

Potensi Penerapan *Urban Mining* dari *E-Waste* Berbasis Ekonomi Sirkular dalam Pembangunan Berkelanjutan di Bukittinggi

Potential Application of Urban Mining from E-Waste Based on Circular Economy in Sustainable Development in Bukittinggi

Ilham*, Sutradara Ginting, Sintiya Hamdina Ritonga, Izzan Nur Aslam

Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jalan Teuku Nyak Arief No. 441. Kopelma Darussalam. Kecamatan Syiah Kuala. Kota Banda Aceh.

e-mail: *ilhamwakno@gmail.com, sutra2110@gmail.com, sintiyahmdinartg@gmail.com, izzanaslam@unsyiah.ac.id

ABSTRAK

E-waste, atau *electronic waste*, merupakan limbah listrik dan elektronik yang berupa kabel listrik, *laptop*, dan lain-lain. *Smartphone* merupakan salah satu alat elektronik yang memiliki banyak manfaat bagi manusia. Perkembangan yang pesat menyebabkan setiap tahunnya *e-waste* dari *smartphone* mengalami peningkatan di Indonesia terutama sekali di Bukittinggi. Karena setiap tahunnya mengalami peningkatan, penanggulangan *e-waste* menjadi sangat penting bagi lingkungan dan telah menjadi kewajiban bagi beberapa negara di dunia. Ekonomi sirkular merupakan salah pilihan yang tepat dengan konsep penggunaan kembali dan daur ulang produk. Hal ini berdampak pada berkurangnya permintaan bahan baku, menurunnya konsumsi sumber daya alam, dan terciptanya lapangan pekerjaan yang baru. *Urban mining* dengan pemanfaatan *e-waste* berbasis ekonomi sirkular dapat menjadi salah satu solusi, terutama dalam mengganti proses pertambangan konvensional yang cenderung merusak lingkungan dengan menjadi alternatif penghasil komoditas pertambangan konvensional. Penelitian ini menggunakan metode *Material Flow Analysis* (MFA). Data penggunaan *smartphone* diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Bukittinggi selama sepuluh tahun ke belakang. Hasil penelitian ini selanjutnya menjadi bahan pertimbangan bagi sektor perekonomian dan lingkungan.

Kata Kunci: *Urban mining*, MFA, *e-waste*

ABSTRACT

E-waste, or *electronic waste*, is electrical and electronic waste in the form of power cables, laptops, and others. *Smartphone* is an electronic device that has many benefits for humans. The rapid development in Indonesia causes production of *e-waste* from smartphones has increased every year, particularly in Bukittinggi. As it increases annually, *e-waste* management is highly required for the environment and has become an obligation for several countries in the world. The circular economy is the right choice with the concept of product reuse and recycling. This has resulted in reduced demand for raw materials, reduced consumption of natural resources, and the creation of new job opportunities. *Urban mining* with the use of *e-waste* based on a circular economy can be one solution, especially in replacing conventional mining processes that tend to damage the environment by becoming an alternative to producing conventional mining commodities. This research uses *Material Flow Analysis* (MFA) method. *Smartphone* usage data was obtained from the Central Statistics Agency (BPS) Bukittinggi for the past ten years. The results of this study will then be taken into consideration for the economic and environmental sectors.

Keywords: *Urban mining*, MFA, *e-waste*

PENDAHULUAN

Revolusi digital yang dimulai pada 1970-an telah menyebabkan digitalisasi produk dan gaya hidup konsumtif masyarakat terhadap produk elektronik di tengah perkembangan teknologi yang sangat cepat. Gaya hidup konsumtif akan menyebabkan pemakaian peralatan elektronik meningkat yang berdampak pada keberadaan limbah elektronik (*e-waste*). *E-waste* akan semakin bertambah jika masyarakat secara terus menerus menggunakan produk elektronik dengan jangka waktu yang singkat.

