

Sistem Pengelolaan Sampah yang Efisien dan ramah lingkungan

Iman¹, Atie Tri Juniati^{2*}, Aristy Ningtyas¹, Fachriza Putri K.¹, M. Refly¹ dan M. Hiknatullah¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

² Program Studi Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

Abstrak. Manajemen limbah padat adalah persoalan global yang berdampak pada semua individu di seluruh dunia. Penanganan limbah yang tidak tepat akan mencemari samudra, menyumbat saluran air sehingga menyebabkan banjir, menularkan penyakit, meningkatkan masalah pernapasan melalui pembakaran, merugikan hewan yang tidak sengaja mengonsumsi sampah, serta mempengaruhi perkembangan ekonomi, misalnya dalam sektor pariwisata. Makalah ini meninjau literatur tentang sistem pengelolaan sampah yang dijelaskan secara deskriptif, dan menyimpulkan tentang pengelolaan sampah terkini yang mungkin dapat dilaksanakan di Indonesia.

Kata kunci: manajemen; sampah; IoT; berkelanjutan

1. PENDAHULUAN

Pembahasan tentang masalah pengelolaan sampah dan kerangka konsep untuk pengelolaan limbah terpusat telah banyak dilakukan [1]. Sampah perkotaan merupakan salah satu permasalahan kompleks yang dihadapi negara-negara berkembang termasuk Indonesia. Penanganan sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan gangguan kesehatan karena menimbulkan berbagai penyakit, bau yang tidak sedap, pencemaran tanah, air dan kurangnya nilai kebersihan dan keindahan lingkungan (Nugraha et al., 2018).

Sampah kota diartikan sebagai sampah yang dibuang oleh masyarakat kota. Permasalahan sampah kota adalah volume sampah besar dan melebihi daya tampung tempat pembuangan akhir (TPA). Lahan TPA semakin sempit, faktor jarak mengakibatkan mengangkut sampah kurang efektif, teknologi pengolahan sampah tidak optimal, terbatasnya tempat penampungan sampah sementara (TPS), kurangnya sosialisasi dan dukungan pemerintah mengenai pengelolaan sampah, minimnya edukasi dan manajemen diri mengenai pengolahan sampah, dan manajemen sampah tidak efektif [2]



Gambar 1. Sampah plastik di lautan.

Jika limbah tidak dikelola dengan baik, dampaknya bisa membahayakan kesehatan, lingkungan, dan bahkan kemakmuran kita. Limbah yang tidak terkelola dengan baik mencemari lautan, menyumbat saluran air, dan menyebabkan peningkatan banjir serta penyebaran penyakit. Masalah pernapasan yang timbul akibat pembakaran limbah juga merugikan hewan yang tanpa sadar mengonsumsinya, serta berdampak pada ekonomi dan pembangunan [3].

* Corresponding author: atie.juniati@univpancasila.ac.id

2. METODE

Makalah ini disusun dengan Metode Narrative Synthesis dengan menyusun informasi dari berbagai sumber menjadi sebuah narasi atau cerita yang koheren. Sumber pustaka dikumpulkan dari hasil penelitian dan informasi visual dan disajikan secara deskriptif dan naratif agar mudah dipahami.

3. HASIL

Kebijakan Pengelolaan Sampah Di Indonesia

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 81 Tahun 2012 mengatur pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga dengan penekanan pada pengurangan dan penanganan sampah. Pemerintah kabupaten/kota bertanggung jawab untuk mengembangkan kebijakan, strategi, dan rencana pengelolaan sampah, yang mencakup aspek-aspek seperti pengurangan, daur ulang, penggunaan ulang, pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, pembuangan akhir, dan pendanaan untuk jangka waktu minimal 10 tahun.

Implementasi pengelolaan sampah melibatkan langkah-langkah spesifik seperti pemilahan sampah, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pembuangan akhir. Kompensasi untuk dampak negatif dari pembuangan akhir sampah adalah tanggung jawab pemerintah kabupaten, kota, dan negara bagian.

