

Pemodelan Pengelolaan Sampah Kota Sebagai Bahan Energi Alternatif Di Kabupaten Gresik

Kuntum Khoiro Ummatin

Universitas Internasional Semen Indonesia

Jl. Veteran, kompleks PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk., Gresik, 61122

Kuntum.ummatin@uisi.ac.id

Paramita Setyaningrum

Universitas Internasional Semen Indonesia

Jl. Veteran, kompleks PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk., Gresik, 61122

Paramita.setyaningrum@uisi.ac.id

ABSTRAK

Pertambahan penduduk dan perubahan pola konsumsi masyarakat menimbulkan bertambahnya volume, jenis, dan karakteristik sampah yang beragam. Sampah kota yang terus bertambah setiap hari menjadi permasalahan di beberapa daerah, termasuk kabupaten Gresik. Permasalahn ini bertambah dengan terbatasnya Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang tersedia. Pemanfaatan sampah kota menjadi energi atau waste to energy diyakini mampu memberikan nilai guna dan meningkatkan kontribusi pengelolaan sampah, khususnya sebagai bahan energi alternatif pada industri semen. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisa keberlanjutan proyek Wazte To Zero (WTZ) yang memproduksi bahan energi alternatif dari sampah menjadi Refuse Derived Fuel (RDF) (28%); pupuk kompos(37%); dan material reklamasi(35%). Analisa dilakukan dengan mencari variable yang berpengaruh pada keberlangsungan proyek. Simulasi dilakukan dengan menggunakan pendekatan sistem dinamis, dan selanjutnya dilakukan analisa kelayakan WTZ dengan menghitung Net Present Value, Internal Rate of Return, serta payback period. Hasil penelitian menunjukkan variabel yang berpengaruh pada pengelolaan sampah kota menjadi energi ini adalah harga RDF hasil olahan sampah, laju produksi proyek pengolahan sampah, investasi teknologi, tenaga kerja, dan pemasaran produk RDF. Perhitungan analisa kelayakan ekonomis menunjukkan bahwa proyek ini tidak layak, dengan nilai NPV minus ,IRR sebesar 0% dan payback period lebih dari 10 tahun. Proyek ini tetap layak untuk dijalankan dengan penambahan kapasitas produksi RDF, ataupun meningkatkan harga jual RDF. Pengelolaan sampah WTZ ini memberikan manfaat menyediakan bahan energi alternatif bagi industri semen, serta menjawab permasalahan akan kebutuhan lahan penampungan sampah di TPA yang semakin bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah sampah kota Gresik.

Kata kunci— Sampah Kota Gresik, bahan energi alternatif, RDF, waste to energy, industri semen

I. PENDAHULUAN

Pertambahan penduduk dan perubahan pola konsumsi masyarakat menimbulkan bertambahnya volume, jenis, dan karakteristik sampah yang beragam. Sampah kota yang terus bertambah setiap hari menjadi permasalahan di beberapa daerah termasuk kabupaten Gresik. Diperlukan pengelolaan secara komprehensif dan terpadu dari hulu ke hilir agar memberikan manfaat secara ekonomi, sehat bagi masyarakat, dan aman bagi lingkungan. Pengelolaan sampah yang memberikan *value added* antara lain adalah dengan memanfaatkannya sebagai bahan energi alternatif. Pemanfaatan sampah menjadi bahan

energi alternatif ini mendukung upaya industri sebagai *green company* serta konservasi sumberdaya dan sebagai upaya penyelamatan lingkungan akibat sampah kota. PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, sebagai perusahaan besar di wilayah Gresik, telah memulai pengelolaan sampah kota ini melalui proyek *Waste to Zero*(WTZ).

Peningkatan volume sampah menyebabkan lahan yang dipakai untuk lokasi pembuangan sampah tiap tahun bertambah. Terbatasnya lahan pembuangan sampah ini memberikan dorongan untuk memanfaatkan sampah yang semula tidak bernilai jual menjadi energi

alternatif industri semen dan menjadi energi bagi masyarakat.

Selama ini, tempat pembuangan akhir (TPA) yang digunakan untuk pembuangan sampah di Kabupaten Gresik sebesar 6 hektare dengan deposit sampah sebesar 210 ribu ton, sedangkan penambahan sampah per hari mencapai 217 ton. Oleh karena itu Pemerintah Kabupaten Gresik mengajukan untuk memperluas lahan untuk penampungan sampah, namun jika tidak ada usaha pengelolaan sampah maka kebutuhan lahan tersebut akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan daya beli masyarakat. Pembuatan RDF (*Refused Derived Fuel*) dilakukan sebagai pengelolaan sampah kota di TPA Ngipik, Kabupaten Gresik.

RDF merupakan sumber bahan bakar alternatif karena memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 3.500 – 5.000 kcal/kg. Hasil yang berupa RDF tersebut digunakan sebagai bahan bakar alternatif *cement kiln*. (Soetjipto, 2013).

