



## **Penerapan *Solid Waste Management Tool* (SWMT) sebagai Analisis Gas Rumah Kaca Hasil Penanganan Sampah di Kota Kediri**

**Praditya S. Ardisty Sitogasa**

Fakultas Teknik/Program Studi Teknik Lingkungan, [ps.ardisty@gmail.com](mailto:ps.ardisty@gmail.com), UPN Veteran “Jawa” Timur

### **ABSTRACT**

*The Solid Waste Management Tool (SWMT) uses a life cycle assessment (LCA) approach in assessing the technical implementation of municipal solid waste management. This program measures the environmental impacts of greenhouse gas emissions and air pollution as well on energy consumption, the costs and benefits of various waste management techniques such as: incineration, landfill, composting, anaerobic processes, recycling. There are several types or types of Greenhouse Gases (GHGs) that have the potential to cause global climate change, including SF<sub>6</sub>, HFCs, PFCs, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, and other gases. The emission factor from the transportation stage and at landfill is much higher than the emission factor from composting process. This is proofed by running waste management data of Kota Kediri on SWMT that showing the potential for greenhouse gas emissions produce about 56.89 x10<sup>3</sup> tons/year from transportation activities and processes. Meanwhile, composting activities can avoid potential GHG emissions about -19.37 x10<sup>3</sup> tons /year. From the results of the SWMT program, it was also found that activities in the TPA produced 157.16 x10<sup>3</sup> tons of NO<sub>x</sub>/yr, 26.86 x10<sup>3</sup> tons SO<sub>x</sub>/yr, 46.08 x10<sup>3</sup> tons CO<sub>2</sub>/yr and the lowest followed by 4.45 x10<sup>3</sup> tons/yr for PM<sub>2.5</sub>.*

**Keywords:** *Solid Waste Management Tool (SWMT), Green House Gases (GHG), Waste Management*

### **ABSTRAK**

*Solid Waste Management Tool (SWMT) menggunakan pendekatan life cycle assessment (LCA) dalam menilai teknis pengelolaan sampah perkotaan yang diterapkan. Program ini mengukur dampak lingkungan terkait emisi GRK dan polusi udara serta konsumsi energi, serta biaya dan manfaat dari berbagai teknik pengelolaan sampah: insinerasi, TPA, pengomposan, proses anaerobik, daur ulang. Terdapat beberapa jenis atau tipe Gas Rumah Kaca (GRK) yang memiliki potensi dalam menyebabkan perubahan iklim global, antara lain SF<sub>6</sub>, HFCs, PFCs, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, serta tambahan-tambahan gas lainnya. Faktor emisi dari tahap pengangkutan dan di TPA jauh lebih tinggi dibandingkan dengan faktor emisi dari pengolahan dalam bentuk pengomposan. Hal ini dibuktikan dengan melakukan *running* data pengelolaan sampah di Kota Kediri menunjukkan potensi emisi gas rumah kacanya mencapai 56,89 x10<sup>3</sup> ton/th dari kegiatan transportasi dan prosesnya. Sedangkan kegiatan pengomposan dapat menghindari potensi emisi GRK sebesar -19,37 x10<sup>3</sup> ton /th. Dari hasil program SWMT juga didapatkan hasil bahwa kegiatan di TPA memproduksi 157,16 x10<sup>3</sup> ton NO<sub>x</sub> /th, 26,86 x10<sup>3</sup> ton SO<sub>x</sub> /th, 46,08 x10<sup>3</sup> ton CO<sub>2</sub>/th dan terendah diikuti 4,45 x10<sup>3</sup> ton/th untuk PM<sub>2.5</sub>.*

**Kata Kunci:** *Solid Waste Management Tool (SWMT), Gas Rumah Kaca (GRK), Pengelolaan Sampah*

### **1. PENDAHULUAN**

Pengolahan limbah pertama-tama dapat menghasilkan gas rumah kaca dengan dekomposisi anaerobik dari limbah dan kemudian juga menghasilkan gas metana dimana memiliki 21 kali kapasitas pemanasan karbon dioksida. Kedua, emisi gas rumah kaca juga dihasilkan dari pembakaran energi untuk pengangkutan sampah [1]. Melalui pengaplikasian berbagai teknik pengelolaan sampah, jumlah sampah (*MSW-urban solid waste*) yang dibuang ke tempat pembuangan akhir (*landfill*) dapat dikurangi dan gas rumah kaca (GRK) dapat juga dikurangi, serta dapat menghasilkan listrik dan energi [1]. Tumpukan sampah di tempat pemrosesan akhir sampah dapat melepaskan gas metana (CH<sub>4</sub>), dimana menyebabkan pemanasan global dari peningkatan emisi gas rumah [2].