Pengembangan teknik pengelolaan sampah melibatkan para menteri, universitas, lembaga penelitian, badan usaha, dan lembaga swadaya masyarakat. Sistem informasi mencakup berbagai aspek pengelolaan sampah dan peran masyarakat meliputi saran, pertimbangan, nasihat, pendidikan, pelatihan dan partisipasi dalam kebijakan dan strategi.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2021 Tentang Pengelolaan Sampah Pada Bank Sampah

Bank Sampah meliputi pengurangan sampah dan penanganan sampah. Pengurangan sampah dilakukan melalui pemanfaatan kembali sampah dan penanganan sampah dapat dilakukan dengan cara penilaian sampah, pengumpulan sampah, dan pengolahan sampah. Fasilitas Bank sampah dibedakan berdasarkan jenis Bank Sampah yang meliputi Bank Sampah Induk (BSI) dan Bank Sampah Bank Sampah Unit (BSU).

Tata kelola Bank Sampah dibedakan berdasarkan jenis Bank Sampah yaitu BSI dan BSU. Pengelolaan BSI meliputi struktur kelembagaan sesuai kebutuhan, berbentuk badan usaha, cakupan pelayanan di tingkat kota / kabupaten, memiliki nasabah dari BSU, memiliki prosedur operasional standar penyelenggaraan Bank Sampah. Kemudian untuk pengelolaan BSU meliputi, Struktur kelembagaan sesuai kebutuhan, dibentuk oleh kepala kelurahan atau kepala desa, memiliki nasabah seperti rumah tangga, memiliki prosedur operasional standar penyelenggaraan Bank Sampah seperti jam operasional, jadwal dan mekanisme pengumpulan sampah dan pencatatan jenis dan volume sampah yang dilakukan pemilahan, pengumpulan dan pemanfaatan kembali sampah,

Pemerintah atau pemda dapat melakukan kemitraan dengan Bank Sampah dalam melakukan pengelolaan sampah. Dalam melakukan kemitraan pengelolaan sampah, pemerintah dan Pemda memfasilitasi kerja sama seperti Bank Sampah dengan usaha atau kegiatan daur ulang dan Bank sampah dengan produsen. Setelah adanya kerja sama harus adanya pemantauan terhadap struktur kelembagaan sampah, fasilitas bank sampah, kinerja pengelolaan sampah, pelaksanaan kemitraan. Kemudian Evaluasi kegiatan dijadikan dasar pertimbangan keberlanjutan kemitraan pengelolaan sampah dengan Bank Sampah.

Implementasi Bank Sampah

Kurangnya kesadaran masyarakat dan kekurangan regulasi pemerintah yang spesifik terkait pengolahan sampah, termasuk sampah organik dan anorganik, menyebabkan peningkatan volume sampah dari tahun ke tahun. Pemerintah harus mengedukasi masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan sampah dan memberlakukan sanksi yang ketat bagi mereka yang membuang sampah sembarangan agar aturan ini dihormati, sehingga masalah sampah dapat diatasi. Selain peran pemerintah, masyarakat juga berperan penting dalam menjaga lingkungan sekitar. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah memilah sampah untuk daur ulang serta mengingatkan orang lain untuk melakukan hal serupa setiap saat dan di mana pun [4].

Pelaksanaan Bank Sampah pada dasarnya merupakan salah satu bentuk rekayasa sosial untuk mendorong partisipasi masyarakat dalam pemilahan sampah. Keberhasilan pengelolaan sampah melalui Bank Sampah dipengaruhi oleh faktor kelembagaan yang solid, jaringan yang kuat, tingkat kompetensi personel yang tinggi, serta strategi yang mendukung pertumbuhan agresif melalui sosialisasi kepada Masyarakat [5].