Pemanfaatan sampah menjadi RDF sebagai bahan alternatif pengganti batubara telah dilakukan di beberapa negara lain seperti Denmark, Finlandia, Swedia, Belanda, dan Jerman. Di beberapa negara tersebut, sampah juga dimanfaatkan menjadi pembangkit listrik. (Gendebien et al, 2003 dalam jurnal Caysa Ardi Bimantara, 2012).

Dalam penelitian sebelumnya, Herlambang (2012) mengkaji kelayakan finansial dan melakukan analisis sensitivitas mengenai pengolahan sampah menjadi RDF. Analisis kelayakan finansial menggunakan metode NPV (*Net Present Value*), *Payback Period*, dan BCR (*Benefit Cost Ratio*). Hasil dari penelitiannya adalah proyek pengolahan mengubah sampah menjadi RDF tidak layak dilakukan berdasarkan analisis ekonomis. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Surjandari (2009) dengan melakukan kajian analisis finansial menggunakan metode BEP (*Break Event Point*), ROR (*Return on Investment*), BCR, dan *Payback Period* mengenai pengolahan sampah dengan menerapkan prinsip 3R. Surjandari (2009) ingin membandingkan metode mana yang paling efektif secara finansial dan teknis. Analisa teknis dilakukan dengan simulasi menggunakan pendekatan sistem dinamis. Dari hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa pengolahan sampah terbaik adalah dengan cara

pengomposan lalu berikutnya adalah *incinerator*.

Telah banyak dilakukan penelitian yang mengkaji teknologi proses dan pengelolaan sampah kota menjadi *waste to energy*, namun masih sedikit kajian yang memberikan masukan pada keberlanjutan proyek *waste to energy* ini. Kompleksitas interaksi antar entitas dalam model inilah yang mendorong penggunaan pendekatan sistem dinamis. Selain itu, pola perubahan sistem mengikuti perubahan waktu sehingga cocok dilakukan simulasi dengan pendekatan sistem dinamis.

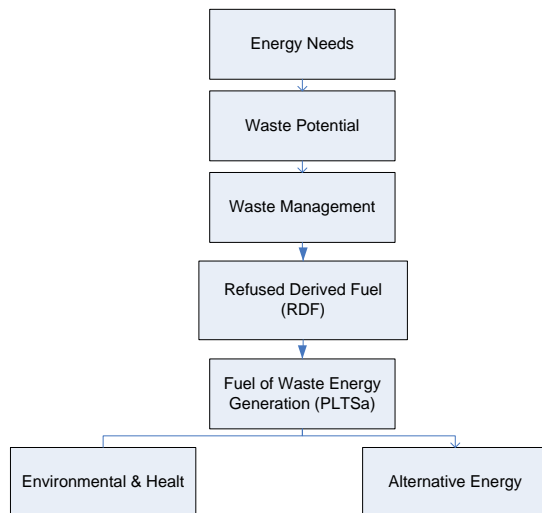
Dalam penelitian ini dilakukan perancangan model pengelolaan sampah kota menjadi energi, yang dikonsentrasikan pada proyek *Waste to Zero*, PT. Semen Indonesia, yang berlokasi di TPA Ngipik. Selanjutnya dilakukan analisa finansial dengan melihat NPV, IRR, dan *payback period* untuk mengetahui kelayakan proyek. Model ini selanjutnya bisa dijadikan *best practices* untuk pengelolaan sampah kota menjadi energi alternatif untuk wilayah lain di Indonesia dengan memperhatikan karakteristik spesifik yang dimiliki oleh wilayah kajian.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan simulasi dengan pendekatan sistem dinamis dan analisa kelayakan dengan melihat *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *payback period* dari proyek *waste to zero*, untuk menganalisa model pengelolaan sampah yang dapat mengurangi penumpukan di TPA Ngipik, Kabupaten Gresik. Pengumpulan data dengan menggunakan data primer dari proyek *waste to zero* serta data sekunder timbunan sampah di TPA Ngipik dari Badan Lingkungan Hidup kabupaten Gresik, wawancara dengan ketua proyek, serta data lain yang terkait. Gambar 1 berikut sebagai kerangka kerja dan acuan penelitian.

Kompleksitas interaksi antar entitas dalam sistem pengelolaan sampah kota yang akan dimodelkan mendorong penggunaan pendekatan sistem dinamik, yaitu tidak hanya menyangkut aspek teknis pengolahan sampah yang berupa metode pengolahan, laju pengolahan sampah, kalori energi yang dihasilkan dari pengolahan sampah, namun juga terkait faktor non teknis seperti nilai keekonomian, faktor keamanan bagi lingkungan dan kesehatan bagi masyarakat di sekitar proyek *Waste to Zero*. Selain itu, pola

perubahan sistem mengikuti perubahan waktu sehingga tidak mungkin diselesaikan dengan analisis sistem secara konseptual maupun matematis. Kecocokan antara permasalahan dan kemampuan sistem dinamik dalam menyelesaikan masalah inilah yang melatarbelakangi penggunaan metode sistem dinamik.



