

## KAJIAN SISA UMUR PAKAI TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA) SUMUR BATU KOTA BEKASI DENGAN OPTIMALISASI SISTEM PENGOLAHAN

### *THE STUDY ON THE USEFUL LIFE OF SUMUR BATU WASTE DISPOSAL SITE OF BEKASI CITY WITH OPTIMIZATION OF PROCESSING SYSTEM*

Najmi Nafisa Tuzzahra<sup>1</sup> dan Siti Ainun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut Teknologi Nasional, Jl. PKH. Mustopha No.23

Email : [najminafisa@gmail.com](mailto:najminafisa@gmail.com)

**Abstrak:** Timbulan sampah dari Kota Bekasi yang terangkut ke TPA Sumur Batu baru sebesar 40% dari timbulan sampah Kota Bekasi yaitu sebanyak 400-800 ton/hari dan terus meningkat dengan laju peningkatan timbulan sampah 0,12% setiap tahunnya. Upaya yang dilakukan oleh Pemerintah Kota Bekasi untuk mengurangi jumlah timbulan sampah yang masuk ke zona aktif adalah melalui pengadaan teknologi *Waste to Energy* (WTE). Teknologi *Waste to Energy* (WTE) berupa sampah yang dijadikan briket/pellet *Refuse Derived Fuel* (RDF) yang kemudian briket/pellet tersebut dijadikan bahan bakar dalam proses pembangkit listrik di TPA Sumur Batu. Karakteristik sampah Kota Bekasi seperti kadar air, kadar volatil, kadar abu dan nilai kalor sudah memenuhi standar karakteristik sampah yang dapat dijadikan *Refuse Derived Fuel* (RDF), sehingga dengan mengoperasikan *Waste to Energy* (WTE) dapat mengurangi volume sampah hingga 90%. Berdasarkan hasil observasi, pengoperasian *landfill* di TPA Sumur Batu belum sesuai dengan kriteria desain sehingga terjadi penumpukan sampah yang menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, untuk itu dilakukan pengoperasian *landfill* yang sesuai dengan kriteria desain dengan adanya pengaturan kemiringan dan ketinggian sampah. Melalui pemodelan pengoperasian *landfill* sesuai dengan kriteria desain pada seluruh zona dengan menggunakan AutoCAD Land Desktop dapat diketahui total sisa volume TPA Sumur Batu sebesar 581.397 m<sup>3</sup>, yang kemudian akan diproyeksikan dengan timbulan sampah yang masuk ke TPA Sumur Batu untuk mengetahui sisa umur pakai. Pada penelitian ini dilakukan kajian sisa umur pakai TPA Sumur Batu tanpa mengoperasikan teknologi *Waste to Energy* (WTE) dan dengan mengoperasikan *Waste to Energy* (WTE), sehingga dapat menjadi bahan rekomendasi untuk pihak pengelola terkait pengoperasian *Waste to Energy* (WTE). Sisa umur pakai tanpa upaya mengoperasikan teknologi *Waste to Energy* (WTE) adalah 183 hari dan sisa umur pakai dengan mengoperasikan teknologi *Waste to Energy* (WTE) adalah 1424 hari.

**Kata kunci:** Sisa Umur Pakai, Karakteristik Sampah, *Waste to Energy* (WTE)

**Abstract:** *Waste generation from Bekasi City which is transported to Sumur Batu Solid Waste Disposal Site is only 40% of the garbage generation in Bekasi City, which is 400-800 tons / day and continues to increase with the rate of increase in waste generation 0.12% annually. Efforts made by the Bekasi City Government to reduce the amount of waste generation entering the active zone are through the procurement of Waste to Energy (WTE)*