Proses mengangkut sampah dari sumber ke tempat penampungan sementara atau dari penampungan sementara ke TPA biasanya menggunakan kendaraan angkut seperti *pickup* atau truk dimana kegiatan operasionalnya menggunakan bahan bakar. Gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>) adalah salah satu GRK dari hasil pembakaran bahan bakar fosil. Pengangkutan sampah diestimasi menghasilkan gas rumah kaca sebesar 9.4-368 kg CO<sub>2</sub>ekuivalen (CO<sub>2</sub>-eq) untuk setiap ton sampah terangkut [3]. Besaran emisi CO<sub>2</sub> dari proses pengangkutan sampah didasarkan pada jenis, dan kapasitas kendaraan, metode, jarak, serta jumlah bahan bakar yang digunakan [4].

Berdasarkan Chaerul, *et al.* faktor emisi dari tahap pengangkutan dan di TPA jauh lebih tinggi dibandingkan dengan faktor emisi dari pengolahan dalam bentuk pengomposan [4]. Ini membuktikan bahwa mengolah sampah di sumbernya menghasilkan jauh lebih sedikit gas rumah kaca daripada mengangkutnya dan membuangnya di tempat pembuangan sampah. Pengurangan signifikan dalam gas rumah kaca dari tempat pembuangan sampah terjadi ketika proses daur ulang diterapkan pada pengolahan limbah akhir [5].

*Solid Waste Management Tool* (SWMT) menggunakan pendekatan *life cycle assessment* (LCA) dalam menilai teknis pengelolaan sampah perkotaan yang diterapkan. Program ini mengukur dampak lingkungan dari emisi GRK dan polusi udara serta konsumsi energi, serta biaya dan manfaat dari berbagai teknik pengelolaan sampah: insinerasi, TPA, pengomposan, proses anaerobik, daur ulang [1]. SWMT merupakan konsep pengelolaan sampah yang terintegrasi dengan isu perubahan iklim. Alat ini juga mempertimbangkan dampak lingkungan yang terkait dengan perubahan iklim dan polusi udara yang dihasilkan dari teknologi yang diterapkan pada pengelolaan sampah [1]. Di sisi lain, juga ada *SWPlan* yang merupakan salah satu perangkat/perangkat lunak pengelolaan sampah lainnya yang menerapkan pengelolaan terpadu melalui evaluasi [6].

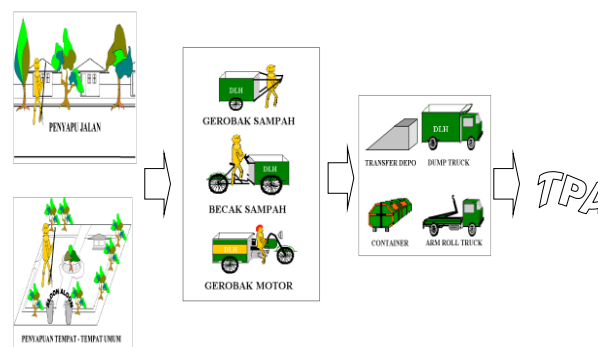
Manfaat menilai potensi pengelolaan sampah untuk mengurangi dampak lingkungan, memperkirakan emisi gas rumah kaca, potensi *energy recovery*, polusi udara dari berbagai teknologi tersebut dapat dilakukan dengan *Solid Waste Management Tool* (SWMT). Hasil analisis tersebut dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan metode pengelolaan sampah perkotaan. Kajian ini berfokus pada analisis gas rumah kaca yang dihasilkan oleh pengelolaan sampah kota Kediri dengan menggunakan *Solid Waste Management Tool* (SWMT) dengan mempertimbangkan aspek teknis pengelolaan sampah. Oleh karena itu, kajian penanganan sampah Kota Kediri dengan menggunakan *Solid Waste Management Tool* (SWMT) diharapkan dapat mengevaluasi pengelolaan sampah perkotaan dan memberikan solusi pengelolaan sampah bagi kota Kediri dari emisi gas rumah kaca yang dihasilkan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Penanganan Sampah di Kota Kediri

Operasional penanganan sampah di lapangan berpedoman pada peraturan daerah yang ada sebagai bentuk pelayanan terhadap masyarakat. Teknis operasional dalam pengelolaan sampah di Kota Kediri merupakan tanggung jawab Pemerintah Daerah Kota Kediri serta tanggung jawab masyarakatnya.

Berdasarkan Buku Data Status Lingkungan Hidup Daerah setiap harinya sampah yang dihasilkan oleh masyarakat Kota Kediri mencapai ± 988 m<sup>3</sup>/hari [7]. Jumlah rumah tangga di Kota Kediri ada sebanyak 56.583 rumah tangga dengan jumlah penduduk sebesar 302.672 jiwa, jika 1,189% sampah tidak terkelola, maka dapat diperkirakan sampah sebanyak 8,99 m<sup>3</sup>/hari (asumsi sampah dihasilkan 2,5 liter/orang/hari).