Gambar 1 Flowchart Konsep dari Model Pengelolaan sampah

Dari Gambar 1, konsep pengelolaan sampah ini dimulai dari adanya penumpukan sampah yang menjadi potensi bila dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan energi. Dengan adanya manajemen persampahan, salah satu bentuk pemanfaatan adalah dengan mengolahnya menjadi produk RDF (*Refused Derived Fuel*), sumber bahan bakar alternatif yang memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 3.500 – 5.000 kcal/kg.

Simulasi untuk alternatif pengelolaan sampah ini akan dilakukan untuk melihat proyeksi penurunan tingkat penumpukan sampah di TPA Ngipik Gresik hingga tahun 2030, dan selanjutnya dilakukan kelayakan usaha dari proyek *Waste to Zero*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Existing Pengelolaan Sampah

Timbulan sampah yang berpusat di TPA Ngipik telah ada sejak tahun 1998. Pada tahun 2003, TPA Ngipik yang berlokasi di Desa Ngipik, Kebomas Gresik mulai beroperasi sebagai tempat pengumpulan sampah. Sampah hanya ditumpuk tanpa dilakukan suatu proses pengolahan sehingga jumlahnya semakin meningkat setiap harinya.

Peningkatan jumlah sampah tersebut tidak terlepas dari peningkatan jumlah penduduk dari tahun ke tahun. Jumlah penduduk di Kabupaten Gresik pada tahun 2011 sebesar 1.279.351 jiwa dan tahun 2012 menjadi sebesar 1.307.995 jiwa. (Gresik dalam Angka, 2013). Jumlah lahan yang digunakan untuk TPA Ngipik, milik PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, seluas 6 ha dengan kapasitas sampah deposit sampai hari ini 630.000 m³ atau 210.000 ton. Dari gambar 2, diketahui bahwa saat ini lahan tersebut sudah tidak cukup lagi menampung sampah, karena tumpukan sampah di area ini sudah mencapai 10 m dan 5 m ke bawah, atau rata-rata ketinggian sampah sebesar 7m. Ditambah lagi dengan adanya penambahan sampah sebanyak 650 m³ atau 217 ton per hari. Oleh karena itu, Pemkab Gresik mengajukan penyediaan lahan tambahan pada perusahaan di wilayah Gresik. Gambar 2 berikut adalah kondisi sampah yang masuk ke TPA Ngipik.



Gambar 2. Kondisi Tumpukan Sampah di Desa Ngipik

Proses pengolahan yang ada saat ini masih dilakukan secara manual (Yogiesti, 2010). Pengolahan sampah dilakukan dengan 3 cara, yaitu mengurangi jumlah sampah (*reduce*), menggunakan kembali (*reuse*), dan daur ulang (*recycle*). Namun, cara tersebut tidak berdampak signifikan pada pengurangan jumlah timbunan sampah pada TPA. PT Semen Indonesia (Persero) Tbk bekerja sama dengan Pemerintah kabupaten Gresik membuat suatu program pengelolaan sampah untuk meminimasi penggunaan lahan TPA. Program ini dilakukan dengan membuat suatu inovasi alat pengolah sampah berkapasitas 240 ton per hari dengan fungsi memisahkan dan menghancurkan sampah.

Komposisi sampah yang terdapat di TPA Ngipik adalah 51% merupakan sampah

organik dan sisanya sampah anorganik. Tabel 1 berikut adalah data komposisi sampah yang dihimpun tim proyek *waste to zero*.

Tabel 1. Komposisi Sampah TPA Ngipik

Material	Prosentase
Plastik	17%
Tekstil	2%
Kayu	0%
Kulit	0%
Kertas	28%
Kayu	2%
Sampah Organik	51%
Total	100%

Hasil dari olahan sampah kota Kabupaten Gresik di TPA Ngipik terdiri dari 3 jenis, yaitu material reklamasi (35%), pupuk (37%), dan RDF (28%).

RDF sendiri merupakan jenis sampah kota berupa plastik dan kayu. Saat ini porsi penggunaan energi alternatif di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, sudah mencapai 5-8% dari total kebutuhan energi perseroan yang menyedot lebih dari 2 juta ton batubara per tahun. Ke depan akan terus ditingkatkan dan berharap bisa mencapai minimal 10%, sehingga perusahaan bisa lebih menghemat bahan bakar (Soetjipto, 2013).

Pembangunan pabrik pengolahan sampah diperkirakan menghabiskan dana Rp 13,5 Miliar (Soetjipto, 2013). Dalam pembangunan pabrik ini akan melibatkan tenaga ahli Rancang Bangun Semen Indonesia yang akan membantu proses perancangan dan pembangunan secara fisik pabrik sampah. Pembangunan pabrik ini dimulai pada bulan September 2014 dan akan dilakukan uji coba mulai tanggal 26 Januari 2015. Jika uji coba berhasil, pabrik akan mulai beroperasi pada awal Februari 2015. Pengolahan sampah ini diharapkan dapat mengurangi kebutuhan lahan sebesar 2,2 ha per tahun.