Menurut International Telecommunication Union (ITU), *e-waste* adalah semua produk elektronik yang telah sampai pada batas umur hidup ataupun dibuang oleh pemilik karena tidak lagi dipakai, seperti telepon genggam, komputer, televisi, mesin cuci, dan sebagainya. *E-waste* saat ini merupakan salah satu aliran limbah dengan pertumbuhan tercepat di dunia baik dari segi kuantitas maupun toksisitasnya. Selain itu, komponen elektronik mengandung bahan berbahaya seperti merkuri, timbal, dan kadmium, yang dapat menyebabkan dampak

kesehatan dan lingkungan yang berbahaya jika tidak dikelola dengan benar di akhir masa pakainya (Chen et al., 2011; Kiddee et al., 2013).

Siklus inovasi yang cepat, peningkatan adopsi konsumen, dan penurunan umur produk di sektor elektronik menyebabkan konsumsi material dan timbulan limbah pasti akan meningkat di masa depan. Peraturan yang mengatur *e-waste* di negara maju telah dianggap serius. Namun, peraturan yang ada di Indonesia tidak secara khusus mengatur pengelolaan limbah elektronik. Misalnya, Peraturan Pemerintah Indonesia No. 81 tahun 2012 sebagai turunan dari UU No. 18 tahun 2008 hanya mengatur pengelolaan limbah dari rumah tangga dan tidak mencakup limbah elektronik. Bukittinggi sendiri masih mengikuti regulasi dari pemerintah pusat dan belum memiliki regulasi khusus terkait pengelolaan limbah elektronik.

Pengelolaan limbah elektronik dapat menggunakan metode *urban mining*. Secara sederhana *Urban mining* didefinisikan sebagai proses reklamasi bahan baku dari produk bekas, bangunan dan limbah. Dengan meningkatnya permintaan bahan baku, upaya

yang lebih besar harus dilakukan untuk mendaur ulang. Tingkat daur ulang yang lebih tinggi akan mengurangi tekanan pada permintaan bahan baku utama, membantu untuk menggunakan kembali bahan-bahan berharga juga akan mengurangi konsumsi energi, emisi gas rumah kaca, serta dampak lingkungan lainnya yang timbul dari proses ekstraksi dan pemrosesan.

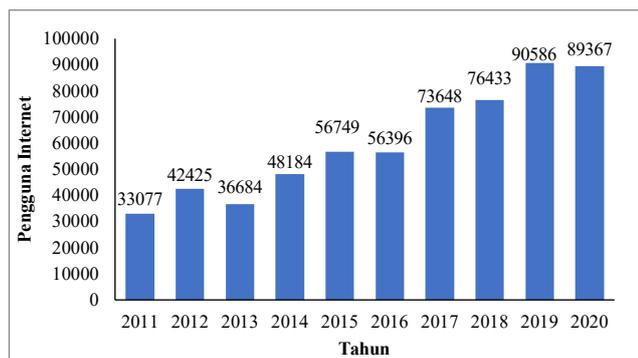
Urban mining merupakan bagian dari suatu konsep yang disebut ekonomi sirkular. Ekonomi sirkular adalah sebuah alternatif untuk ekonomi linier tradisional (buat, gunakan, buang) dimana pelaku ekonomi menjaga agar sumber daya dapat dipakai selama mungkin, menggali nilai maksimum dari penggunaan, kemudian memulihkan dan meregenerasi produk dan bahan pada setiap akhir umur layanan. Meskipun relatif mudah untuk memahami pentingnya transisi model linear ke model sirkular, namun sulit untuk menerapkannya di negara-negara dengan status ekonomi dan teknologi yang berbeda. Pengelolaan *e-waste* dengan metode *urban mining* dapat berkontribusi untuk mengurangi dampak lingkungan.

