

STRATEGI PENERAPAN SUSTAINABLE LANDFILL DI TERNATE

Suci Elvira Abdurrahman¹⁾ Mustamin Rahim^{2)*} Enda Harisun²⁾

¹⁾Program Magister Arsitektur, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

²⁾Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Khairun, Ternate.

*mustamin@unhair.ac.id

Abstrak: Masalah sampah kota adalah volume sampah yang melebihi daya tampung pada tempat pembuangan akhir dan lahan yang semakin sempit, terbatasnya tempat pembuangan sementara, serta faktor jarak yang mengakibatkan pengangkutan sampah kurang efektif. Pengelolaan sampah yang tidak sustainable menimbulkan dampak negatif pada kesehatan, lingkungan, dan sosial ekonomi sehingga perlu adanya kawasan yang dapat menampung seluruh sampah dengan pengelolaan sistem sustainable. Studi ini bertujuan untuk menganalisis strategi dan konsep desain sustainable landfill melalui studi literatur, observasi lapangan, dan desain bangunan. Konsep desain ini diharapkan menjadi acuan dan rekomendasi terhadap perbaikan TPA Takome Kota Ternate menjadi sustainable landfill. Strategi desain yang diterapkan adalah menggabungkan sustainable landfill dengan sarana edukasi dan ruang terbuka hijau yang terdiri dari dua kawasan yaitu area primer (pengolahan sampah) dan area sekunder (penunjang).

Kata kunci: Sampah, Sustainable Landfill, Edukasi, TPA Takome

I. PENDAHULUAN

Ternate adalah kota otonom yang dibentuk dengan Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1999 tentang Pembentukan Kotamadya Ternate dan diresmikan pada tanggal 27 April 1999, dan juga termasuk dalam kategori kota orde I dengan fungsi kota sebagai pusat wilayah kegiatan (PWK) sehingga Kota Ternate harus memiliki fasilitas umum yang dapat mendukung kebutuhan kota dan mengurangi dampak dari kepadatan penduduk seperti permasalahan sampah karena tumpukan sampah dapat menimbulkan penyakit dan masalah lingkungan [1]. Pengelolaan sampah diperkotaan khususnya kota-kota berkembang menjadi masalah yang serius, banyak peneliti menyampaikan bahwa salah satu kendala kebersihan kota adalah pengelolaan sampah yang tidak berkelanjutan sehingga terlihat tumpukan sampah di sudut-sudut kota. Menurut Dinas Kebersihan Kota Ternate bahwa produksi sampah tahunan dari 190.184 jiwa penduduk Ternate mencapai 542 m³ dan hanya sekitar 226 m³ (42%) yang dapat diangkut ke TPA. Ini menunjukkan bahwa penanganan sampah masih bermasalah, selain itu hanya menggantungkan sistem pengelolaan sampah secara landfill (TPA), dalam pengelolaan sampah berkelanjutan sistem landfill merupakan solusi terakhir karena dapat merusak lingkungan.

Sistem landfill akan terus menjadi tujuan akhir pengelolaan sampah khususnya di Negara-negara berkembang, sehingga sangat penting pembangunan landfill berkelanjutan karena masalah sampah dari seluruh masyarakat pada akhirnya dialihkan ke TPA dan akan menimbulkan masalah lingkungan dan sosial masyarakat (bertentangan dengan keadilan intra-generatif); dampak limbah saat ini dapat ditransfer ke generasi mendatang karena potensi reaktivitas jangka panjang pada landfill [2].

Konsep berkelanjutan adalah dapat memenuhi kebutuhan saat ini tanpa membahayakan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhannya, sehingga dibutuhkan kawasan untuk sustainable landfill serta dapat menjadi sarana edukasi dan ruang terbuka hijau bagi masyarakat. Oleh karena itu dalam studi ini akan menganalisis strategi desain sustainable landfill untuk mengurangi dampak lingkungan dan sebagai rekomendasi terhadap pemerintah untuk melakukan perbaikan TPA menjadi TPA sustainable atau ramah lingkungan.