Proyek pengolahan sampah ini mendapat dukungan sepenuhnya dari PT Semen Indonesia untuk investasi awal. Pemerintah membantu dalam hal pengumpulan sampah kota dan meminjamkan alat berat yaitu *excavator* untuk mengangkut sampah. Baik PT Semen Indonesia maupun Pemerintah Kabupaten Gresik sama-sama memperoleh keuntungan dari proyek ini. PT Semen Indonesia mendapatkan bahan bakar alternatif pengganti batu bara dan Pemerintah Kabupaten Gresik terbantu dalam mengatasi permasalahan

sampah sampai timbunan sampah habis sesuai dengan tujuan utama dari proyek ini.

Sampah yang berada di TPA Ngipik ini adalah sampah majemuk yang belum terpisah antara sampah organik dan anorganik. Berikut pengolahan sampah menjadi bahan bakar alternatif.

1. Pengumpulan sampah di TPA Ngipik. Pengumpulan sampah diatur dimana sampah baru diletakkan di bagian terluar tumpukan sampah. Hal ini disebabkan karena sampah yang bisa diolah adalah sampah yang sudah tertimbun kurang lebih 2 bulan.
2. Tumpukan sampah diangkut menggunakan *excavator* untuk dipindah ke alat pengolah sampah.
3. Sampah tersebut dipisah terlebih dahulu menggunakan *ballistic separator*. Sampah berupa logam dan besi dipisahkan terlebih dahulu menggunakan *magnetic separator*. Kemudian dipisahkan lagi, sampah organik menjadi pupuk kompos, material kasar berupa batu menjadi material reklamasi, serta plastik dan kayu yang diolah dengan mesin *shredder* agar menjadi potongan lebih kecil ukuran 2-3 cm. Ukuran yang masih besar akan terpisah dan jatuh untuk diproses kembali sedangkan ukuran yang sudah sesuai akan di *press* kemudian dikemas menjadi RDF yang siap dikirim sebagai bahan bakar alternatif pengganti batubara.

B. Model Pengelolaan Sampah

Setelah dilakukan identifikasi terhadap sistem amatan, selanjutnya dibuat model konseptual untuk memberikan gambaran secara umum mengenai simulasi sistem dinamis yang akan dilakukan. Konseptualisasi model diawali dengan mengidentifikasi terlebih dahulu variabel-variabel yang berinteraksi dan saling mempengaruhi di dalam sistem pengelolaan sampah kota menjadi bahan energi alternatif pada industri semen. Untuk mempermudah identifikasi dan pemodelan, disusun sebuah diagram interaksi antar variabel. Selanjutnya dibentuk diagram sebab-akibat atau *causal loop diagram*, serta *stock and flow diagram* dari model sistem pengelolaan sampah kota.

Tujuan dilakukan identifikasi variabel ini adalah untuk memperdalam pengetahuan terhadap sistem yang akan diteliti, yaitu model pengelolaan sampah kota menjadi energi alternatif terkait dengan perilaku variabel

timbunan sampah di TPA dengan efektifitas produksi RDF sebagai bahan energi alternatif yang digunakan dalam industri semen. Variabel-variabel yang akan diidentifikasi adalah yang terkait dengan parameter produksi RDF dan jumlah timbunan sampah.

Pengukuran efisiensi produksi dapat dilihat dari kapasitas mesin pengolah sampah, investasi teknologi, dan tenaga kerja. Kapasitas mesin pengolah sampah akan menentukan laju produksi RDF, dan produk olahan lainnya berupa pupuk kompos dan material reklamasi. Jika laju produksi semakin meningkat, akan berpengaruh pada jumlah sampah yang tertimbun di TPA, ketika laju produksi RDF tidak bisa mengimbangi laju produksi sampah yang dihasilkan oleh masyarakat, maka kebutuhan lahan akan semakin bertambah seiring dengan penambahan jumlah sampah.

Pembangunan model dimulai dari jumlah sampah yang dipengaruhi oleh jumlah penduduk, keadaan sosial dan pertumbuhan ekonomi, serta kemajuan teknologi. Jika tidak ada langkah pengurangan sumber dan pendaurulangan sampah, jumlah timbunan sampah ini akan semakin meningkat yang mengakibatkan lahan penampungan sampah suatu saat akan habis.