Gambar 1. Skema Penanganan Sampah Kota [7]

Pengolahan sampah menjadi bagian dari penanganan sampah, oleh karena itu merujuk pada UU Nomor 81 Tahun 2008 didefinisikan sebagai proses perubahan bentuk sampah dengan mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah [2]. Pengolahan sampah dimaksudkan untuk mengurangi jumlah sampah, selain untuk mendapatkan nilai manfaat yang masih ada dalam sampah itu sendiri, baik sebagai bahan daur ulang, produk lain, maupun energi. Pengolahan sampah yang secara umum dapat masyarakat lakukan antara lain pengomposan, daur ulang, dan lain-lain. Menurut PP Nomor 81 Tahun 2012 Pasal 16, pengolahan sampah meliputi beberapa hal berikut [8]:

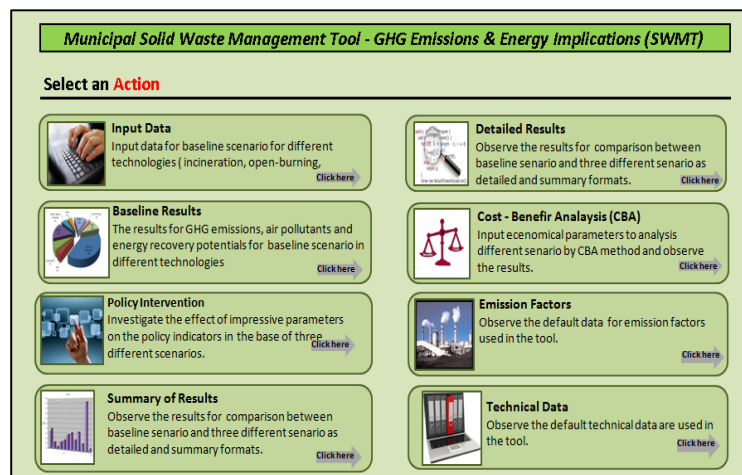
- a. Pemasatan
- b. Pengomposan
- c. Daur ulang material dan/atau
- d. Daur ulang energi

## 2.2. Gas Rumah Kaca (GRK)

Berikut adalah definisi gas rumah kaca:

1. Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 98 Tahun 2021 Peraturan Presiden (PERPRES) tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional, Gas rumah kaca yang selanjutnya disebut GRK adalah gas yang terkandung dalam atmosfer, baik alami maupun antropogenik, yang menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah. Sedangkan Emisi Gas Rumah Kaca adalah lepasnya GRK ke atmosfer pada suatu area tertentu dalam jangka waktu tertentu [9].
2. Berdasarkan pedoman umum dalam penyelenggaraan inventarisasi gas rumah kaca nasional, Terminologi Gas Rumah Kaca diartikan sebagai gas yang terkandung dalam atmosfer, baik alami maupun dari kegiatan manusia (antropogenik), yang menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah [10]

Terdapat beberapa jenis atau tipe Gas Rumah Kaca (GRK) yang memiliki potensi dalam menyebabkan perubahan iklim global, antara lain SF<sub>6</sub>, HFCs, PFCs, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>,serta tambahan-tambahan gas lainnya. Untuk jenis gas tersebut yang utama adalah CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan N<sub>2</sub>O, dimana dari ketiganya yang banyak di atmosfer adalah CO<sub>2</sub> serta berpotensi menyebabkan perubahan iklim global [10].



Gambar 2 Tampilan menu di SWMT [1]

## 2.3. Solid Waste Management Tool (SWMT)

Basis program *lid Waste Management Tools* (SWMT) adalah *Excel VBA (Visual Basic for Applications)*. SWMT dapat digunakan untuk mengukur dampak global maupun lokal dengan menerapkan metode pengelolaan Sampah Perkotaan (*Municipal Solid Waste-MSW*) yang bervariasi. Pengelolaan sampah menyebabkan berbagai dampak yang mempengaruhi kondisi lingkungan. Salah satu dampak yang

dipertimbangkan dalam program ini terkait dengan polusi udara, perubahan iklim, dan air limbah. Program ini juga memperkirakan polusi udara dan emisi gas rumah kaca ke lingkungan berdasarkan teknologi atau metode yang diterapkan [1].

Pada Tabel 1 ditunjukkan perbedaan variabel yang ada di *Solid Waste Management Planning Software* (SWPlan) lainnya dengan SWMT dalam analisis penanganan persampahan.