*technology. Waste to Energy (WTE) technology in the form of waste is used as a briquette / pellet Refuse Derived Fuel (RDF) which is then used as a fuel in the process of generating electricity at the Sumur Batu Solid Waste Disposal Site. The characteristics of Bekasi City waste such as water content, volatile content, ash content and calorific value have met the waste characteristics standards that can be used as Refuse Derived Fuel (RDF), so that by operating Waste to Energy (WTE) can reduce waste volume up to 90%. Based on observations, landfill operation in the Sumur Batu Solid Waste Disposal Site has not been in accordance with the design criteria, so there is a buildup of waste that has a negative impact on the environment. For this reason, the operation of the landfill is in accordance with the design criteria by setting the slope and height of the waste. Through the modeling of landfill operations in accordance with the design criteria for all zones using the AutoCAD Land Desktop, the total remaining volume of the Sumur Batu Solid Waste Disposal Site is 581,397 m<sup>3</sup>, which will then be projected with waste generation entering the Sumur Batu Solid Waste Disposal Site to find out the useful life. A study of the useful life of the Sumur Batu Solid Waste Disposal Site without operating Waste to Energy (WTE) technology and by operating Waste to Energy (WTE) so that it can be used as a recommendation for management regarding the operation of Waste to Energy (WTE). The useful life without attempts to operate Waste to Energy (WTE) technology is 183 days and the useful life by operating Waste to Energy (WTE) technology is 1424 days.*

**Keywords:** *Useful life, Characteristics of Waste, Waste to Energy (WTE)*

## **PENDAHULUAN**

Peningkatan timbulan sampah menjadi tantangan tersendiri dalam penggunaan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yang masih menjadi pilihan utama sebagai infrastruktur pembuangan sampah di berbagai negara, khususnya negara berkembang (Mujaddidah, F.R, dkk 2017). Salah satu daerah yang termasuk dalam kategori ini adalah Kota Bekasi. Timbulan sampah dari Kota Bekasi yang terangkut ke TPA Sumur Batu baru sebesar 40% dari timbulan sampah Kota Bekasi yaitu sebanyak 400-800 ton/hari dan terus meningkat dengan laju peningkatan timbulan sampah 0,12% setiap tahunnya (Dinas Lingkungan Hidup Kota Bekasi, 2018).

Peningkatan timbulan sampah yang masuk ke TPA Sumur Batu disertai tertundanya perluasan zona dapat menyebabkan terjadinya penumpukan sampah sehingga mempengaruhi kualitas lingkungan karena menimbulkan permasalahan seperti masalah estetika, munculnya vektor penyakit, bau dan debu, kelongsoran, pencemaran air oleh lindi, bahaya kebakaran dan tersumbatnya saluran drainase (Damanhuri dan Padmi, 2010). Untuk meminimalisir dampak tersebut diperlukan pengoperasian *landfill* yang sesuai dengan kriteria desain. Kriteria desain yang dimaksud adalah dengan melakukan perataan sampah oleh alat berat yang dilakukan lapis-per-lapis membentuk terasering agar tercapai kepadatan optimum yang diinginkan, sehingga stabilitas permukaannya dapat menyangga lapisan berikutnya dan meminimalisir terjadinya kelongsoran dan pengaplikasian tanah penutup (Damanhuri, 2008).

Upaya yang dilakukan oleh Pemerintah Kota Bekasi untuk mengurangi rencana perluasan TPA Sumur Batu yaitu dengan mengurangi jumlah timbulan sampah yang masuk ke zona aktif melalui pengadaan teknologi *Waste to Energy* (WTE), dimana pembangkit listrik yang telah dibangun direncanakan bersumber dari sampah lama yang ada di zona tidak aktif TPA Sumur Batu untuk dijadikan *Refuse Derived Fuel* (RDF) yang kemudian dijadikan bahan bakar dalam proses pembangkit listrik di TPA Sumur Batu. Teknologi *Waste to Energy* (WTE) masih belum beroperasi karena terkendala masalah penetapan pembayaran energi terbarukan atau *Feed in Tarif* (FIT) dari PLN, selain itu melalui uji coba *Waste to Energy* (WTE) yang sudah dilakukan selama tiga kali belum menghasilkan hasil yang memuaskan karena adanya kerusakan mesin tetapi hingga sekarang belum dilakukan perbaikan