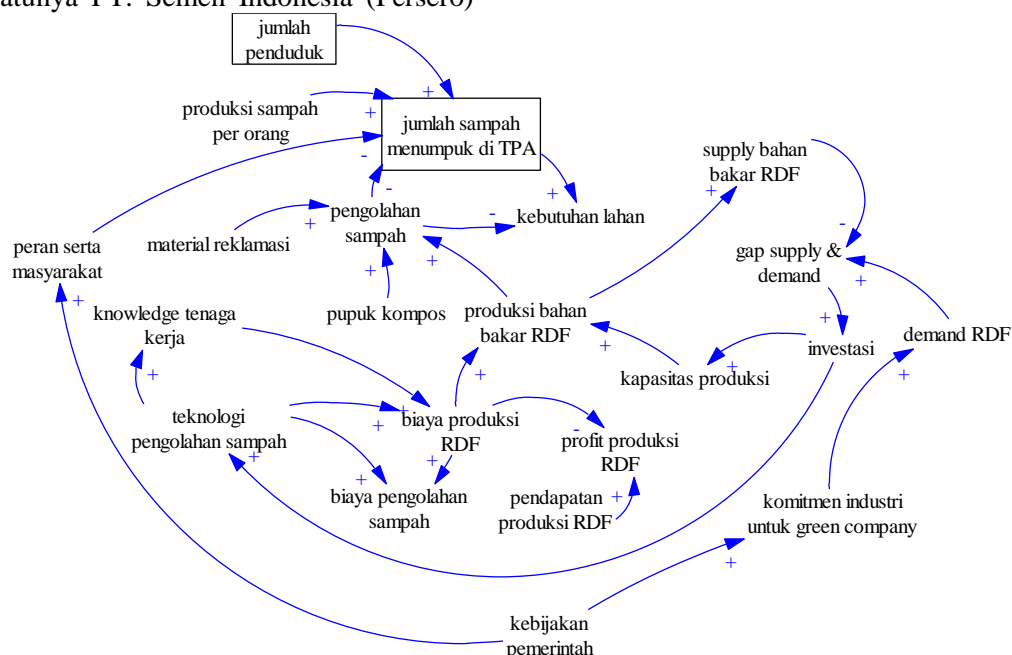
Untuk produksi bahan bakar RDF, dipengaruhi oleh *demand* bahan bakar alternatif, permintaan ini erat kaitannya dengan komitmen perusahaan untuk menjadi *green company*. Pasar yang sudah pasti untuk produk RDF saat ini adalah untuk industri semen, salah satunya PT. Semen Indonesia (Persero)

Tbk, namun untuk memperluas pemasaran produk RDF ini, juga perlu dilakukan pemasaran di berbagai industri yang lain. Kebijakan pemerintah untuk memberikan insentif dan disinsentif untuk industri pengguna bahan bakar alternatif juga mendukung produksi RDF.

Selanjutnya, harga jual RDF juga mempengaruhi profit produsen RDF, harga jual ini harus lebih besar dari biaya operasional. Dengan melakukan pemasaran RDF, harga RDF juga akan semakin bertambah seiring dengan kesadaran industri akan peran bahan bakar alternatif dan kontribusi pada lingkungan dengan pengolahan sampah kota.

Jika aspek-aspek yang mempengaruhi keberhasilan produksi RDF tersebut bisa dipenuhi, profit yang didapat dari produksi RDF akan semakin besar. Selanjutnya, dari model sebab akibat yang telah dibuat akan dilakukan analisa finansial apakah proyek produksi RDF ini layak untuk dijalankan dan mendatangkan profit bagi produsen RDF, juga bermanfaat bagi pengelolaan sampah secara umum.

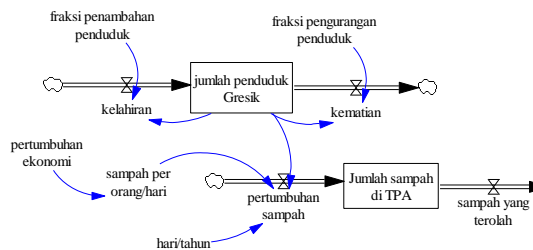
Aspek lain yang juga mempengaruhi model pengelolaan sampah antara lain adalah aspek aspek pembiayaan (investasi), aspek peran serta masyarakat, aspek kebijakan pemerintah berupa hukum dan perundangan. Gambar 3 berikut merupakan *causal loop diagram* yang menggambarkan hubungan sebab akibat dari model pengelolaan sampah kota.



Gambar 3. Causal loop diagram sistem pengolahan sampah kota

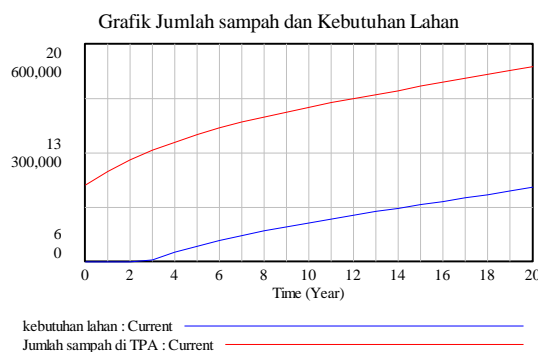
C. Analisa Skenario Pengelolaan Sampah Kota Waste to Zero

Jumlah timbunan sampah yang semakin bertambah tak lepas dari paradigma perilaku masyarakat dalam memperlakukan sampah. Semakin meningkatnya perekonomian mempengaruhi jumlah produksi sampah per orang. Jumlah peningkatan penduduk yang mengikuti deret ukur sangat mempengaruhi jumlah sampah yang menumpuk di TPA. Gambar 4 berikut menunjukkan model penimbunan sampah di TPA.