II. LANDASAN TEORI

Perencanaan Tata Ruang

Pengembangan TPA saniter melalui beberapa fase: pemilihan lokasi TPA (proses investigasi lokasi), identifikasi lokasi TPA (melalui dokumentasi perencanaan) dan elaborasi kondisi, elaborasi dokumentasi konstruksi (teknis), konstruksi landfill. Proses penentuan lokasi landfill sangat penting dan harus memenuhi faktor perlindungan terhadap lingkungan utamanya tanah, air, udara, nilai lansekap, serta perlindungan kesehatan populasi. selain itu, harus menganalisis dampak yang akan di timbulkan serta upaya meminimalisir dampak negatif dan penggunaan lahan secara rasional [3].

Pembangunan TPA dianggap sebagai kegiatan nonekonomi sehingga harus memilih lokasi TPA yang efektif dan dapat dibangun dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan sekitarnya yang dapat mendukung rasionalitas dan remediasi TPA yang direncanakan atau rehabilitasi [4]. Untuk kebutuhan perencanaan, desain, konstruksi, dan eksploitasi, perlu dipastikan bahwa disetiap lokasi TPA memenuhi beberapa hal: (1) keamanan sanitasi dan warga sekitarnya, serta personel yang bekerja di tempat pembuangan sampah (2) perlindungan air tanah, udara, tanah dan permukaannya dari polusi, (3) penggunaan lahan yang rasional, menghemat lahan (peningkatan level pemadatan limbah menggunakan mesin khusus, serta ketinggian pengendapan), (4) Mesin dan peralatan yang dibutuhkan untuk semua jenis pekerjaan [5].

Ada dua kelompok kriteria dalam penentuan lokasi sanitari landfill. *Pertama* kriteria eksklusi yang digunakan pada fase pertama dalam proses pemilihan lokasi TPA. Kriteria eksklusi merupakan kondisi spesifik lokasi yang meliputi kriteria: (1) Jarak dari elemen sumber daya alam (aliran air, sumber air, sumber daya alam yang dilindungi). (2) Jarak dari elemen antropogenik site (fasilitas infrastruktur, pemukiman, struktur budaya yang dilindungi). (3) Morfologi site, (4) Karakteristik hidrologi dan geologi site, (5) Kondisi degradasi site, (6). Rekomendasi dari otoritas lokal dalam bentuk perjanjian antar perusahaan dan pemerintah. *Kedua* adalah evaluasi dan analisis lokasi yang diklasifikasikan kedalam beberapa kelompok dasar, diantaranya: (1) kriteria ekologi dan lingkungan.(2) kriteria spasial, sosial, dan sosial ekonomi.(3) kriteria teknis dan operasional [5].

Sustainability

Jack A. Kramers dalam Kurniasih [6] “*Sustainable Architecture is response and an expression of celebration of our existence and respect for the world around us*”. Kelly Hart [7] mengungkapkan ada 13 prinsip arsitektur berkelanjutan antara lain: *Small Is Beautiful, Heat With The Sun, Keep Your Cool, Let Nature Cool Your Food, Be Energy Efficient, Conserve Water, Use Local Material, Use Natural Materials, Save The Forest, Recycle Materials, Built To Last, Grow Your Food, Share Facilities*. Ini menunjukkan bahwa seseorang harus respon dan peduli terhadap plestarian lingkungan untuk memenuhi kebutuhan dan kenyamanan hidup saat ini dan generasi selanjutnya.

Pembangunan berkelanjutan didefinisikan pada Johannesburg Summit 1987 [8]: pembangunan yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Menurut Johannesburg Summit: lingkungan dipandang sebagai salah satu dari tiga pilar pembangunan berkelanjutan dan menunjukkan interkoneksi esensinya dengan dua pilar lainnya, yaitu pilar ekonomi dan sosial (lihat gambar 1).