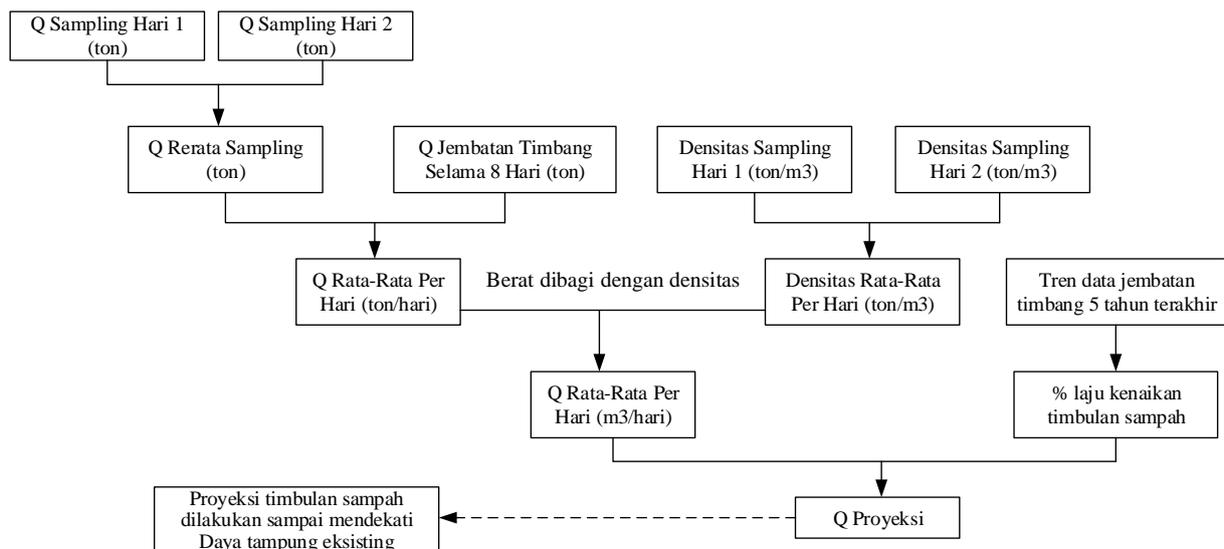
Diperlukan adanya analisa terkait kelayakan karakteristik sampah di TPA Sumur Batu seperti karakteristik kadar air, kadar volatil, kadar abu dan nilai kalor untuk dapat dijadikan bahan baku *Refuse Derived Fuel* (RDF) sehingga dengan mengoperasikan *Waste to Energy* (WTE) melalui proses pembakaran atau insinerasi mampu mengurangi sekitar 90% dari volume sampah dan 75% dari berat sampah dan dapat menjadi energi terbarukan (Dong & Lee, 2009).

Peningkatan timbulan sampah dengan tidak adanya upaya pengolahan di TPA untuk mengurangi timbulan sampah yang masuk ke zona aktif dan terbatasnya lahan penimbunan sampah yang tersedia di TPA Sumur Batu karena tertundanya perluasan zona di tahun 2018 dapat mengurangi sisa umur pakai TPA Sumur Batu, sehingga diperlukan adanya kajian sisa umur pakai dengan dan tanpa mengoperasikan *Waste to Energy* (WTE) sehingga dapat menjadi bahan rekomendasi untuk pihak pengelola terkait pengoperasian *Waste to Energy* (WTE) di TPA Sumur Batu.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Timbulan Sampah**

Data timbulan sampah perlu dilakukan proyeksi untuk mengetahui perkiraan penambahan timbulan sampah di masa yang akan datang karena dapat mempengaruhi sisa umur pakai TPA. Data timbulan sampah yang digunakan dalam proyeksi dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 1.** Analisa Data Timbulan Sampah

Data Q rata-rata pengukuran yang telah diperoleh perlu divalidasi dengan menggunakan data jembatan timbang selama 8 hari berturut-turut. Untuk memproyeksikan timbulan sampah ditahun yang akan datang menggunakan data tren jembatan timbang selama 5 tahun terakhir. Proyeksi timbulan sampah dilakukan hingga mendekati daya tampung eksisting, sehingga proyeksi timbulan sampah yang dilakukan perlu menggunakan data timbulan dengan satuan  $m^3/hari$ . Untuk dapat mengkonversi satuan timbulan sampah dari  $ton/hari$  menjadi  $m^3/hari$  dapat dengan membagi berat sampah dengan densitas rata-rata hasil pengukuran selama 2 hari.