Gambar 4. Model Jumlah Sampah di TPA

Simulasi terhadap timbunan sampah di TPA selama 20 tahun, dimulai dari tahun 2015 sampai 2035 akan mengalami peningkatan hingga tiga kali lipat, yaitu dari 210 ribu ton di tahun 2015, bertambah hingga 538 ribu ton di tahun 2035. Proyeksi jumlah timbunan sampah di TPA ini akan mengakibatkan jumlah lahan yang dibutuhkan juga akan semakin bertambah. Grafik pada gambar 5 berikut menyajikan proyeksi jumlah sampah di TPA dan kebutuhan lahan yang dibutuhkan sebagai konsekuensi penambahan jumlah sampah.



Gambar 5. Grafik Jumlah Sampah di TPA dan kebutuhan lahan

Simulasi penambahan jumlah lahan yang dibutuhkan hingga tahun 2035 adalah sebesar 11 ha, dengan asumsi yang 1 ton sampah memerlukan 0.002 m² lahan, seperti yang

terjadi saat ini. Teknologi pengolahan sampah dalam proyek *waste to zero*, yang berkapasitas 240 ton sampah per hari, dapat menjawab permasalahan dalam mengurangi masalah kebutuhan lahan penampungan sampah ini menjadi produk yang bermanfaat bagi masyarakat, industri, dan lingkungan, yaitu pengolahan sampah menjadi energi alternatif RDF, pupuk kompos, dan material reklamasi. Tabel 2 berikut menyajikan perbandingan kondisi eksisting dan setelah proyek *waste to zero* dijalankan.

Tabel 2. Perbandingan Skenario Proyek

Tahun ke	Kondisi Existing		Skenario Proyek WTZ	
	Jumlah Sampah di TPA	Kebutuhan Lahan	Jumlah Sampah di TPA	Kebutuhan Lahan
0	210.000	6	210.000	6
1	247.301	6	168.101	6
2	278.768	6	136.208	6
3	305.600	6,1	112.352	6
4	328.759	6,6	94.961	6
5	349.014	7,0	82.776	6
6	366.981	7,3	74.790	6
7	383.154	7,7	70.201	6
8	397.929	8,0	68.366	6
9	411.622	8,2	68.772	6
10	424.489	8,5	71.009	6
11	436.734	8,7	74.750	6
12	448.521	9,0	79.734	6
13	459.984	9,2	85.754	6
14	471.227	9,4	92.644	6
15	482.339	9,6	100.272	6
16	493.388	9,9	108.534	6
17	504.431	10,1	117.348	6
18	515.515	10,3	126.648	6
19	526.677	10,5	136.384	6
20	537.949	10,8	146.515	6

Dengan adanya investasi mesin pengolah sampah, jumlah sampah yang menumpuk di TPA terkendali, tidak ada kebutuhan penambahan lahan selama waktu simulasi 20 tahun. Dengan simulasi ini, proyek *waste to zero* berhasil menjawab permasalahan kebutuhan lahan yang terus bertambah. Laju produksi produk olahan sampah menjadi hal yang penting untuk menahan jumlah sampah yang tertimbun di TPA.

Produk RDF ini nantinya akan dicampur dengan sekam padi saat proses produksi pada industri semen. Perbandingan RDF dan sekam padi yang optimal yaitu 1:4. Syarat RDF yang digunakan pada industri semen harus terjaga kualitasnya. Kualitas ini ditentukan oleh ukuran dan homogenitas produk RDF. Jika ukuran RDF tidak sesuai (terlalu panjang dan kurang homogen), maka akan berpengaruh pada proses di *cement kiln*. Kendala yang

terjadi diantaranya adalah jalannya material yang terhambat dan tidak lancar karena permasalahan ukuran RDF tersebut.

Penggunaan produk RDF sebagai campuran sekam padi yang digunakan sebagai bahan energi alternatif ini perlu mendapat dukungan penuh dari industri yang telah berkomitmen menjadi *green company*. Juga dukungan dari tenaga kerja yang telah mempunyai *knowledge* dan *technology transfer* sehingga mendukung keberlanjutan proyek.

Untuk meningkatkan profit, pemasaran produk RDF ini perlu juga digencarkan untuk lebih meningkatkan harga produk RDF jika telah dikenal mempunyai *value added* oleh pasar.