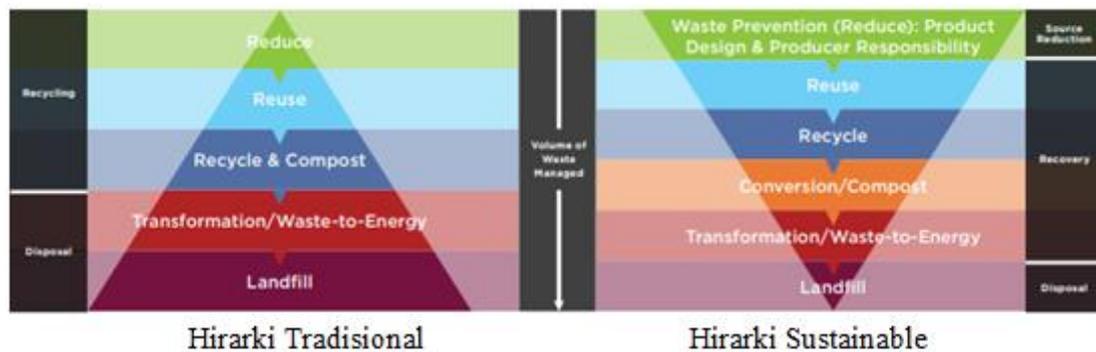
Konsep berkelanjutan adalah ide untuk mempertahankan sumber daya saat ini untuk generasi masa depan meskipun sumber daya digunakan untuk tujuan yang berbeda. Ada banyak faktor yang mempengaruhi keberlanjutan dan dampaknya bervariasi dari satu negara ke negara lain, tergantung pada faktor politik, sosial ekonomi, dan lingkungan. Skenario ini lebih rumit di Asia karena industrialisasi dan urbanisasi yang cepat dan perubahan komposisi sampah dan tingkat produksi. Teknologi pengelolaan sampah umumnya konservatif di Asia dan kebutuhan untuk pengelolaan sampah terpadu sangat penting [9].



Gambar 1. Pilar Sustainable [10].

Strategi Sustainable Landfill

Pengelolaan sampah berkelanjutan bertujuan untuk mencegah dampak negatif pengelolaan sampah. Penyediaan sustainable landfill membutuhkan biaya yang besar [11] sehingga kesuksesan penerapan TPA sustainable landfill harus didukung dengan kebijakan pemerintah yang optimal dalam pendanaan dan regulasi [12]. Gambar 2 menunjukkan hirarki pengelolaan sampah, pada hirarki yang lama atau tradisional nampak sistem landfill yang paling banyak dan upaya pengurangan timbulan sampah yang paling kecil jumlahnya, namun pada paradigma baru atau sistem sustainable merupakan kebalikan dari sistem tradisional dengan sistem landfill paling sedikit dan sistem reduce yang paling banyak.



Gambar 2. Hirarki Pengelolaan Sampah [13].

Tempat pembuangan sampah dapat dianggap berkelanjutan jika ruang udara, proses, penggunaan produk, dan residu berada pada posisi optimal dan tidak menimbulkan efek negatif pada lingkungan yang terdeteksi. Cossu et al. [14] telah menemukan bahwa terlepas dari teknik stabilisasi yang ditingkatkan, potensi untuk mencemari tetap ada di tempat pembuangan sampah. Kurian et al. [15] menyatakan bahwa ada ribuan tempat pembuangan sampah tua di seluruh negara berkembang yang merupakan ancaman bagi kesehatan manusia. Penambangan TPA diusulkan sebagai metode untuk merehabilitasi lingkungan melalui pengelolaan TPA berkelanjutan terutama untuk negara-negara berkembang. Proses penambangan TPA meliputi penggalian, penyaringan, dan pemisahan bahan dari TPA ke dalam berbagai komponen termasuk tanah, bahan yang dapat didaur ulang dan residu. TPA dapat direhabilitasi dan direkayasa secara tepat untuk digunakan kembali sebagai tempat pembuangan akhir baru yang dirancang dengan sistem berkelanjutan. Setelah proses penambangan, sampah yang tersisa dapat digunakan untuk memproduksi bahan bakar (*waste energy*) dan sisanya ditimbun kembali menjadi sel-sel yang direkayasa. Strategi ini dapat meminimalisir dampak negatif landfill serta memperpanjang masa penggunaannya [16].