Menurut penelitian [6] yang mengevaluasi implementasi kegiatan Bank Sampah (BS) di Provinsi DKI Jakarta dan mengkaji kontribusi pemerintah dalam pengembangan BS, terdapat empat masalah utama yang menghambat pelaksanaan BS. Masalah tersebut meliputi kendala keuangan, kurangnya partisipasi masyarakat sebagai pelanggan BS, kesulitan pemasaran produk BS, dan masalah kepemilikan lahan untuk lokasi BS. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan melibatkan Perguruan Tinggi (PT) sebagai pendamping BS. Bagi PT, berperan sebagai pendamping BS dianggap sebagai bagian dari pengabdian masyarakat, yang merupakan salah satu dari tugas Tri Dharma Perguruan Tinggi. Dengan sumber daya manusia (dosen dan mahasiswa) yang melimpah serta memiliki kompetensi di berbagai bidang, diharapkan PT dapat mengembangkan BS menjadi unit usaha yang profesional, menciptakan lapangan kerja, serta memberikan manfaat bagi pemerintah dan masyarakat sekitar lokasi BS. Insan Perguruan Tinggi dapat membuat rancangan Sistem Informasi Bank Sampah berbasis Web untuk manajemen pengelolaan sampah seperti yang telah dilakukan oleh penelitian [7]–[9] sebagai upaya dalam mewujudkan konsep Green Campus

Pengelolaan Sampah Yang Sudah Dilaksanakan



Gambar 2. Pengumpulan dan daur ulang sampah.

Ada berbagai cara untuk mengurangi sampah plastik, seperti membuat daftar untuk mengonsumsi lebih sedikit plastik dan mengintegrasikannya ke dalam strategi manajemen limbah padat secara menyeluruh. Data dan perencanaan limbah juga menjadi bagian penting dari solusi untuk memahami jumlah dan jenis limbah yang dihasilkan serta lokasi terjadinya. Hal ini dapat membantu pemerintah dalam merumuskan kebijakan yang lebih efektif [1]

Di Indonesia



Gambar 3. TPA bantar gebang.

Masalah sampah di Jakarta belum terselesaikan dari masa lalu hingga saat ini. Bahkan dengan rencana proyek yang akan dilakukan pemerintah untuk mengubah sampah menjadi energi listrik, tampaknya belum sepenuhnya dapat mengatasi jumlah total sampah yang dihasilkan penduduk Jakarta setiap harinya, yang mencapai 7500 ton, hanya di Jakarta saja. [2]



Gambar 4. Mesin musayama.

Metode pengelolaan sampah pada mesin musayama ini terlebih dahulu memisahkan sampahnya dan memilah ragam jenis untuk mengelahnnya lebih lanjut. Sampah non-organik seperti kaca dan plastik yang sudah

dipilah akan dijual ke industri yang mengolah produk daur ulang. Sampah lainnya akan dibawa ke tungku pembakaran namun tak semua dibakar. secara bersamaan material kayu dibakar terlebih dahulu hingga tungku mencapai suhu 800° Celsius. Selanjutnya residu sampah lainnya akan dimasukkan kedalam tungku untuk mengalami proses pirolisis atau dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa adanya oksigen atau reagen lainnya. [10]

Di Istanbul



Gambar 5. Kota metropolitan.

Hampir 16 juta orang tinggal di Istanbul, yang merupakan kota metropolitan, ada sekitar sembilan puluh ribu ton sampah yang kemudian diolah oleh mereka dibuang setiap hari. Truk mengangkut satu juta ton sampah ke lokasi ini setiap tahun. Derek raksasa mengangkat sampah dari bunker limbah dan memasukkannya ke dalam boiler besar. Boiler mengubah energi kinetik menjadi listrik dengan membakar sampah pada suhu 1832 derajat Fahrenheit. Proses ini menghasilkan 85 megawatt daya setiap hari, yang merupakan jumlah yang setara dengan kebutuhan energi harian sekitar 1,4 juta rumah [2]

Di Swedia



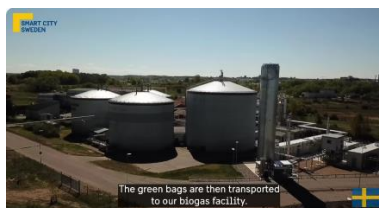
Gambar 6. Proses pengelolaan sampah.