D. Analisa Finansial Proyek Waste to Zero

Pada simulasi yang dilakukan sebelumnya, proyek pengelolaan sampah yang dimaksudkan untuk mereduksi jumlah sampah menumpuk yang ada di TPA, dapat memberikan *value added* berupa profit pada proyek, masyarakat sekitar, dan industri semen sebagai pengguna bahan bakar alternatif. Pengolahan sampah dikembangkan untuk menghasilkan produk yang mempunyai nilai jual, yaitu pupuk kompos, material reklamasi, *recycle* dari produk logam dan besi, serta *waste to energy* berupa produksi RDF yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti batubara. Namun, kelayakan proyek perlu dihitung juga untuk menunjukkan bahwa proyek yang akan dijalankan memang produk yang mendatangkan profit bagi segi investor.

Tabel memperlihatkan hasil perhitungan kelayakan proyek *Waste to Zero*. Secara keseluruhan, dengan harga jual RDF Rp. 350.000 per ton, dengan kapasitas produksi 70 ton/hari, dan 330 hari produksi dalam 1 tahun. Diasumsikan harga jual ini akan mengalami peningkatan 4% per tahun. Sedangkan biaya operasional sebesar Rp. 420.728 yang meliputi biaya sewa dan BBM *wheel loader* dan *excavator* (termasuk sopir), biaya mobilisasi, biaya *overhead*, dan biaya pengangkutan RDF dari TPA Ngipik ke pabrik Tuban. Biaya tenaga kerja meliputi gaji manajer, tenaga borongan sebanyak 4 orang, pegawai tetap sebanyak 8 orang, dan sopir sebanyak 4 orang.

Nilai biaya operasional yang lebih besar dari harga jual RDF per ton yang menyebabkan proyek ini merugi. Proyek ini bisa dilanjutkan dengan menaikkan harga jual RDF, ataupun menambah kapasitas Proyek. Berdasarkan hasil perhitungan, Tabel 3 berikut menyajikan

NPV, IRR dan *Payback Period* dari proyek 'Waste to Zero' (WTZ).

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kriteria Kelayakan Proyek 'Waste to Zero'

NPV	-Rp23.779.480
IRR	0%
<i>Payback Period</i>	>10 tahun

NPV proyek ini bernilai – Rp23.779.480, tidak layak untuk dilakukan karena besarnya $NPV < 0$. NPV mengindikasikan bahwa investasi sebesar Rp13.500.000.000 yang dikeluarkan pada tahun ke-0 (2014) akan bernilai sebesar -Rp23.779.480 pada level *discount rate* sebesar 13%. Modal tidak kembali selama lebih dari 10 tahun hingga masa hidup mesin WTZ berakhir. Hal ini mengindikasikan bahwa proyek tidak layak untuk dilakukan. Berdasarkan dua parameter, NPV dan *payback period*, dapat disimpulkan bahwa proyek ini tidak layak dilakukan secara kelayakan finansial.

Proyek ini dinilai kurang layak secara finansial disebabkan oleh beberapa hal:

1. Investasi untuk mesin terlalu besar tidak sebanding dengan pendapatan yang dihasilkan karena efisiensi mesin dalam menghasilkan RDF terlalu rendah. Dengan simulasi, diketahui bahwa proyek bernilai $NPV > 0$ jika harga jual RDF harus lebih besar dari biaya produksinya, yaitu sebesar Rp. 550.000 per ton RDF.
2. Kapasitas mesin terlalu kecil untuk menangani jumlah timbulan sampah yang terlalu menumpuk dengan jenis sampah yang heterogen (jumlah sampah yang masuk sebanyak 217 ton/hari dan timbulan sampah saat ini ada sebanyak 210.000 ton sedangkan kapasitas produksi 240 ton/hari).
3. Pada perhitungan kelayakan finansial belum disertai perhitungan mengenai berkurangnya dampak negatif yang ditimbulkan oleh timbulnya sampah (limbah, penyakit pernafasan, dan pemanfaatan lahan ex-timbulan sampah untuk kepentingan yang mendatangkan keuntungan)

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisa, proyek yang menghasilkan produk berupa material reklamasi (35%), pupuk kompos (37%), dan RDF (28%), dinilai tidak layak secara

finansial, yaitu dengan melihat *Net Present Value* (NPV) < 0, *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 0%, dan *Payback period* selama lebih dari 10 tahun. Proyek ini tetap layak dilanjutkan dengan memperbesar kapasitas produksi mesin WTZ, ataupun menaikkan harga jual RDF. Meskipun secara analisa finansial membutuhkan beberapa penyesuaian agar proyek bernilai positif, namun tetap bernilai manfaat besar, karena telah menjawab permasalahan kebutuhan lahan yang terus bertambah jika tidak ada upaya pengolahan sampah, dan manfaat industri yang memperoleh manfaat berupa bahan energi alternatif sebagai pengganti batubara. Sedangkan dengan analisa sistem dinamis diperoleh variabel-variabel yang mendukung keberlanjutan proyek antara lain adalah harga RDF, laju produksi, investasi teknologi, tenaga kerja yang kompeten, dan pemasaran produk RDF. Dengan pengelolaan sampah dengan produksi RDF sebagai bahan bakar alternatif, selain mereduksi tumpukan sampah dengan efektif juga memberikan manfaat lain berupa produk hasil pengolahan sampah yang bermanfaat.