**Tabel 1** Perbandingan SWMT dengan SWPlan [1,6]

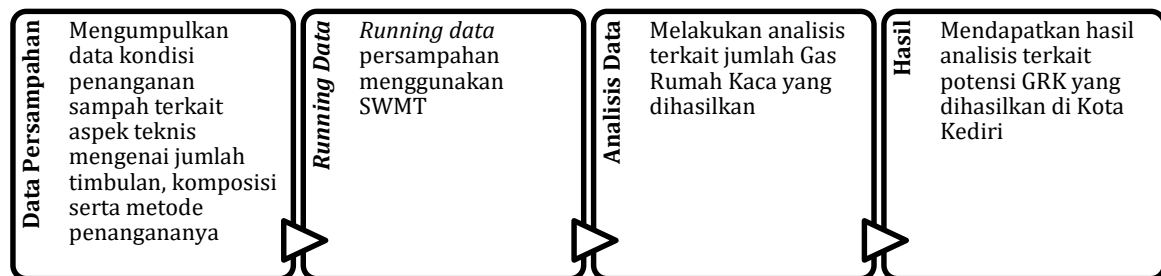
No	Keterangan/Variabel	SWMT*	SWPlan**
1	Tampilan Sederhana	√	√
2	Berbasis <i>Integrated Solid Waste Management</i>	√	√
3	Analisis berdasarkan status ekonomi masyarakat		√
4	Melakukan identifikasi pembiayaan dan Pendapatan	√	√
5	Melakukan analisis berdasarkan perubahan iklim(dengan pertimbangan emisi Gas Rumah Kaca)	√	
6	Memiliki <i>default</i> data Indonesia	√	

Analisis yang diterapkan di SWMT mengacu pada pemanfaatan energi dimana juga dapat dianalisis dengan menggunakan berbagai skenario.

Beberapa skenario dapat mempertimbangkan beberapa kebijakan yang diambil dalam penerapan pengelolaan sampah terpadu. Sistem Manajemen Sampah yang diperhitungkan dalam SWMT di dalamnya memperhatikan pengangkutan sampah, pembakaran bahan bakar, pembakaran terbuka, penimbunan, pengomposan, *anaerobic digestion* dan *recycling* [1].

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis Gas Rumah Kaca yang dihasilkan dari Kegiatan Pengelolaan Sampah di Kota Kediri dengan menggunakan *Solid Waste Management Tools* (SWMT). Penelitian dilaksanakan beberapa tahap dalam penentuan topik maupun studi literturnya. Secara garis besar alur penelitian ini adalah dilakukan dengan mengumpulkan data yang dibutuhkan sesuai dengan studi literatur yang sudah dilakukan. Berdasarkan data yang ada dilakukan *running* data pada program SWMT untuk didapatkan hasil yang diinginkan, lalu diikuti dengan analisis data dan juga pengambilan kesimpulan.. Untuk lebih jelasnya diagram alir penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

Pengumpulan data dilaksanakan sesuai dengan variabel yang dibutuhkan dalam kegiatan ini sehingga dapat dilakukan analisis untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian ini. Data yang digunakan dapat memanfaatkan data sekunder berupa data persampahan yang ada di Kota Kediri yang didapatkan dari hasil wawancara dengan pemangku kepentingan serta dokumen pendukung lainnya yang ada diterbitkan oleh pemerintah daerah. Pengumpulan data dilakukan dengan metode kualitatif/naturalistik untuk digunakan meneliti dan tidak perlu adanya perlakuan dalam pengumpulan data yang bersifat *emic*, dimana berlandaskan pada pandangan sumber data bukan dari pandangan peneliti [11].

Data primer yang didapatkan adalah hasil pengolahan dari program SWMT, untuk mendukung data primer perlu dukungan data terkait pola penanganan yang diterapkan dan upaya peningkatan layanan serta peran serta masyarakat dalam mendukung pengelolaan sampah di Kota Kediri.

Analisis yang dilakukan untuk memperoleh hasil dari *running* data di program SWMT terkait penanganan sampah perkotaan yang menyebabkan dampak lingkungan khususnya terkait gas rumah kaca. Data GRK hasil analisis yang diperoleh melalui *running* program SWMT didapatkan dalam satuan 1000 ton/th

merupakan estimasi CO<sub>2</sub>-eq yang merupakan total dari penjumlahan emisi gas rumah kaca. Adapun persampahan yang dimaksud dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{Emisi GRK (1000 CO}_2\text{-eq ton/tahun)} = \text{emisi CO}_2 + \text{emisi CO}_2\text{-eq (N}_2\text{O)} + \text{emisi CO}_2\text{-eq (CH}_4\text{)} \quad [1]$$

$$\text{Emisi CO}_2\text{-eq (N}_2\text{O)} = \text{emisi N}_2\text{O} \times \text{GWP}$$

$$\text{Emisi CO}_2\text{-eq (CH}_4\text{)} = \text{emisi CH}_4 \times \text{GWP}$$