Dalam laporan United Nation University, Balde et al. (2015) menyatakan bahwa daur ulang *e-waste* di seluruh dunia masih terbatas karena kurangnya insentif dari kerangka hukum, kesadaran pengendalian polusi selama daur ulang, serta kurangnya kesempatan pelatihan untuk sertifikasi. Pentingnya sirkularitas di sektor *e-waste* diperkuat oleh tenaga kerja yang melimpah, regulasi limbah padat yang canggih, dan akses ke pengetahuan tentang penggunaan kembali limbah (Alde et al., 2017).

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Bukittinggi, Sumatra Barat. Pada tahun 2020 tercatat jumlah penduduk di Bukittinggi tersebut sebanyak 121.028 jiwa dan dalam kondisi normal, Bukittinggi menghasilkan lebih kurang 120 ton sampah per hari. Pengelolaan sampah di Bukittinggi berada di bawah tanggung jawab Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Bukittinggi.

Data yang seharusnya digunakan pada penelitian ini adalah data pengguna *smartphone* di Bukittinggi akan tetapi data tersebut tidak tersedia. Oleh karena itu, data yang digunakan adalah data masyarakat yang mengakses internet dari tahun 2011 – 2020 yang diperoleh dari *website* BPS Bukittinggi seperti pada Gambar-1.



Gambar-1. Pengguna internet di Bukittinggi

Selanjutnya dilakukan estimasi pengguna *smartphone* di Bukittinggi dengan menggunakan data persentase pengguna *smartphone* di dunia dari *website* Broadband Search seperti pada Gambar-2. Penulis mengasumsikan bahwa data *smartphone* di dunia telah merepresentasikan data pengguna *smartphone* di Bukittinggi. Dengan demikian didapatlah jumlah pengguna internet di Bukittinggi.

Metode *Material Flow Analysis* (MFA) merupakan metode yang digunakan pada penelitian ini. Lembaga lingkungan Eropa menyarankan metode ini dalam menganalisis tingkat potensial dari pembuangan limbah elektronik dan cocok untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan limbah.

Data pengguna *smartphone* di Bukittinggi digunakan sebagai dasar untuk memperkirakan jumlah *e-waste* yang akan terbentuk. Estimasi dilakukan dengan menggunakan persamaan potensial generasi *e-waste* (Chun et al., 2011) sebagai berikut:

$$E = \frac{W \cdot N}{L} \tag{1}$$

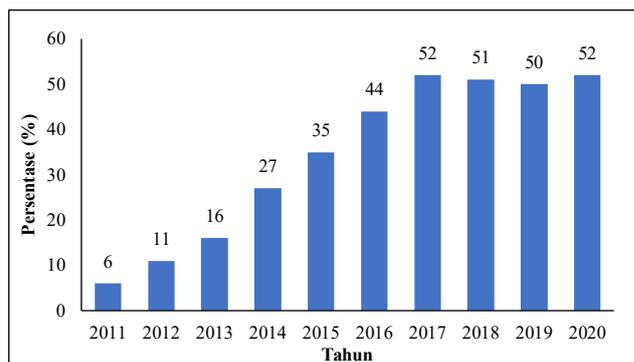
dimana: E merupakan potensi pembentukan *E-waste* (kg/tahun), W merupakan berat rata-rata dari *smartphone* (kg), N merupakan jumlah *smartphone*, dan L merupakan waktu pemakaian.

Berat rata-rata dan waktu pemakaian *smartphone* berturut-turut adalah 0,172 kg dan 3,2 tahun (statista.net). Kemudian dilakukan perhitungan potensi pembentukan *e-waste* dari tahun 2010 – 2020 seperti pada Gambar-3.

