzi [16] juga menemukan kondisi serupa di sektor pengelolaan limbah perkotaan, dimana tidak adanya SOP dapat meningkatkan ketidakteratur-

an dalam penanganan limbah. Dalam konteks bandar udara, tidak adanya SOP bukan hanya menyebabkan inkonsistensi prosedural, tetapi juga memperbesar risiko keselamatan penerbangan.

Risiko FOD akibat limbah non-B3 yang tidak dikelola dengan baik menjadi dampak nyata yang ditemukan di lapangan. Keberadaan limbah di jalur kendaraan pada *apron* dapat mengganggu kelancaran operasional serta menimbulkan ancaman serius terhadap keselamatan penerbangan. Studi oleh Aji dan Jasmine [14], menegaskan bahwa limbah non-B3 yang tidak tertangani pada fasilitas transportasi dapat berpotensi menjadi sumber bahaya lingkungan dan keselamatan, termasuk sebagai FOD di area penerbangan. Secara keseluruhan, kondisi pengelolaan limbah non-B3 di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai menunjukkan adanya tantangan serius terkait ketersediaan infrastruktur, efektivitas koordinasi, kepatuhan prosedural, serta pengendalian risiko keselamatan.

Strategi Pengembangan Penanganan Limbah Non-B3

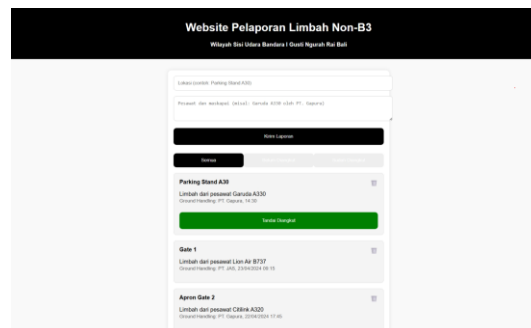
Strategi pengembangan penanganan limbah non-B3 di area sisi udara Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai diarahkan pada empat aspek utama yang saling berkaitan dan saling mendukung untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah serta keselamatan penerbangan. Pertama, pengadaan TPS (Gambar 4) menjadi prioritas utama. Berdasarkan hasil observasi, ketiadaan TPS menyebabkan limbah non-B3 kerap ditumpuk di sekitar *apron* dan *aviobridge* yang tidak sesuai standar keamanan operasional. Studi di Bandar Udara Ahmad Yani Semarang juga mengidentifikasi bahwa TPS dengan desain tertutup dan lokasi strategis mampu mengurangi risiko limbah berserakan di area sisi udara [17]. Dengan menyediakan TPS yang sesuai dengan standar Peraturan Menteri Perhubungan PM 54 Tahun 2017, pengelolaan limbah dapat berjalan lebih tertib dan mengurangi potensi limbah menjadi FOD.



Gambar 4. Rekomendasi Penempatan Tempat Penampungan Sementara (TPS) di Area Sisi Udara

Kedua, penguatan koordinasi antarunit yang dapat ditingkatkan melalui penggunaan sistem informasi digital (Gambar 5). Dengan

implementasi sistem digital, pengangkutan limbah dapat disesuaikan secara dinamis dengan jadwal pergerakan pesawat sehingga tidak mengganggu lalu lintas *apron*.



Gambar 5. Desain Konseptual Website Pemantauan Penanganan Limbah Non-B3 hasil pengoperasian pesawat

Ketiga, penyusunan dan penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) penanganan limbah non-B3 juga menjadi langkah penting. Studi kasus di Bandar Udara Husein Sastranegara menunjukkan bahwa ketidakseragaman SOP antarunit menyebabkan tidak sinkronnya proses pengumpulan dan pengangkutan limbah di area sisi udara [18]. SOP yang terintegrasi akan memberikan panduan jelas mulai dari pengumpulan, pemilahan, penyimpanan, hingga pengangkutan limbah, sekaligus menetapkan tanggung jawab masing-masing unit kerja.

Keempat, peningkatan kapasitas sumber daya manusia (SDM) perlu dilaksanakan secara konsisten. Studi yang dilakukan Utomo [19] mengungkapkan bahwa rendahnya kesadaran tenaga operasional dalam pengelolaan limbah berkontribusi terhadap penumpukan sampah yang tidak terkelola dengan baik di area sisi udara bandar udara. Program edukasi harus mencakup pentingnya kebersihan area sisi udara, prosedur penanganan limbah, serta dampaknya terhadap keselamatan penerbangan. Pelatihan ini tidak hanya ditujukan untuk petugas lapangan tetapi juga melibatkan *supervisor* dan manajemen untuk menciptakan budaya kerja yang berorientasi pada keselamatan dan keberlanjutan.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil kajian, penanganan limbah non-B3 hasil pengoperasian pesawat udara di area sisi udara Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai saat ini belum berjalan optimal, khususnya terkait infrastruktur, prosedur, dan koordinasi antarunit. Kajian ini menunjukkan bahwa belum tersedianya TPS khusus, tidak adanya SOP yang terdokumentasi, serta lemahnya koordinasi antarunit kerja menyebabkan

penumpukan limbah di area operasional aktif yang dapat meningkatkan risiko keselamatan penerbangan akibat FOD. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengadaan fasilitas TPS, penyusunan SOP terintegrasi, penguatan koordinasi berbasis teknologi, dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia merupakan elemen penting dalam perbaikan pengelolaan limbah non-B3.