#### Keterangan:

GWP (*Global Warming Potential*)

$$\text{GWP N}_2\text{O} = 310 \text{ (CO}_2\text{-eq/emisi N}_2\text{O)}$$

$$\text{GWP CH}_4 = 21 \text{ (CO}_2\text{-eq/emisi CH}_4\text{)}$$

(Climate Change, 1995)

Metode perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa 1 N<sub>2</sub>O memiliki potensi yang setara dengan 310 CO<sub>2</sub>, selanjutnya untuk potensi CH<sub>4</sub> setara 21 CO<sub>2</sub>. Oleh karena itu, satuan yang ada pada hasil *running* program SWMT sudah memperkirakan emisi total, yaitu yaitu 10<sup>3</sup>ton CO<sub>2</sub>-eq/tahun atau 10<sup>3</sup>ton/tahun. Selanjutnya pada potensi polusi udara lainnya diperhitungkan berdasarkan pada teknologi pengolahan yang diterapkan dimana polutan umum seperti PM<sub>10</sub>, PM, CO, SO<sub>x</sub>, dan NO<sub>x</sub> berasal dari berbagai jenis metode pengolahan. Perkiraan konsentrasi polutan dapat dinilai dan dihitung berdasarkan faktor polutannya. Persamaan berikut adalah yang digunakan dalam program SWMT untuk mengetahui nilai konsentrasi polutan [1].

$$\text{Konsentrasi polutan} = \text{MSW} \left( \frac{\text{ton sampah}}{\text{tahun}} \right) \times \text{EF}_{\text{polutan}} \left( \frac{\text{kg polutan}}{\text{ton sampah}} \right) \quad [2]$$

#### dimana:

konsentrasi polutan = kg polutan per tahun

MSW = jumlah timbulan

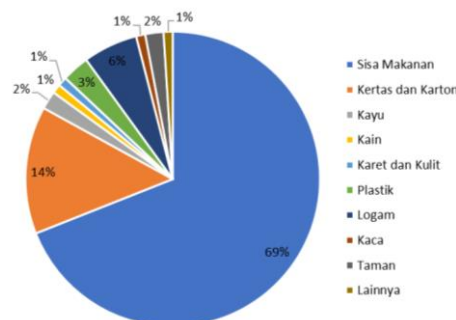
EF = Faktor polutan

Data persampahan yang ada selanjutnya yang digunakan untuk analisis pada program SWMT untuk mendapatkan data GRK yang dihasilkan dari kegiatan penanganan sampah. Satuan dari data yang didapatkan perlu dilakukan penyesuaian sehingga dapat dimasukkan ke program untuk dilakukan analisis.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

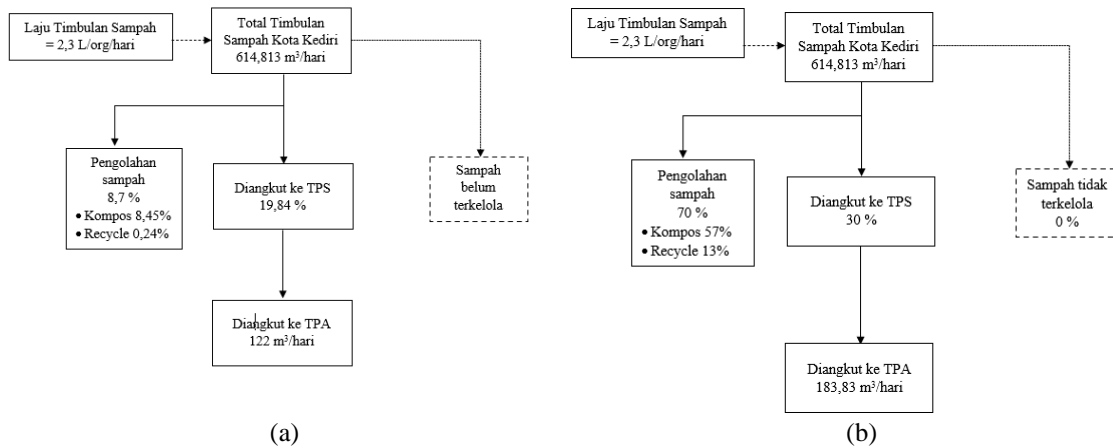
### 4.1 Data Persampahan di Kota Kediri

Data persampahan Kota Kediri digunakan untuk melakukan analisis GRK yang dihasilkan dari kegiatan penanganan sampah perkotaan. Data yang digunakan dalam penelitian ini disesuaikan dengan data yang kebutuhan data untuk *running* program *Solid Waste Management Tools* (SWMT). Berikut adalah grafik komposisi sampah di Kota Kediri



Gambar 4 Grafik Komposisi Sampah di Kota Kediri

Berdasarkan Gambar 4 ditampilkan bahwa sampah di Kota Kediri memiliki komposisi yang didominasi oleh sampah sisa makanan. Hal ini juga sesuai dengan kondisi komposisi sampah perkotaan di Indonesia diaman didominasi sampah sisa makanan sebesar >70% [12]. Selain itu juga dilakukan analisis terkait *material balance* kondisi pengelolaan sampah eksisting dan juga untuk dilakukan *running* SWMT yang diilustrasikan pada Gambar 5.