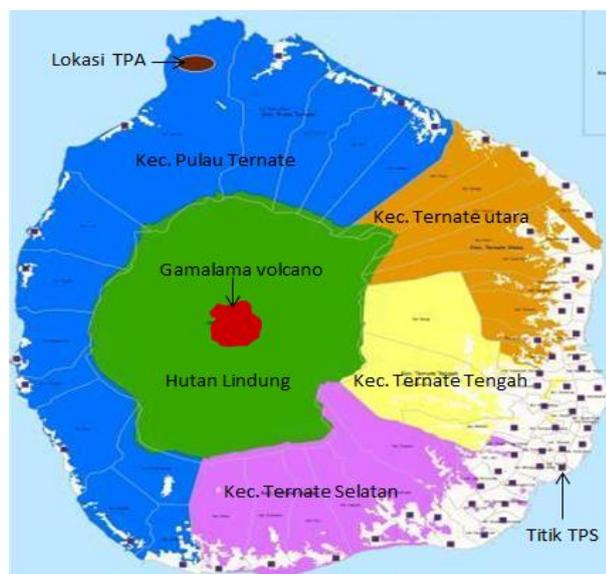


Gambar 3. Landfill Semakau Singapura [17].

Gambar 3 menunjukkan Landfill Semakau Singapura yang dilengkapi dengan fasilitas sistem landfill berkelanjutan seluas 350 hektar, mulai beroperasi 1999 dan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pembuangan sampah hingga 2035. Tanggul batu membungkus sebagian laut lepas Pulau Semakau dan Pulau Sakeng untuk menciptakan ruang pembuangan sampah. Tanggul dilapisi dengan membran kedap air dan lapisan tanah liat jadi lindi sampah tidak merembes ke laut sehingga sebagian besar terumbu karang di sepanjang pantai barat Pulau Semakau tetap utuh serta hutan bakau tetap tumbuh subur [18].

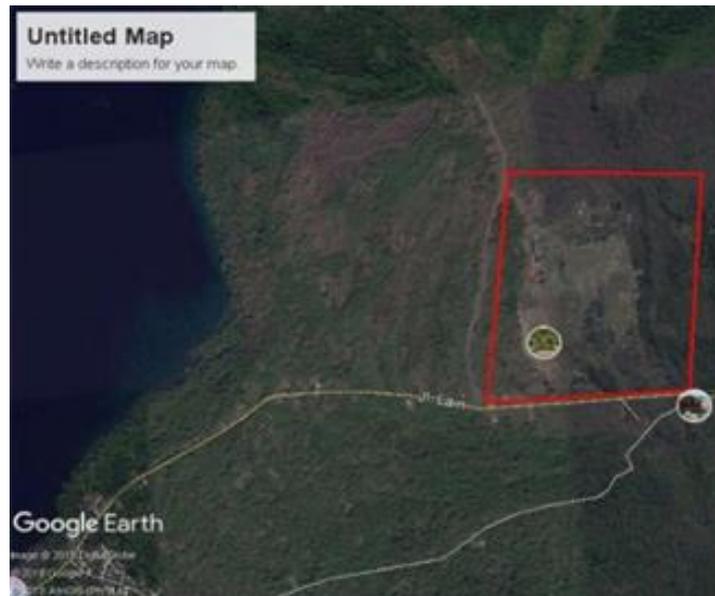
III. METODOLOGI

Studi ini menggabungkan penelitian pustaka, observasi lapangan, dan desain bangunan. Penelitian pustaka untuk mendapatkan data yang terkait dengan teori dan standar perancangan sustainable landfill. Studi lapangan dilakukan dengan observasi langsung ke lokasi landfill untuk penelusuran data existing dan kondisi TPA lama, serta melakukan wawancara dengan warga sekitar untuk mengetahui respon masyarakat terhadap kondisi TPA dan penerapan sustainable landfill. Analisis data menggunakan analisis deskriptif berdasarkan kaidah-kaidah perancangan sustainable landfill, diantaranya analisis penentuan tapak dan lingkungan, kebutuhan lahan dan ruang, teknologi ramah lingkungan.



Gambar 4. Peta Kota Ternate [19].

Berdasarkan analisis dan kriteria yang dipersyaratkan SNI 03-3241-1994 tentang tata cara pemilihan lokasi TPA, maka lokasi TPA Takome dapat dikembangkan menjadi sustainable landfill yang terletak di wilayah Kelurahan Takome, Kecamatan Pulau Ternate (lihat gambar 4 dan 5), dengan kondisi site sebagai berikut: (1) Sebagai fungsi startegis pengembangan pelayanan regional, sesuai dengan RTRW Kota Ternate. (2) Kondisi site relatif datar dengan kemiringan lereng 0-25 (3) luas lahan TPA yang tersedia 60 hektar dan 32 hektar untuk kawasan bangunan sustainable landfill (4) Jarak dari bandar udara Sultan Baabullah sekitar 35 km, (5) Jarak site dengan pemukiman terdekat 3 km. (6) Tidak termasuk dalam kawasan produktif.