Suatu hari sampah di Swedia akan menjadi konsumsi berkelanjutan.



Gambar 7. Mesin daur ulang.

Untuk mengurangi sampah plastik di Swedia dilakukan sistim deposit. Sistim deposit ini digunakan untuk mengumpulkan dan kemudian mendaur ulang botol plastik dan kaleng minuman. Orang yang membeli minuman akan mendapat potongan harga apabila mereka mengembalikan botol dan kaleng minumannya ke depo [3]



Gambar 8. Kawasan biogas.

Pemerintah Swedia mengubah sampah organik menjadi biogas, yang dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk transportasi. Komponen beracun atau kotoran diubah menjadi pemanas listrik, sehingga tidak dapat didaur ulang. [3]

Di India



Gambar 9. Tempat pemrosesan akhir sampah.

Di negara-negara lain, seperti India, sistem pembuangan terdesentralisasi memecahkan masalah sampah. Limbah biodegradable dipisahkan di lokasi terkecil dan kemudian diproses menjadi kompos, yang menghasilkan biogas untuk memasak. [2]



Gambar 10. Daur ulang sampah.

Metode pengolahan Sampah yang sudah dipilah dapat diubah menjadi barang daur ulang yang berharga dengan menggunakan mesin buatan Treasure. Biasanya, sampah yang dihasilkan oleh nivera plastik dipotong-potong dengan mesin kemudian disortir kembali. Bahan ini digunakan untuk membuat meja dan rak kursi. Kami fokus pada kekuatannya ini bahan, yang tahan air dan panas sepenuhnya. Ini juga bagus karena dapat didaur ulang berulang kali. [11]

Di Korea



Gambar 11. TPA Sanitary.

Orang-orang berpikir bahwa pada tahun 2000-an di Korea Selatan, Kementerian Lingkungan Hidup Korsel membangun TPA saniter terbesar di dunia. Itu menggunakan lahan yang direklamasi dan memiliki kapasitas untuk menampung sampah dari 22 juta orang. [2]

Di Singapura



Gambar 12. Gotong royong membersihkan sampah.

Singapura bukan satu-satunya negara yang menghadapi masalah dan krisis sampah, tetapi negara kecil ini selalu memukau dunia dengan inovasi dan kemajuannya, termasuk dalam menangani sampah. Sementara Indonesia mengumpulkan sampah menjadi gunung, Singapura memiliki strategi pembuangan sampah yang unik, dengan cara menggunakan incinerator. Incinerator dinilai sebagai metode yang sangat efektif dalam mereduksi sampah. Singapura berterima kasih atas setiap meter tanah yang mereka miliki, jadi tidak ada ruang lagi untuk menyimpan sampah. Dengan teknik ini, sampah diolah dalam satu hari. Meskipun polusi telah berkurang selama pandemi, kurangnya aktivitas di luar rumah menyebabkan sampah rumah tangga meningkat.

Hal ini diduga akibat maraknya penggunaan layanan pesan antar dan kebiasaan belanja rumah tangga secara online, seperti di Jakarta. [4]

Di Jepang



Gambar 13. Dermaga pabrik pembakaran sampah.