Gambar 5 *Material Balance* Sampah Domestik Perkotaan Kota Kediri, (a) Data Kondisi Eksisting, dan (b) Data untuk *Running* SWMT dengan tipikal potensi *recovery*

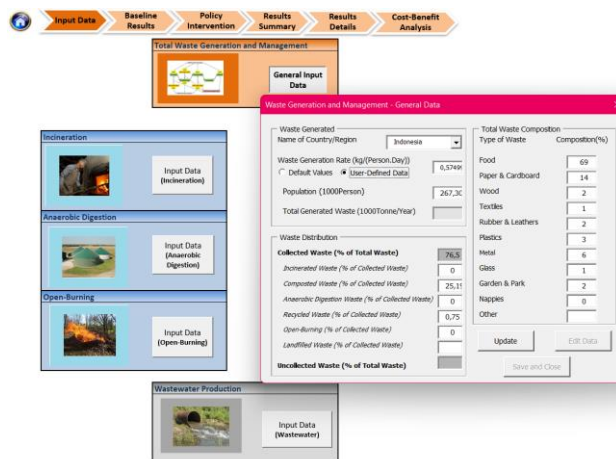
4.2 Analisis dengan *Solid Waste Management Tools* (SWMT)

Analisis terkait jumlah gas rumah kaca yang dihasilkan dari suatu metode pengelolaan sampah dapat dilakukan dengan menggunakan program *Solid Waste Management Tool* (SWMT). SWMT memperhitungkan dampak dari gas rumah kaca yang dihasilkan dari setiap kegiatan penanganan sampah perkotaan, mulai pengumpulan hingga pemrosesan akhir sebagai dampak lokal maupun global. Perubahan iklim merupakan salah satu indikator yang digunakan dari program SWMT sebagai salah satu dampak lingkungan dari penanganan sampah. Tahapan awal analisis yang dilakukan SWMT adalah dengan melakukan *input* data termasuk kegiatan transportasi dan operasional pendukung. Oleh karena itu, hasil analisis data persampahan maupun pengelolaannya pada setiap tahapan yang dilakukan dapat dilakukan menggunakan SWMT.

Produksi emisi dari hasil proses dan sub-teknologi yang diterapkan antara lain:

1. Proses pengangkutan sampah
2. Kegiatan pengolahan
3. *Energy recovery*
4. Potensi emisi gas rumah kaca (GRK) yang dapat dihindari

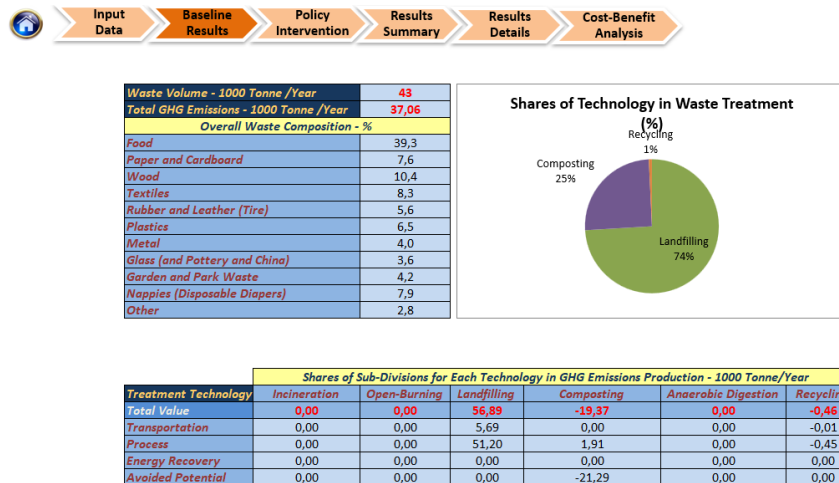
4.2.1 Kondisi Pengelolaan sampah berdasarkan hasil Analisis *Solid Waste Management Tool* (SWMT) Komposisi sampah di Kota Kediri yang didominasi oleh sampah organik dimana utamanya sampah sisa makanan cukup menyulitkan dalam penanganannya. Hal ini dikarenakan jika tidak dikelola dengan baik akan mudah membusuk, menyebabkan bau serta memicu munculnya vektor penyakit. Berdasarkan Nitasari, *et al.*, sampah organik juga memiliki potensi nilai ekonomi dengan dikelola salah satunya menjadi kompos, sehingga perlu dilakukan perhitungan material balance untuk dapat diketahui jumlah sampah yang dapat dikelola dan yang dibuang ke TPA [13]. Berikut adalah hasil tangkap layar program SWMT terkait data umum yang sudah dimasukkan ke dalam SWMT sebagai dasar analisis selanjutnya.