Gambar 5. Lokasi TPA Ternate.

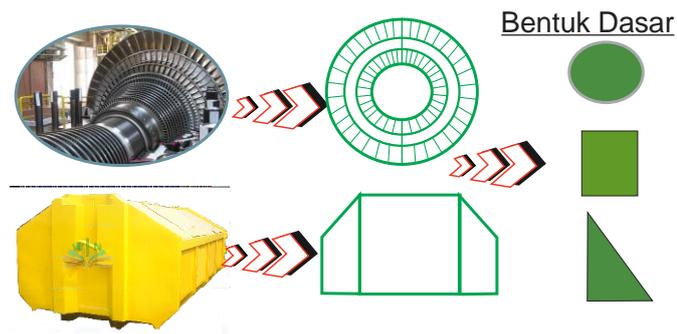
IV. DESAIN SUSTAINABLE LANDFILL

Bentuk dan Tampilan Bangunan

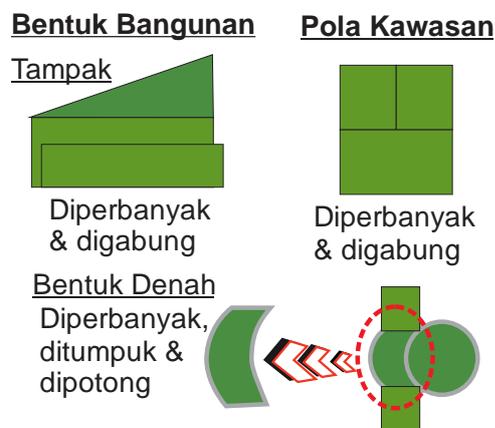
Konsep bentuk sustainable landfill mengambil filosofi dari dua bentuk yaitu bentuk turbin incinerator dan bak sampah (lihat gambar 6). Incinerator merupakan sebuah mesin pembakaran sampah yang menghasilkan gas metana dan turbin merupakan komponen penting sebab hasil pembakaran akan diputar oleh turbin sehingga menjadi motor penggerak dan menghasilkan listrik yang bermanfaat bagi masyarakat. Filosofi turbin incinerator ini dalam bangunan menyimbolkan pengelolaan sampah yang lancar sejak dari sumbernya hingga proses sustainable di TPA dan sebagai sumber energi (*waste energy*).

Bak sampah sebagai tempat penampungan sampah sementara sebelum pengangkutan ke tempat pembuangan akhir sehingga filosofi bak sampah menyimbolkan sistem pengelolaan sampah sustainable yang dapat mawadahi semua produksi sampah Kota Ternate. Gabungan filosofi bak sampah dan turbin incinerator menyimbolkan sistem sustainable yang berputar (beroperasi) dengan lancar dan mawadahi semua produksi sampah, sebagai sarana edukasi dan ruang terbuka hijau, serta pemanfaatan energi terbarukan.

Kawasan landfill dibagi menjadi dua area, yaitu area primer (pengolahan sampah) dan area sekunder (penunjang). Area primer, berdasarkan pertimbangan untuk pengoptimalan lahan (area pengurangan), serta memudahkan kegiatan operasional dan sirkulasi maka konsep bentuk dasar dibuat persegi (lihat gambar 7). Area sekunder, konsep dasar lingkaran yang diambil dari bentuk dan cara kerja turbin incinerator yaitu berputar.