Dermaga pengelolaan air minum homoku yang ada di distrik Tengah kota Yokohama digunakan untuk menimbun sampah hasil pembakaran dari pabrik pembakaran sampah. Tempat ini merupakan are pembuangan sampah terbesar di Yokohama [5]

Merevolusi Pengelolaan Sampah untuk Masa Depan Berkelanjutan



Gambar 14. Robot dengan sistem AI

Metode AI dan algoritme merupakan cara efisien dan sangat tepat dalam mengelola daur ulang, membuat pengelolaan sampah menjadi lebih mudah. Kamera dengan resolusi tinggi menangkap banyak data visual, memungkinkan algoritme AI untuk membedakan plastik, kertas, logam, dan bahan lainnya dengan mudah. Teknologi inovatif ini memastikan pemisahan yang efisien di fasilitas daur ulang, mendukung masa depan yang lebih ramah lingkungan [12]

What a Waste 2.0: Semua yang Harus Anda Ketahui Tentang Pengelolaan Sampah



Gambar 15. Gudang pengolahan sampah

Metode bank sampah di seluruh dunia berinvestasi dalam pengelolaan sampah yang berkelanjutan untuk mengatasi tantangan terkait infrastruktur, pembiayaan, dan kapasitas. Salah satunya adalah dengan mencatat konsumsi plastik yang lebih sedikit dan mengintegrasikannya ke dalam strategi pengelolaan sampah secara keseluruhan, termasuk data dan perencanaan sampah [13]

Ilmuwan Mengubah Sampah Plastik Menjadi Hidrogen Bersih



Gambar 16. Botol plastik daur ulang.

Metode ini mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar hidrogen yang bersih. Hidrogen ini berguna untuk menghasilkan listrik dan menggerakkan sel bahan bakar, seperti yang ada pada kendaraan listrik yang menggunakan air bersih [14]

Pengelolaan Sampah Terpadu Dan Berkelanjutan

Solusi pengelolaan sampah dengan IoT (*Internet of Things*) menggunakan teknologi sensor, konektivitas internet, dan analisis data untuk meningkatkan efisiensi dalam pengumpulan, pemantauan, dan pengelolaan sampah. Solusi ini berfokus pada mengurangi kebutuhan akan pengambilan sampah yang tidak efisien, mengoptimalkan jadwal pengumpulan, dan memungkinkan pengguna untuk mengambil keputusan berdasarkan data yang dianalisis secara cermat.

Pengelolaan sampah dengan IoT (*Internet of Things*) adalah pendekatan modern dalam mengelola dan memantau sampah menggunakan teknologi sensor dan konektivitas internet. Pendekatan ini melibatkan penggunaan sensor yang dipasang pada tempat sampah untuk mengukur dan memantau level atau volume sampah di dalamnya. Data yang dihasilkan oleh sensor tersebut kemudian dikirimkan secara nirkabel ke platform atau sistem pusat untuk analisis lebih lanjut.

Dengan memanfaatkan teknologi sensor dan konektivitas internet, pengelolaan sampah dengan IoT bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi dampak lingkungan, dan memberikan solusi yang lebih adaptif dan cerdas dalam pengelolaan sampah. Konsep *Internet of Things* (IoT) mulai diperkenalkan pada awal tahun 1980-an, meskipun penerapannya yang lebih luas dan signifikan dimulai pada tahun 2000-an dan terus berkembang hingga sekarang.

Banyak negara di seluruh dunia yang telah menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam pengelolaan sampah mereka. Beberapa di antaranya adalah Amerika Serikat, Jepang, Inggris, Jerman, Swedia, Singapura dan Korea Selatan. Penggunaan teknologi IoT dalam pengelolaan sampah ini terus berkembang di banyak negara lainnya di seluruh dunia sebagai bagian dari upaya untuk menciptakan kota yang lebih cerdas dan ramah lingkungan. Konsep *Internet of Things* (IoT) untuk pengelolaan sampah juga mulai diterapkan di Indonesia. Beberapa kota di Indonesia telah mengadopsi teknologi ini sebagai bagian dari upaya untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah adalah Jakarta, Bandung dan Surabaya. Meskipun masih dalam tahap awal, penggunaan IoT dalam pengelolaan sampah di Indonesia menunjukkan potensi untuk membantu mengatasi tantangan pengelolaan sampah yang ada di kota-kota besar di negara ini. Banyaknya inisiatif dan penelitian yang sedang dilakukan menunjukkan kecenderungan menuju penggunaan teknologi ini dalam waktu yang lebih luas di masa depan. Pengelolaan sampah dengan IoT (*Internet of Things*):



Gambar 17. Rute pengumpulan sampah.