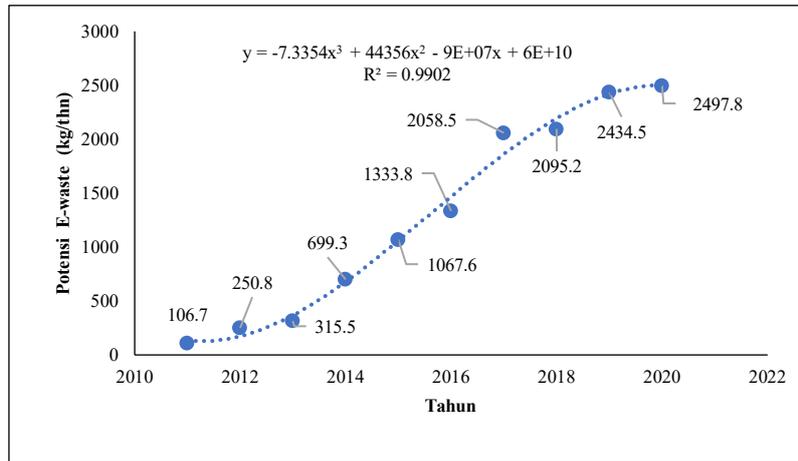
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan persamaan (1), dilakukanlah perhitungan potensi *e-waste* untuk setiap tahun. Nilai potensi pembentukan *e-waste* ditunjukkan pada Gambar-3.

Potensi pembentukan *e-waste* memiliki *trend* yang positif yang ditandai dengan meningkatnya jumlah *e-waste* dari tahun 2011 hingga 2020 seperti pada Gambar-3. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahun berikutnya potensi terbentuknya *e-waste* juga akan meningkat. Masyarakat mulai menjadikan *smartphone* sebagai kebutuhan yang harus terpenuhi sehingga berdampak pada peningkatan potensi *e-waste* di masa depan.



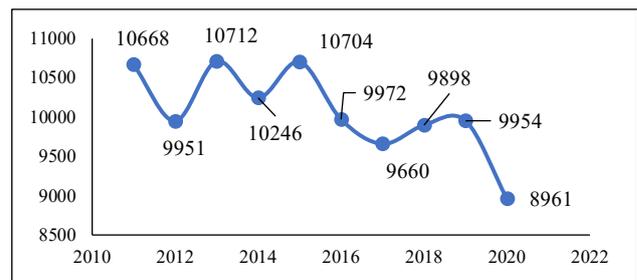
Gambar-2. Persentase pengguna *smartphone* di dunia



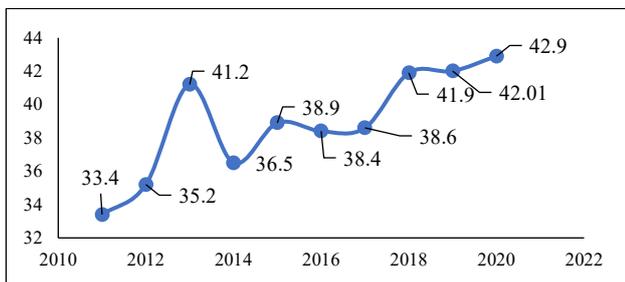
Gambar-3. Potensi pembentukan e-waste

Tabel-1 Limbah logam

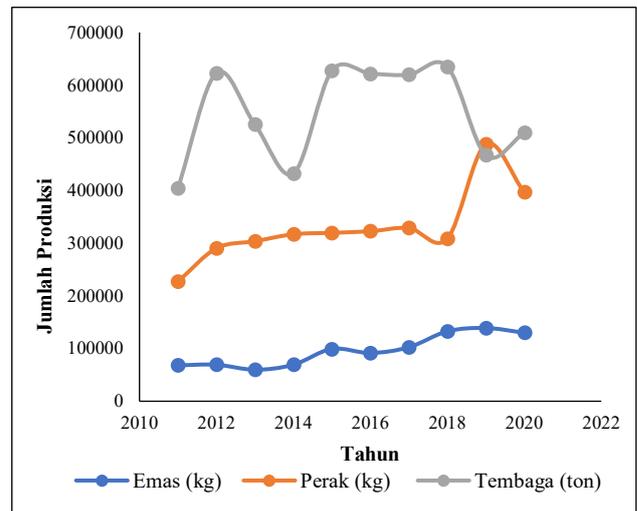
Tahun	Limbah logam per tahun		
	Emas (gr)	Perak (kg)	Tembaga (kg)
2011	33.9	0.3	16.6
2012	79.6	0.7	39.1
2013	100.2	0.9	49.2
2014	222.0	2.0	109.1
2015	339.0	3.0	166.5
2016	423.5	3.8	208.1
2017	653.6	5.8	321.1
2018	665.2	6.0	326.9
2019	773.0	6.9	379.8
2020	793.1	7.1	389.7
Total	4082.9	36.5	2006.1