Gambar 6. Konsep Dasar
(Sumber: Penulis)

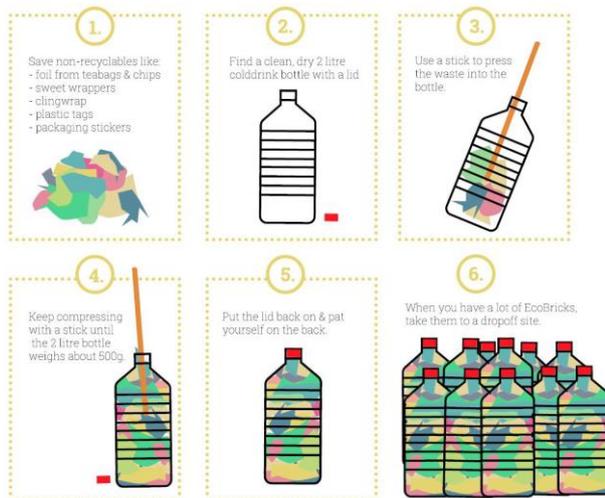


Gambar 7. Konsep Bentuk Bangunan.
(Sumber: Penulis)

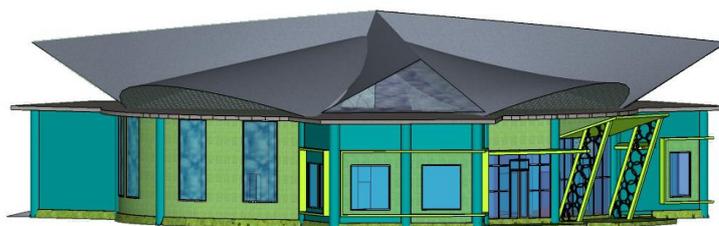
Material dan Struktur

Konsep material bangunan dititik beratkan pada penggunaan material ramah lingkungan. Salah satu strategi arsitektur berkelanjutan yang dapat diterapkan di Maluku Utara adalah pemanfaatan material ramah lingkungan seperti material daur ulang atau re-use [20]. Material dinding menggunakan *ecobrick* (lihat gambar 8) baik dari botol plastik maupun dari botol kaca yang digunakan pada hampir seluruh bangunan dikawasan landfill termasuk gedung edukasi sampah yang menjadi *point of interest*. Pondasi keseluruhan bangunan dikawasan landfill menggunakan pondasi telapak. Material atap menggunakan atap multiroof yang digabungkan dengan panel surya sebagai *skylight* dan sumber energi, rangka atap dari baja ringan. Material lantai menggunakan keramik warna bekas dan pecahan botol serta sampah plastik yang disusun secara acak membentuk susunan warna tak beraturan dan dipoles akhir dengan resin agar halus dan merata. Energi yang digunakan pada kawasan landfill yaitu bersumber dari incinerator yang memanfaatkan pengolahan sampah menjadi sumber daya listrik dan energi listrik dari panel surya untuk seluruh kawasan landfill. Sumber daya energi di Ternate sangat terbatas sehingga wajib melakukan penghematan dan pengembangan energi alternatif seperti pemanfaatan solar energi pada bangunan [21-22]. Menurut Rahim [23] limpahan solar energi pada daerah pantai dan pegunungan sangat potential sehingga pemanfaatan solar energi di Ternate dapat dikembangkan karena merupakan daerah pegunungan yang dikelilingi lautan.

how to make an eco brick



Gambar 8. Material Ecobrick [24].



Gambar 9. Gedung Edukasi Sampah.
(Sumber: Hasil Desain Penulis)