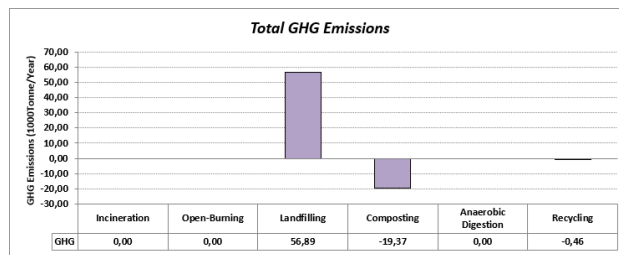


Gambar 6. Data Umum Kondisi Persampahan

4.2.2 Analisis Kondisi Pengelolaan Sampah Berdasarkan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)  
 Secara sederhana SWMT menampilkan jumlah gas rumah kaca yang dihasilkan dari pengelolaan sampah dan transportasi pengangkutannya. Berikut adalah hasil dari *running* SWMT dapat dilihat pada Gambar 7.



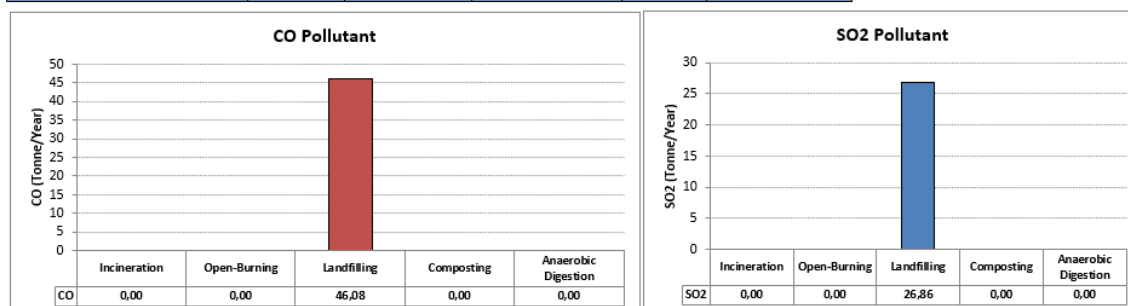
Gambar 7. Hasil *Running* SWMT terkait Gas Rumah Kaca dari Pengelolaan Sampah



Gambar 8. Grafik potensi GRK

Pada Gambar 7 dan 8 diketahui bahwa proses penanganan sampah dengan dikelola di TPA masih mendominasi, sehingga potensi gas rumah kaca dari kegiatan pengangkutannya mencapai  $5,69 \times 10^3$  ton/th dan dari prosesnya adalah sebesar  $51,20 \times 10^3$  ton/th. Sehingga jika ditotal potensi emisi gas rumah kacanya mencapai  $56,89 \times 10^3$  ton/th. Secara terperinci untuk potensi polusi udara dari kegiatan *landfilling* atau kegiatan di TPA menghasilkan  $157,16 \times 10^3$  ton NO<sub>x</sub> /th,  $26,86 \times 10^3$  ton SO<sub>x</sub> /th,  $46,08 \times 10^3$  ton CO/th dan terendah diikuti  $4,45 \times 10^3$  ton/th untuk PM<sub>2.5</sub>. Sedangkan untuk kegiatan pengomposan yang telah dilakukan pada prosesnya juga memproduksi emisi gas rumah kaca sebesar  $1,91 \times 10^3$  ton/th. Tetapi karena dilakukan kegiatan pengomposan tersebut maka dapat menghindari potensi emisi GRK jika dikelola dengan dengan diangkat dan ditimbun di TPA. Adapun potensi emisi yang dapat dihindari adalah sebesar  $-21,29 \times 10^3$  ton/th, atau *total value* sebesar  $-19,37 \times 10^3$  ton /th.

Treatment Technology	Incineration	Open-Burning	Landfilling	Composting	Anaerobic Digestion
CO Pollutant	0,00	0,00	46,08	0,00	0,00
SO2 Pollutant	0,00	0,00	26,86	0,00	0,00
NOX Pollutant	0,00	0,00	157,16	0,00	0,00
PM10 Pollutant	0,00	0,00	4,16	0,00	0,00
PM2.5 Pollutant	0,00	0,00	4,45	0,00	0,00