Gambar-5. Permintaan perak di dunia (ton)



Gambar-4. Permintaan emas di Indonesia (ton)



Gambar-6. Produksi logam di Indonesia

Di dalam komponen *smartphone* terdapat beberapa logam berharga. Akan tetapi dalam hal ini penulis hanya akan melakukan analisa pada tiga logam utama yaitu emas, perak, dan tembaga. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Krzysztof Szamalek dan Krzysztof A. Galos pada tahun 2016, rata-rata kadar emas, perak, dan tembaga dalam satu ton *smartphone* secara berturut-turut adalah 317,5 gram, 2,84 kg dan 156 kg. Kemudian dilakukan estimasi jumlah emas, perak dan tembaga yang terbentuk dari limbah *smartphone* dengan mengalikan kadar logam dan potensi pembentukan e-waste untuk setiap tahun.

Potensi logam yang dapat dihasilkan dari limbah *smartphone* cukup tinggi jika dibandingkan dengan tambang konvensional. Potensi emas yang diperoleh dari

tambang konvensional hanya berkisar antara 1 – 2 gram dalam satu ton bijih sedangkan pada satu ton *smartphone* bekas diperoleh 317,5 gram emas. Hal ini menjadikan pengolahan e-waste dari *smartphone* memiliki potensi yang besar.

Potensi pengolahan e-waste harus di dukung dengan adanya kebutuhan pasar akan produk. Oleh karena itu, dilakukan analisa terhadap permintaan emas dan perak. Penulis menggunakan data permintaan emas di Indonesia sementara untuk permintaan perak digunakan data berskala internasional dikarenakan tidak adanya data berskala nasional. Data permintaan emas dan perak ditunjukkan pada Gambar-4 dan Gambar-5.

Berdasarkan Gambar-4, permintaan emas di Indonesia cenderung meningkat dari tahun 2010 – 2020.

Pembangunan berkelanjutan yang mencakup faktor ekonomi, sosial dan lingkungan dapat dicapai melalui tambang konvensional dan *urban mining*. Namun, kedua metode tersebut memiliki kendala. Pada tambang konvensional harus dilakukan pengolahan dan pemisahan logam yang memerlukan energi yang besar dan biaya mahal. Selain itu, manajemen lingkungan juga harus dilakukan karena limbah dari proses pengolahan dapat merusak lingkungan.

Urban mining dapat meminimalkan dampak lingkungan dari proses pengolahan. Namun demikian, pengetahuan masyarakat mengenai *urban mining* masih kurang, pengetahuan masyarakat terkait proses pemilahan sampah masih minim, regulasi dari pemerintah masih kurang mendukung penerapan *urban mining*, serta kurangnya teknologi terkini pengelolaan *e-waste*. Faktor inilah yang menyebabkan pengolahan *e-waste* belum menarik saat ini.

Pada dasarnya *urban mining* berpengaruh terhadap ekonomi sirkular. Ekonomi sirkular sendiri bertujuan untuk menghasilkan pertumbuhan ekonomi dengan mempertahankan nilai produk, bahan, dan sumber daya dalam perekonomian selama mungkin. Alhasil kerusakan sosial dan lingkungan yang disebabkan oleh pendekatan ekonomi linear dapat minimal.