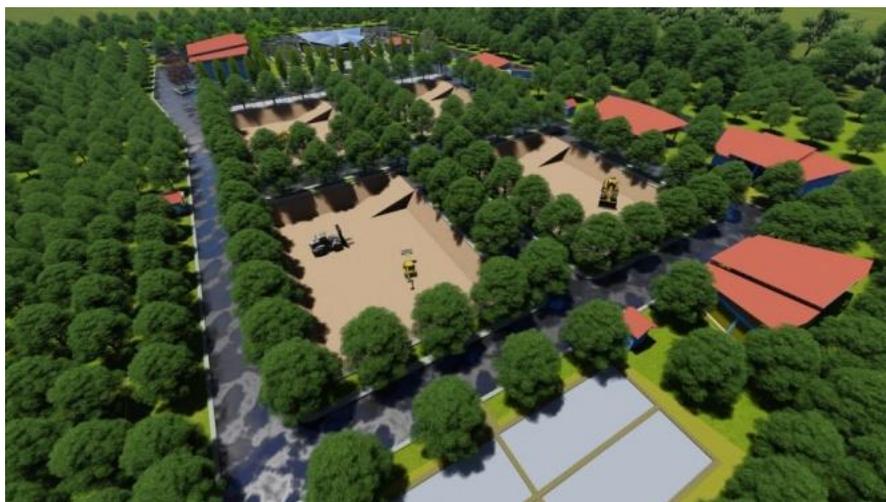
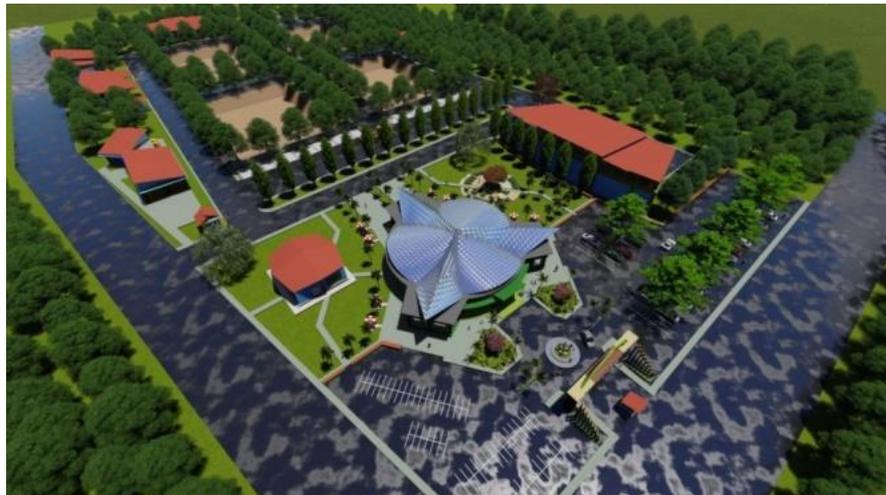
Hasil Desain Sustainable Landfill



Gambar 10. Block Plan.
(Sumber: Hasil Desain Penulis)



Gambar 11. Gerbang Landfill.
(Sumber: Hasil Desain Penulis)



Gambar 12. Kawasan Landfill.
(Sumber: Hasil Desain Penulis)



Gambar 13. Gedung Edukasi Sampah.
(Sumber: Hasil Desain Penulis)



Gambar 14. Interior Gedung Edukasi Sampah
(Sumber: Hasil Desain Penulis)

V. KESIMPULAN

Hirarki penanganan sampah sustainable menunjukkan sistem 3R (Reduce, Re-Use, Recycle) merupakan prioritas utama, kemudian sistem komposit dan *waste to energy*, dan solusi terakhir adalah sustainable landfill. Strategi desain sustainable landfill di Ternate adalah menggabungkan sustainable landfill dengan sarana edukasi dan ruang terbuka hijau yang terdiri dari dua kawasan yaitu area primer (pengolahan sampah) dan area sekunder (penunjang).

Bentuk dan tampilan bangunan menggabungkan filosofi bentuk turbin incinerator dan bak sampah sebagai simbol sistem pengelolaan sampah sustainable yang berputar (beroperasi) dengan lancar dan dapat mewadahi semua produksi sampah Kota Ternate. Material bangunan menggunakan material ramah lingkungan; material dinding menggunakan ecobrick dari botol plastik dan botol kaca. Material lantai dari keramik bekas, pecahan botol, dan sampah plastik yang disusun secara acak membentuk susunan warna tak beraturan. Atap bangunan menggunakan multiroof kombinasi panel surya dengan rangka baja ringan.

Dalam pengelolaan sampah berkelanjutan, perlu adanya regulasi yang kuat dan detail dalam mengatur sistem pengelolaan sampah secara menyeluruh. Kerjasama antara pemerintah, pihak swasta, dan masyarakat sangat menentukan keberhasilan penerapan sustainable landfill.