Pengumpulan sampah konvensional rumit dan mahal.



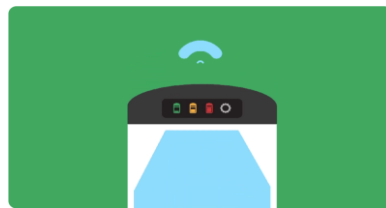
Gambar 18. Armada truk.

Sebelumnya, armada truk seringkali berkeliling di jalan-jalan yang sibuk dengan jadwal yang tidak terorganisir, menggunakan rute yang tidak efektif. Tidak jarang, kegiatan pengumpulan sampah didasarkan pada asumsi tanpa data yang jelas. Tempat sampah memiliki tingkat pengisian yang berbeda, mulai dari hampir penuh hingga setengah penuh. Namun, CleanCUBE dan CleanFLEX mencegah hal ini terjadi.



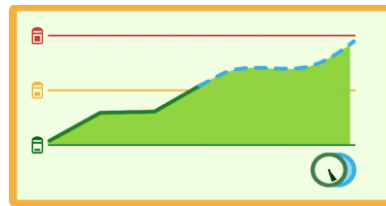
Gambar 19. Armada truk.

Menggunakan CleanCUBE dan CleanFLEX dapat mengatasi masalah ini. Dengan dukungan tenaga surya, CleanCUBE dapat memampatkan sampah hingga delapan kali lipat volume tempat sampah standar. Selain itu, alat ini mengumpulkan data dari sensor, memantau tingkat pengisian, dan jadwal pengumpulan sampah.



Gambar 20. CleanCUBE data sensor.

Namun, CleanFLEX adalah sensor *Internet of Things* (IoT) yang dapat mengidentifikasi zat padat atau cair di tempat sampah konvensional dengan berbagai ukuran dan bentuk. Sensor ini juga dapat memprediksi tingkat pengisian sampah.



Gambar 21. Fitur pengisian.

Setelah produk dipasang, kami mengirimkan semua data ke *CleanCityNetworks*, platform online kami. Di sana, Anda dapat melihat tingkat pengisian, melihat grafik visual, dan mengoptimalkan rute dan jadwal pengumpulan. Selain itu, CCN memiliki fitur prediksi tingkat pengisian. Dengan menggunakan pembelajaran mesin dan menganalisis riwayat Anda, CCN dapat memperkirakan kapan Bin tertentu akan penuh sehingga insiden overflow dihilangkan terlebih dahulu. Data memungkinkan pengguna membuat keputusan dengan CCN. Dengan mengurangi jumlah titik penjemputan, lebih sedikit kendaraan yang dikirim, yang berarti lebih sedikit kebisingan, kemacetan, dan emisi CO₂. Semua data akan terhubung ke *CleanCityNetworks* (CCN), platform online, setelah pemasangan selesai. Tingkat pengisian, grafik visual, dan pengaturan rute dan jadwal pengumpulan semua dapat dilihat di sini. Selain itu, dengan menggunakan pembelajaran mesin dan analisis riwayat, CCN dapat memprediksi tingkat pengisian. Dengan mengetahui kapan tempat sampah akan penuh, tumpahan sampah dapat dihindari. Data yang ada memungkinkan pengguna membuat keputusan dengan CCN. Selain itu, pengelolaan sampah yang efektif mengurangi kebisingan, kemacetan, dan emisi karbon dioksida. Setiap kali ada data baru, pengemudi dapat mengakses rute yang dioptimalkan melalui aplikasi. Pengendara akan mengikuti rute yang sudah ditentukan dan mengetahui tempat sampah mana yang harus dikunjungi. Solusi ini akan menghasilkan penghematan hingga 80% dalam jumlah penggunaan truk, bahan bakar yang digunakan, dan waktu yang lebih efisien.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan bentuknya, sampah dapat dibedakan menjadi sampah padat, cair, alam, konsumsi, manusia dan radioaktif. Sampah padat adalah sampah yang berwujud padat. Sampah padat dapat berupa sampah rumah tangga: sampah dapur, kebun, plastik, metal, gelas dan lain-lain. Sampah organik dan anorganik termasuk sampah padat. Sampah ini dapat dibedakan berdasarkan kemampuan diurai oleh alam atau biodegradability