Gambar 9. Hasil *Running* SWMT terkait Potensi Polusi Udara

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Gambar 7 diketahui bahwa Emisi GRK tertinggi dari kegiatan di *landfill*. Selanjutnya untuk kegiatan pengomposan dan *recycle* menampilkan nilai negatif. Nilai negatif tersebut merujuk pada jumlah emisi GRK yang dapat dihindari setelah adanya kegiatan pengomposan dan daur ulang yang telah diterapkan. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi sampah yang dikelola dengan kegiatan daur ulang atau pengomposan dapat menghindari peningkatan emisi GRK yang dihasilkan. Selain itu, hal ini juga dapat didukung dengan penurunan jumlah sampah yang diangkut untuk diproses di TPA. Hal ini sejalan dengan program pemerintah mengenai RPJMN 2020-2024 pengelolaan sampah rumah tangga di mana selain meningkatkan persen penanganan sampah juga perlu dilakukan pengurangan sampah.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- Melalui program SWMT dapat diketahui bahwa proses penanganan sampah yang didominasi dengan dilakukannya pengangkutan dan penimbunan di TPA menyumbang emisi GRK tertinggi dari kegiatan lainnya yang dilakukan di Kota Kediri. Adapun potensi emisi GRK yang dihasilkan sebesar  $56,89 \times 10^3$  ton/th dengan rincian untuk kegiatan transportasi mencapai  $5,69 \times 10^3$  ton/th dan prosesnya sebesar  $51,20 \times 10^3$  ton/th.
- Polutan yang dihasilkan dari kegiatan di TPA berdasarkan hasil running program SWMT adalah  $157,16 \times 10^3$  ton NO<sub>x</sub> /th,  $26,86 \times 10^3$  ton SO<sub>x</sub> /th,  $46,08 \times 10^3$  ton CO/th dan terendah diikuti  $4,45 \times 10^3$  ton/th untuk PM<sub>2.5</sub>
- Kegiatan pengomposan dan daur ulang yang dilakukan telah menunjukkan nilai negatif, dimana nilai tersebut adalah potensi emisi GRK yang dapat dihindari.

Oleh karena itu, perlu adanya pengurangan sampah yang diangkut ke TPA dan dilakukan peningkatan pengolahan sampah yang berkelanjutan guna mengurangi dampak emisi GRK yang dihasilkan. Selanjutnya dengan program SWMT juga dapat dikembangkan proyeksi penanganan sampah kedepannya dengan menerapkan beberapa skenario berdasarkan aspek teknis/teknologi dan non-teknis seperti kebijakan yang berlaku maupun potensi ekonomi yang ada.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dashti, M. "Tool User Guide: Evaluating of Climate Co-benefits for the Municipal Waste Management Technologies by Life Cycle Assessment (LCA) Approach GHG Emissions, Air Pollutants and Energy Implications. Sustainable Urban Futures (SUF) Programme." United Nation University, Institute of Advanced Studies (UNU-IAS). 2014.
- Republik Indonesia, "Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah" Jakarta, 2008.
- Eisted, Rasmus, Anna W. Larsen, and Thomas H. Christensen. "Collection, transfer and transport of waste: accounting of greenhouse gases and global warming contribution." Waste management & research 27.8 (2009): 738-745.



- [4] Chaerul, Mochammad, Arry Febrianto, and Haryo Satriyo Tomo. "Peningkatan kualitas penghitungan emisi gas rumah kaca dari sektor pengelolaan sampah dengan metode IPCC 2006 (studi kasus: Kota Cilacap)." *Jurnal Ilmu Lingkungan* 18.1 (2020): 153-161.
- [5] Anifah, Eka Masrifatus, et al. "Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Kegiatan Pengelolaan Sampah di Kelurahan Karang Joang, Balikpapan." *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan* 13.1 (2021): 17-33.
- [6] Anonim. "SWPlan - Solid Waste Management Planning Software. SWPlan Detailed Description". (Scientific Software Group: Sandy, Utah) Retrieved December 21, 2014, from [www.scisoftware.com](http://www.scisoftware.com)
- [7] Kota Kediri "Buku Data Status Lingkungan Hidup Daerah (SLHD)" Kota Kediri: Kantor Lingkungan Hidup Kota Kediri, 2013.
- [8] Direktorat Pengembangan PLP. "Materi Bidang Sampah I, Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP." Ditjen Ciptakarya, 2013. Kementerian PU, Jakarta.
- [9] Republik Indonesia. "Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 98 Tahun 2021 Peraturan Presiden (PERPRES) tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional". Jakarta, 2021.
- [10] Kementerian Lingkungan Hidup. "Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Buku I Pedoman Umum". Jakarta, 2012.
- [11] Sugiyono. "Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D." Bandung: Penerbit Alfabeta, 2010.
- [12] Damanhuri, E., & Padmi, T. "Diktat Kuliah: Pengelolaan Sampah" Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan. ITB, 2010.
- [13] Citrasari, N., et al. "The design of Material Recovery Facilities (MRF)-based Temporary Disposal Site (TDS) at Universitas Airlangga campus C." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 245. No. 1. IOP Publishing, 2019.