Proyeksi timbulan sampah dilakukan untuk memperkirakan jumlah timbulan sampah di masa yang akan datang dengan mengacu pada pertambahan jumlah sampah pada tahun sebelumnya, metode yang digunakan adalah dengan menggunakan persamaan geometri sebagai berikut (Susilo, 2013):

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Keterangan :

$P_n$  = volume sampah pada tahun n proyeksi

$P_o$  = volume sampah pada tahun awal proyeksi

$r$  = rata-rata laju kenaikan timbulan sampah (%)

$n$  = selang waktu proyeksi (tahun)

### Karakteristik Sampah

Sampah yang diolah menjadi *Refuse Derived Fuel* (RDF) merupakan sampah yang dilihat berdasarkan nilai kalor, kadar air, kadar volatil, kadar abu, beberapa parameter lainnya (Dong

& Lee, 2009), sehingga pada studi ini karakteristik sampah yang diuji untuk mengetahui kelayakan karakteristik sampah untuk diolah menjadi *Refuse Derived Fuel* (RDF) adalah nilai kalor, kadar air, kadar volatil, kadar abu, dimana pada studi ini menggunakan karakteristik sampah Kota Bekasi diperoleh melalui hasil dari studi literatur.

Apabila sampah Kota Bekasi layak diolah menjadi bahan baku *Refuse Derived Fuel* (RDF), maka volume sampah di TPA Sumur Batu dapat dikurangi sekitar 90% dari volume sampah dan dapat menjadi energi terbarukan (Dong & Lee, 2009). Data % sampah yang berpotensi diolah di *Waste to Energy* (WTE) ini kemudian dikalikan dengan Q proyeksi untuk mengetahui Q potensi WTE seperti yang terlihat pada **Gambar 2**.



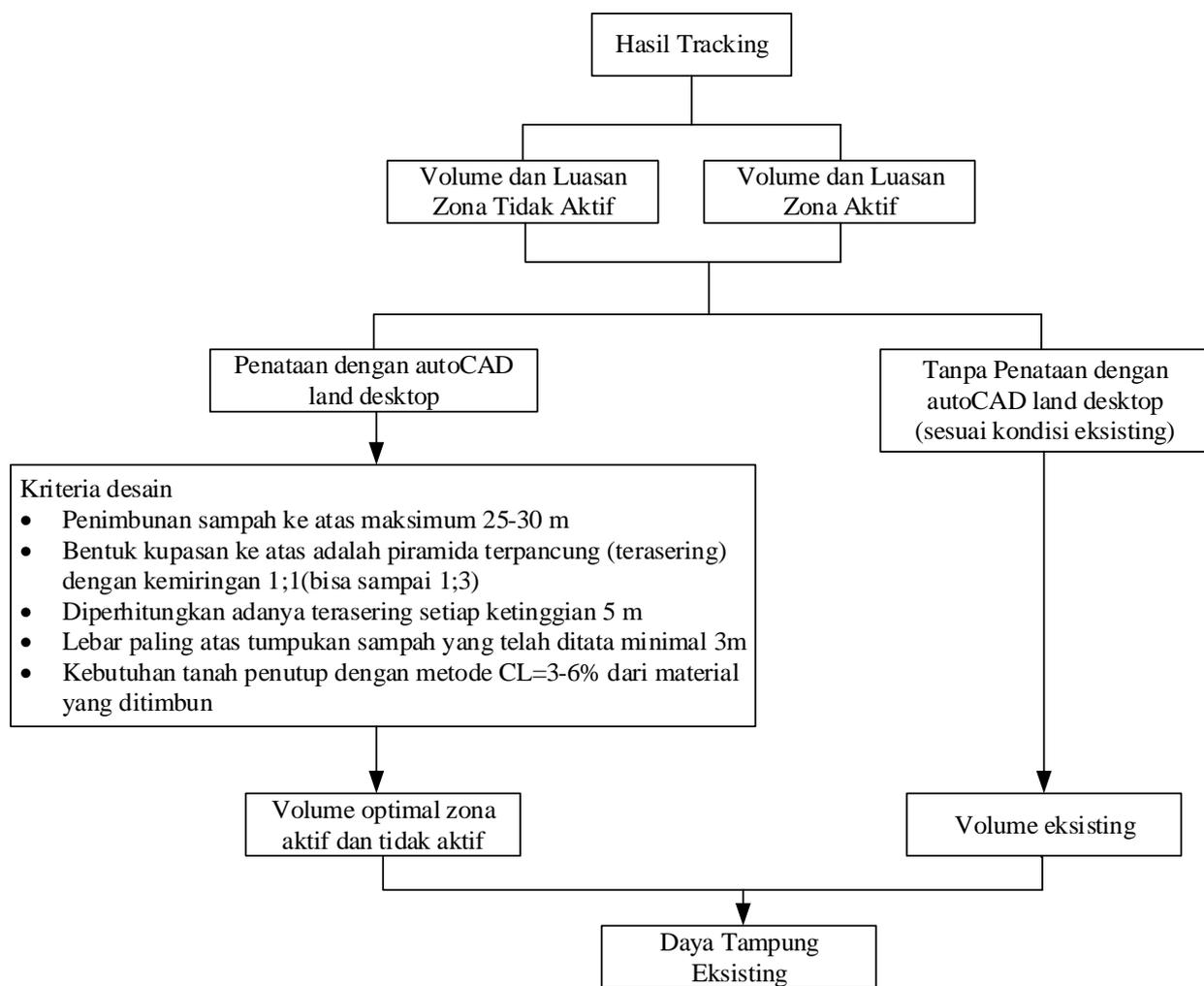
**Gambar 2.** Metodologi Analisa Kelayakan WTE