Kajian ini berkontribusi pada pengembangan model pengelolaan limbah non-B3 yang terintegrasi dengan aspek keselamatan penerbangan. Implementasi temuan ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi bandara lain di Indonesia dalam menciptakan lingkungan operasional yang tertib, bersih, dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Sefrus, S. Priyanto, and M. Zudhy Irawan, "Analisis Awal Permasalahan Transportasi Udara Dan Arah Pengembangan Bandara Di Indonesia," *Jurnal Transportasi*, vol. 17, no. 3, pp. 177–184, 2017.
- [2] D. Nugroho Utomo, "Pengelolaan Sampah di Bandar Udara: Studi Kasus di Bandara Soekarno-Hatta," *Jurnal Pengelolaan Lingkungan*, vol. 8, no. 3, pp. 123–130, 2019.
- [3] G. Baxter, P. Srisaeng, and G. Wild, "An assessment of airport sustainability, part 1-waste management at Copenhagen Airport," *Resources*, vol. 7, no. 1, 2018, doi: 10.3390/resources7010021.
- [4] D. B. Berliana, "Optimalisasi pengelolaan sampah non-b3 hasil pengoperasian pesawat di wilayah sisi udara bandara adi soemarmo," 2024.
- [5] A. P. Akbar and A. Musadek, "Pengaruh Foo (Sampah) Di Sisi Udara Terhadap Keselamatan Dan Keamanan Penerbangan Di Bandar Udara Kalimantan Berau Kalimantan Timur," in *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, 2021, pp. 1–7. [Online]. Available: <https://ejournal.poltekbangsby.ac.id/index.php/SNITP/article/view/1078>
- [6] X. Guo, Y. Gu, Y. Wu, C. Kang, Y. Wang, and T. Zuo, "Can Airport and Social Waste Reduction Measures Have a Synergistic Impact on Passenger Behavior?," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 15, no. 18, 2023, doi: 10.3390/su151813859.
- [7] H. Xu, Z. Han, S. Feng, H. Zhou, and Y. Fang, "Foreign object debris material recognition based on convolutional neural networks," *EURASIP J Image Video Process*, vol. 2018, no. 1, 2018, doi: 10.1186/s13640-018-0261-2.
- [8] B. Pambudi and S. Sutarwati, "Peranan Personel Apron Movement Control Dalam Menjaga Kebersihan Di Sisi Udara Pada Bandar Udara Sultan Hasanuddin Makassar," *Jurnal Manajemen, Bisnis Dan Kewirausahaan*, vol. 2, no. 2, pp. 35–41, 2022, doi: 10.55606/jumbiku.v2i2.299.
- [9] P. D. Yahya and I. F. R. Martanti, "Penerapan Pengawasan Fasilitas Sisi Udara oleh Otoritas Bandar Udara di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar," *JAMPARING: Jurnal Akuntansi Manajemen Pariwisata Dan Pembelajaran Konseling*, vol. 1, no. 2, pp. 201–214, 2023, doi: 10.57235/jamparing.v1i2.1034.
- [10] M. Waruwu, "Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan," *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, vol. 9, no. 2, pp. 1220–1230, 2024, doi: 10.29303/jipp.v9i2.2141.
- [11] Sugiyono, *pdf-metode-penelitian-kuantitatif-kualitatif-dan-rampampd-sugiyono-2020_compress.pdf*. 2020.
- [12] H. Hasan, "Pengembangan Sistem Informasi Dokumentasi Terpusat Pada STMIK Tidore Mandiri," *Jurasik (Jurnal Sistem Informasi Dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 23–29, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.stmik-tm.ac.id/index.php/jurasik/article/view/32>
- [13] B. Kurniawan, *Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Pesisir untuk Mendukung Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Laut*. 2020. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/195785548.pdf#page=125>
- [14] F. N. P. Aji and A. Jasmine, "Penilaian Indeks Risiko Lingkungan (IRBA) TPA Sampah Bandengan, Kabupaten Jepara," *Indonesian Journal of Conservation*, vol. 12, no. 1, pp. 88–96, 2023, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/nju/ijc/article/view/47833>
- [15] R. Yunanto, "Analisis Pelaksanaan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Proyek Pengaman Sungai," 2021. [Online]. Available: <https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/34262>

- [16] A. Fauzi, "Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Analisis Kelayakan Perluasan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Cipeucang Kota Tangerang Selatan," 2016. [Online]. Available: <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/31907>
- [17] R. Rachman, "Kajian Manajemen Lingkungan Bandar Udara Ahmad Yani Semarang," 2007. [Online]. Available: <http://eprints.undip.ac.id/18831/>
- [18] A. M. Raffah and F. Kristiastuti, "Analisis penerapan konsep *eco green airport* dalam menangani pencemaran air limbah di Bandara Internasional Husein Sastranegara Bandung," *Jurnal MANNERS*, 2021, [Online]. Available: <https://blog.unnur.ac.id/index.php/manners/article/view/383/372>
- [19] N. Utomo, "Penanganan Sampah Di Bandar Udara Menurut Standar FAA (*Federal Aviation Administration*)," *Envirotek*, vol. 11, pp. 1–8, 2019, [Online]. Available: <https://envirotek.upnjatim.ac.id/index.php/envirotek/article/download/11/121>