KESIMPULAN

Pengolahan *e-waste* sangat potensial untuk dilakukan karena tingkat pemakaian masyarakat terhadap *smartphone* meningkat setiap tahun. Emas yang dapat diperoleh melalui pengolahan ini mencapai 3,17 gram dalam satu ton *smartphone*. Hal ini tentu lebih baik jika dibandingkan dengan tambang konvensional.

Aturan mengenai pengolahan *e-waste* di Indonesia masih sangat minim dan belum ada teknologi pengolahan yang mendukung. Hal ini menyebabkan *e-waste* belum dapat dimanfaatkan untuk memperoleh logam berharga. Pemerintah perlu membuat regulasi dan mencanangkan program pengolahan *e-waste* agar mengurangi timbulan sampah di daerah.

Penerapan pengolahan *e-waste* akan membentuk sebuah siklus yang dapat berjalan terus-menerus. Siklus inilah yang kemudian disebut sebagai siklus ekonomi sirkular. Keberlanjutan yang diterapkan pada pengolahan *e-waste* akan lebih menjamin keberhasilan program untuk mencapai sebuah siklus pengolahan *e-waste*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Ibu Ir. Pocut Nurul Alam, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Syiah Kuala yang telah banyak mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Althaf, S., Babbitt, C. W., & Chen, R. (2019). Forecasting electronic waste flows for effective circular economy planning. *Resources, Conservation and Recycling*, 151(April).
- [2] Chung, S. S., Lau, K. Y., & Zhang, C. (2011). Generation of and control measures for, e-waste in Hong Kong. *Waste Management*, 31(3), 544–554. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.10.003>
- [3] Cordova-Pizarro, D., Aguilar-Barajas, I., Romero, D., & Rodriguez, C. a. (2019). Circular economy in the electronic products sector: Material flow analysis and economic impact of cellphone e-waste in Mexico. *Sustainability (Switzerland)*, 11(5).
- [4] De Souza, R. G., Clímaco, J. C. N., Sant'Anna, A. P., Rocha, T. B., do Valle, R. D. A. B., & Quelhas, O. L. G. (2016). Sustainability assessment and prioritisation of e-waste management options in Brazil. *Waste Management*, 57, 46–56.
- [5] Guo, X., & Yan, K. (2017). Estimation of obsolete cellular phones generation: A case study of China. *Science of the Total Environment*, 575(2017), 321–329.
- [6] Heppianalstr. 2020. E-waste: Definisi, Kategori dan Dampaknya Bagi Lingkungan. <https://medium.com/lindungihutan/e-waste-definisi-kategori-dan-dampaknya-pada-lingkungan-bd07a98cd93f>. Diakses tanggal 26 September 2021
- [7] Kilic, H. S., Cebeci, U., & Ayhan, M. B. (2015). Reverse logistics system design for the waste of electrical and electronic equipment (WEEE) in Turkey. *Resources, Conservation and Recycling*, 95(January 2003), 120–132.
- [8] Lanjar Wiratri. 2015. Delapan *Smartphone* High-End Terberat Saat Ini. <https://techno.okezone.com/read/2015/07/14/57/1181411/delapan-smartphone-high-end-terberat-saat-ini-1>. Diakses tanggal 25 September 2021
- [9] Rimantho, D., Noor, E., Eriyatno, E., & Effendi, H. (2019). Penilaian aliran limbah elektronika di DKI Jakarta menggunakan Material Flow Analysis (MFA). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 120.
- [10] Sharma, M., Joshi, S., & Kumar, A. (2020). Assessing enablers of e-waste management in circular economy using DEMATEL method: An Indian perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(12), 13325–13338.
- [11] Xavier, L. H., Giese, E. C., Ribeiro-Duthie, A. C., & Lins, F. A. F. (2019). Sustainability and the circular economy: A theoretical approach focused on e-waste urban mining. *Resources Policy*, October 2017, 101467.