### Daya Tampung Eksisting

Daya tampung eksisting seluruh zona di TPA Sumur Batu dapat diperoleh dari hasil proses *tracking* dengan menggunakan GPS Handheld. Data hasil *tracking* adalah berupa data titik koordinat yang perlu didownload dari GPS Handheld setelah *tracking* selesai dilaksanakan, kemudian data titik koordinat diolah dengan software autoCAD Land Desktop sehingga dapat diperoleh daya tampung eksisting dari seluruh zona di TPA Sumur Batu seperti yang terlihat pada **Gambar 3**.

Berdasarkan hasil observasi, pengoperasian *landfill* di TPA Sumur Batu masih menerapkan sistem *open dumping*, dimana sampah hanya ditumpuk setiap harinya tanpa adanya penataan dan penggunaan tanah penutup. Penataan *landfill* baru dilakukan ketika zona aktif akan ditutup menjadi zona tidak aktif, sehingga penggunaan tanah penutup hanya dilakukan diakhir penutupan zona aktif.

Dalam perencanaan upaya optimalisasi TPA Sumur Batu ini direncanakan menggunakan sistem *controlled landfill* maka penutupan dengan tanah penutup diasumsikan digunakan setiap 7 hari, Jumlah tanah penutup yang digunakan bila menggunakan sistem *controlled landfill* adalah 3% dari jumlah timbulan sampah yang akan ditimbun (Damanhuri, 2008).



**Gambar 2.** Metodologi Daya Tampung Eksisting

### Sisa Umur Pakai

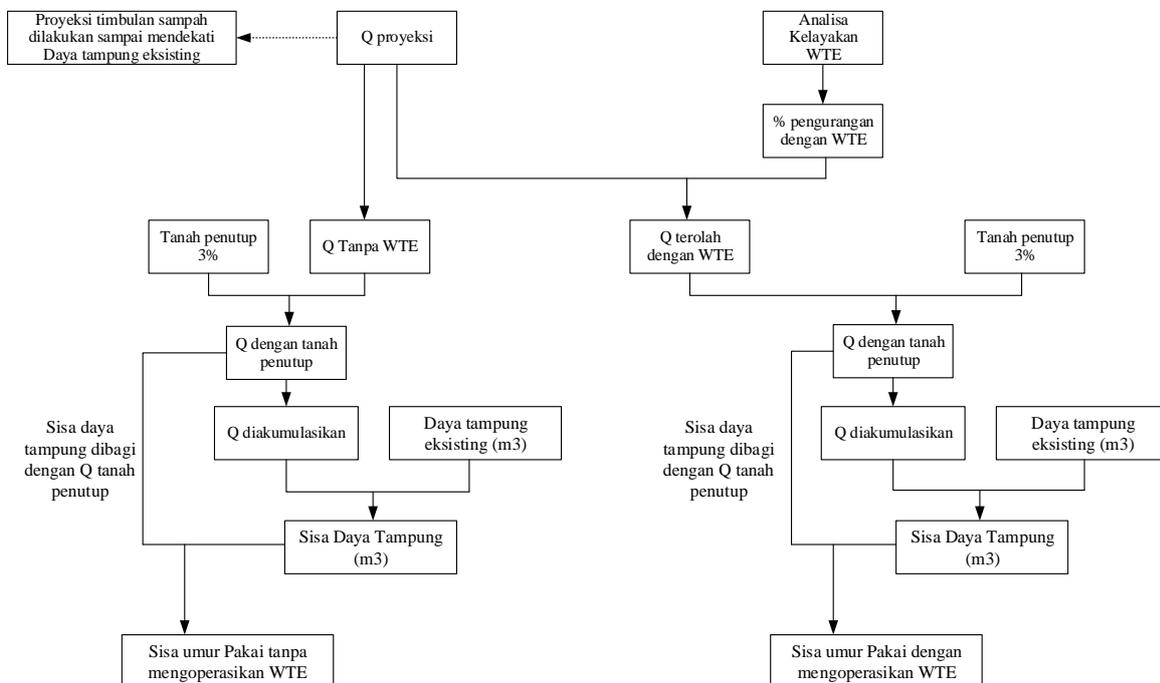
Sisa umur pakai TPA Sumur Batu dengan dan tanpa mengoperasikan teknologi *Waste to Energy* (WTE) dapat dilihat pada **Gambar 3**. Untuk mengetahui sisa umur pakai TPA perlu diketahui sisa daya tampung di TPA Sumur Batu.