menjadi sampah padat biodegradable (sampah yang dapat diuraikan oleh proses biologi) dan sampah padat non-biodegradable (tidak dapat diuraikan oleh suatu proses biologi). Sampah padat non-biodegradable ada dua jenis yaitu *recyclable* (dapat diolah kembali) dan *non-recyclable* (tidak dapat diolah kembali). Sampah Cair adalah bahan cairan yang telah digunakan dan tidak diperlukan lagi seperti limbah. Limbah adalah sampah cair yang dihasilkan dari aktivitas industri. Limbah dapat dibagi menjadi dua yaitu limbah hitam dan limbah rumah tangga. Limbah hitam adalah sampah cair yang mengandung patogen berbahaya yang berasal dari toilet, sedangkan limbah rumah tangga adalah sampah cair yang dihasilkan dari dapur, kamar mandi, dan tempat cucian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Bank, Réalisateur, *What a Waste 2.0: Everything You Should Know About Solid Waste Management.* [Film]. 2018.
- [2] Kumparan, Réalisateur, *Jakarta Sumbang Bantargebang 7.500 Ton Sampah Per Hari, Solusinya?* [Film]. 2022.
- [3] Sweden, Réalisateur, *Waste Management.* [Film]. 2022.
- [4] D. Fakta, Réalisateur, *BAGAIMANA NEGARA SINGAPURA BISA BEBAS DARI MASALAH SAMPAH?* [Film]. 2022.
- [5] Nihongo Ganbarou, Réalisateur, *Ini Rahasia Bersihnya Negara Jepang.* [Film]. 2021.
- [6] N. e. al, 2018.
- [7] Nugraha dan et al.
- [8] <https://www.youtube.com/@fintelics>, Réalisateur, *AI and Recycling: Revolutionizing Waste Management for a Sustainable Future.* [Film]. 2023.
- [9] fintelics, Réalisateur, *AI and Recycling: Revolutionizing Waste Management for a Sustainable Future.* [Film]. 2023.
- [10] WorldBank, Réalisateur, *What a Waste 2.0: Everything You Should Know About Solid Waste Management.* [Film]. 2018.
- [11] TheWorldOfScienceCo, Réalisateur, *Scientists Converted Plastic Waste Into Clean Hydrogen Fuel.* [Film]. 2022.
- [12] DWIndonesia, Réalisateur, *Bagaimana Cara Sampah Diubah Menjadi Listrik di Ethiopia.* [Film]. 2021.
- [13] DWIndonesia, Réalisateur, *Kelola Sampah Jadi Produk Bernilai Guna dengan Mesin Musayama.* [Film]. 2020.
- [14] DWIndonesia, Réalisateur, *Ratusan Ton Sampah Plastik Diolah Jadi Furnitur Pakai Mesin dari India Ini! Indonesia Perlu Tiru!* [Film]. 2023.
- [15] EcubeLabs, Réalisateur, *IoT Solutions - Smart Waste Management.* [Film]. 2019.
- [16] kumparan, Réalisateur, *Jakarta Sumbang Bantargebang 7.500 Ton Sampah Per Hari, Solusinya?* [Film]. 2022.
- [17] Interestingengineeringofficial, Réalisateur, *How To Turn Waste Into Electricity.* [Film]. 2022.
- [18] sweden, Réalisateur, *Waste Management.* [Film]. 2022.