REFERENSI

- [1] Mubarak, A., Aryuni, V.T. 2019. *Pemetaan Resiko Penyakit Akibat Timbulan Sampah Domestik di Kota Ternate Menggunakan Sistem Informasi Geografis*. Jurnal Instek, 4(1) 61-70.
- [2] Lang, Daniel J., et al. 2007. *Sustainability Potential Analysis (SPA) of Landfills—A Systemic Approach: Initial Application Towards A Legal Landfill Assessment*. Journal of Cleaner Production, 15(17), 1654-1661.
- [3] Josimović, B. 2003. *Implementation of Environmental Management System in Spatial Planning*. Master's Thesis. Belgrade: Faculty of Geography.
- [4] UK Department for the Environment 1995. *Landfill Design, Construction and Operation Practice*.
- [5] Josimovic, B dan Maric, I. 2012. *Methodology for the Regional Landfill Site Selection*. Chapters, in: Sime Curkovic (ed.), Sustainable Development - Authoritative and Leading Edge Content for Environmental Management, IntechOpen.
- [6] Kurniasih, S. 2003. *Evaluasi Tentang Penerapan Prinsip Berkelanjutan (Sustainable Architecture)*. Universitas Budi Luhur, Jakarta.
- [7] Kelly Hart. 2006. *Thirteen Principles of Sustainable Architecture*. <http://www.greenhomebuilding.com/articles/susarch.htm>.
- [8] WCED 1987. *World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford.
- [9] Agamuthu, P., Fauziah, S., Khidzir, K., Aiza, A.N. 2007. *Sustainable Waste Management Asian Perspectives*. In Proceedings of The International Conference on Sustainable Solid Waste Management.
- [10] Sivakumar-Babu, G.L., Lakshmikanthan, P., Santhosh, L.G. 2017. *Assessment of Landfill Sustainability*. Sustainability Issues in Civil Engineering, Springer Press. 257-269.
- [11] Ngoc, U.N., and Schnitzer, H. 2009. *Sustainable Solutions for Solid Waste Management in Southeast Asian Countries*. J. Waste Management, 29, 1982-1995.
- [12] Sin, T.J., Chen, G.K., Soon, P.A. 2017. *Acceptance of the Application of Sustainable Concept in Malaysia's Waste Management Infrastructure—Landfill*. MATEC Web of Conferences 103, 05012.
- [13] County of Los Angeles Department of Public Works 2014. *Roadmap to a Sustainable Waste Management Future*.
- [14] Cossu R, Raga, R., Rossetti, D. 2001. *Experimental Reduction of Landfill Emissions Based on Different Concepts. The PAF Model*. In Proc. Sardinia: 8th International Waste Management and Landfill Symposium. (V1) 219-230. S.Margherita di Pula, Cagliari, Italy.
- [15] Kurian, J., Esakku, S., Palanivelu, K., and Selvam, A. 2003. *Studies on Landfill Mining at Solid Waste Dump-Sites in India*. In Proc. Sardinia: 9th International Waste Management and Landfill Symposium. S.Margherita di Pula, Cagliari, Italy.
- [16] Novella, P. 2014. *Sustainable Landfills – Can These Be Achieved?*. In Proceedings of the 20th WasteCon Conferenc. Somerset West, Cape Town, 6-10 October 2014, 367-375.
- [17] <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/waste-management-infrastructure/semakau-landfill>.
- [18] <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/waste-management-infrastructure/solid-waste-management-infrastructure>.
- [19] Pokja Sanitasi Kota Ternate, 2015. Peta Lokasi Infrastruktur Persampahan Existing. <http://ppsp.nawasis.info/dokumen/perencanaan/sanitasi/pokja/mp/kota.ternate>.
- [20] Rahim, M. 2015. *Konsep Arsitektur Ekologis dalam Mengurangi Konsumsi Energi pada Bangunan di Maluku Utara*. Jurnal Archipelandscape, 2(2) 10-20.
- [21] Fauzi, H., Rahim, M. 2007. *Application of Solar Cells on Building*. Jurnal Rona, 2(1), 85-90.
- [22] Rahim, M. 2015. *Penghematan Konsumsi Energi pada Bangunan dalam Mengurangi Efek Pemanasan Global*. Jurnal Archipelandscape, 2(1) 63-70.
- [23] Rahim, M., Yoshino, J., Yasuda, T. 2012. *Evaluation of Solar Radiation Abundance and Electricity Production Capacity for Application and Development of Solar Energy*, Inter. Journal of Energy and Environment, 3(5) 687-700.
- [24] <https://skinnylaminx.com/2018/02/13/how-to-make-ecobricks/>.