Sisa daya tampung dapat diketahui dengan mengurangi daya tampung eksisting dengan timbulan sampah yang terakumulasi beserta kebutuhan tanah penutupnya. Apabila sisa daya tampung menunjukkan tanda minus berarti sisa daya tampung di TPA Sumur Batu telah habis dan sudah tidak dapat lagi menampung timbulan sampah yang masuk, sehingga dapat diketahui sisa umur pakai pada tahun tersebut.

$$\text{Sisa daya tampung} = \text{Daya tampung eksisting} - Q \text{ terakumulasi}$$

$$\text{Sisa Umur Pakai} = \frac{\text{Sisa daya tampung}}{Q \text{ harian beserta tanah penutup}}$$

Sisa umur pakai dapat diketahui dengan membagi sisa daya tampung dengan timbulan sampah harian yang masuk beserta kebutuhan tanah penutupnya, dimana pada timbulan sampah harian yang masuk ini sudah diproyeksikan hingga mendekati daya tampung eksisting.



**Gambar 3.** Metodologi Sisa Umur Pakai

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Timbulan Sampah

Nilai densitas sampah di TPA Sumur Batu yang diukur dengan mengacu pada *American Standard Testing and Material E1109-86 (2009) tentang Standard Test Method for Determining The Bulk Density of Solid Waste Fractions*. Hasil pengukuran densitas selama 2 hari berdasarkan jenis dan sumber alat angkut dapat dilihat pada **Tabel 1**. Nilai rata-rata densitas selama 2 hari diperoleh sebesar 0,222 ton/m<sup>3</sup>.

**Tabel 1.** Rekapitulasi Hasil Pengukuran Densitas

Hari	Jenis	Plat Nomor	Sumber	Densitas (Kg/m <sup>3</sup> )	Rata-Rata Densitas (Kg/m <sup>3</sup> )
1	Dump truck	B9022KOQ	D	227,836	226,633
2		B9022KOQ	D	225,431	
1	Dump truck	B9028KOQ	ND	239,896	234,329
2		B9028KOQ	ND	228,762	
1	Arm roll truck	B9206KOQ	D	213,056	213,882
2		B9206KOQ	D	214,708	
1	Arm roll truck	B9084KOQ	ND	197,095	208,644
2		B9084KOQ	ND	220,192	
1	Light truck	B9130KOQ	D	221,359	222,704
2		B9130KOQ	D	224,049	
1	Light truck	B9128TOQ	ND	223,466	228,129
2		B9128TOQ	ND	232,792	
<b>Rata-Rata Densitas (Kg/m<sup>3</sup>)</b>					222,387
<b>Rata-Rata Densitas (ton/m<sup>3</sup>)</b>					0,222

Sumber : Hasil Pengukuran, 2019

Pengukuran densitas dilakukan untuk mengetahui timbulan sampah yang masuk ke TPA Sumur Batu, dengan mengetahui berat sampah yang dibawa oleh setiap jenis alat angkut melalui data dari jembatan timbang seperti yang terlihat pada **Tabel 2**, kemudian membaginya dengan rata-rata hasil pengukuran densitas pada **Tabel 1** yaitu 222,387 kg/m<sup>3</sup>, maka dapat diketahui timbulan sampah yang dibawa ke zona aktif dalam satuan volume yaitu sebesar 3356,828 m<sup>3</sup>/hari.