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah melanjutkan penelitian mengenai perhitungan kuantitatif dari berkurangnya dampak negatif yang ditimbulkan oleh timbulnya sampah (limbah, penyakit pernafasan, dan pemanfaatan lahan ex-timbulan sampah untuk kepentingan yang mendatangkan keuntungan).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2012. *Outlook Energy Indonesia 2012*. Jakarta: BPPT Press
- Bappenas, 2010 – Indonesian Climate Change Sectoral Map (ICCSR) RI, Maret 2010
- Borshchev, A., & Filippov, A. (2004). From System Dynamics to Agent Based Modeling: Simulation.
- Del, P. (2007). Encouraging the implementation of small renewable electricity CDM projects : An economic analysis of different options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11, 1361-1387.
- Herlambang, Andita. 2012. Analisis Kelayakan Instalasi Pengelolaan Sampah Menjadi Refuse Derived Fuel (RDF). Bogor: Intitut Pertanian Bogor.
- Ivonilia. 2009. Gerakan 3R dalam Pengelolaan Sampah Di Jepang Sebagai Praktik Sosial: Analisis dari Teori Strukturasi Giddens. Depok: Universitas Indonesia.
- Kurniaty, D. dan Rizal, M. 2011. Pemanfaatan Hasil Pengelolaan Sampah sebagai Alternatif Bahan Bangunan Konstruksi. *Jurnal SMARTek*, 9: 47-60
- Latief, A. S. 2010. Manfaat dan Dampak Penggunaan Insinerator terhadap Lingkungan. *Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang*, 5: 20-24
- Padmi, T., 2006. *Current situation of municipal solid waste management in Indonesia*. Proceedings Environmental Technology and Management Conference. Bandung, 7—8 September 2006.
- Pohan, Y. dan Supriharjo, R. D. 2013. Pengelolaan Sampah Perumahan Kawasan Pedesaan Berdasarkan Karakteristik Timbulan Sampah di Kabupaten Gresik. *Jurnal Teknik POMITS*.
- Rakhmawati, Diyah Fitri. 2013. Belajar Disiplin dari Cara Orang Jepang Mengolah Sampah. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Ramasamy, P., 2006. *Refuse derived fuel—renewable energy from municipal solid waste, current practice and perspectives in Malaysia*. Proc. The 8th Symposium on Academic Network for Environmental Safety and Waste Management. Waste Management Strategies. Chennai (India), 11—13 December 2006.
- Semenindonesia.com, 2014. “Sampah Sebagai Bahan Bakar Pabrik” [online]. dalam <http://www.semenindonesia.com/blog/blog/sampah-sebagai-bahan-bakar-pabrik/> [diakses 21 Januari 2015]
- Surjandari, I., et al. 2009. Model Dinamis Pengelolaan Sampah untuk Mengurangi Beban Penumpukan. *Jurnal Teknik Industri*, 11: 134-147
- Soetjipto, Dwi, 2013. Road To Semen Indonesia
- Trihadiningrum, Y., S, Syahrial, D.A. Mardhiani, A. Moesriati, A. Damayanti, Soedjono, 2005. “Preliminary evaluation on the management of a closed municipal solid waste disposal site in Surabaya City, Indonesia.” Proc. The 7th Symposium on Academic Network for Environmental Safety and Waste Management – CSR and Education of Environmental Health and Safety. Tokyo, 19—21 September 2005
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah.
- Waluyo, Untung. 2013. Sampah Untuk Kedaualatan Energi.
- Yogiesti, V., et al. 2010. Pengelolaan Sampah Terpadu Berbasis Masyarakat Kota Kediri. *Jurnal Tata Kota dan Daerah*.

PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA ILMIAH

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Kuntum Khoiro Ummatin
Alamat : Kompleks PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk, Gresik, 61122
Instansi : Universitas Internasional Semen Indonesia
No. Identitas (KTP/SIM) : 3571036706870002

dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah yang akan dipresentasikan dalam SATELIT 2015 dengan judul:

Pemodelan Pengelolaan Sampah Kota Sebagai Bahan Energi Alternatif Di Kabupaten Gresik

adalah benar-benar karya asli kami dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk jurnal atau bentuk lain yang dapat dipublikasikan secara umum. Kami akan bersedia menanggung segala konsekuensi jika di kemudian hari ada pihak yang merasa dirugikan dan melakukan tuntutan baik secara pribadi maupun secara hukum.

Demikian pernyataan ini kami buat dengan benar serta penuh tanggung jawab.

Gresik, 14 September 2015

Yang menyatakan



Kuntum Khoiro Ummatin