**Tabel 2.** Q rata-rata sampling

	Q sampling hari 1 (Kg/hari)	Q sampling hari 2 (Kg/hari)
	723.350	769.680
Q rata-rata sampling (Kg/hari)	746.515	
Q rata-rata sampling (m <sup>3</sup> /hari)	3356,828	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Q rata-rata sampling (kg/hari) perlu divalidasi dengan data jembatan timbang selama 8 hari berturut-turut. Data jembatan timbang selama 8 hari berturut-turut dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Data Jembatan Timbang Selama 8 Hari

No	Hari	Q Jembatan Timbang(ton/hari)
1	1	657,38
2	2	734,51
3	3	652,83
4	4	706,97
5	5	844,47
6	6	823,34
7	7	945,77
8	8	713,35
<b>Rata-Rata</b>		759,828

Sumber : Data Jembatan Timbang TPA Sumur Batu, 2019

Q rata-rata sampling (ton/hari) kemudian dirata-ratakan dengan Q rata-rata selama 8 hari sehingga diperoleh Q rata-rata per hari yang dijadikan data proyeksi timbulan sampah pada tahun 2019 seperti yang terlihat pada **Tabel 4**. Data timbulan sampah perlu dikonversi dari satuan berat menjadi satuan volume dikarenakan pada proyeksi timbulan sampah dilakukan hingga mendekati daya tampung eksisting (m<sup>3</sup>) untuk dapat mengetahui sisa umur pakai TPA Sumur Batu. Konversi timbulan sampah dari ton/hari menjadi m<sup>3</sup>/hari dapat dengan membagi berat sampah dengan nilai rata-rata densitas sebesar 0,222 ton/m<sup>3</sup>, sehingga diperoleh Q rata-rata per hari dalam satuan volume adalah 3386,764 m<sup>3</sup>/hari seperti yang terlihat pada **Tabel 4**.

**Tabel 4.** Q rerata Per Hari Untuk Proyeksi Timbulan Sampah

	<b>Q rata-rata sampling (ton/hari)</b>	<b>Q rata-rata jembatan timbang selama 8 hari (ton/hari)</b>
	746,515	759,828
<b>Q rata-rata per hari (ton/hari)</b>	753,171	
<b>Q rata-rata per hari (m<sup>3</sup>/hari)</b>	3386,764	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Hasil proyeksi timbulan sampah dengan menggunakan data sampah yang masuk dari tahun 2014 hingga 2019 dapat dilihat pada **Tabel 5** sebagai berikut.

**Tabel 5.** Proyeksi Timbulan Sampah

Tahun	Q (m <sup>3</sup> /hari)	n	r	r rata-rata	Po	Pn (Q proyeksi)
2014	1775,523	0	0,003967	0,11761	1775,523	1775,523
2015	1782,595	1	0,2311633	0,11761	1775,523	1984,349
2016	2318,561	2	0,067584	0,11761	1775,523	2217,735
2017	2486,616	3	0,1146161	0,11761	1775,523	2478,570
2018	2808,518	4	0,1707371	0,11761	1775,523	2770,084
2019	3386,764	5		0,11761	1775,523	3095,883
2020		6		0,11761	1775,523	3460,000
2021		7		0,11761	1775,523	3866,943
2022		8		0,11761	1775,523	4321,748
2023		9		0,11761	1775,523	4830,044

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

### Karakteristik Sampah TPA Sumur Batu

Karakteristik sampah TPA Sumur Batu bila dibandingkan dengan standar untuk dapat dijadikan bahan baku *Refuse Derived Fuel* (RDF) dapat dilihat pada **Tabel 5** sebagai berikut.

**Tabel 6.** Perbandingan Karakteristik Sampah TPA Sumur Batu dengan Standar RDF

Parameter	TPA Sumur Batu (biodegradable)	TPA Sumur Batu (non biodegradable)	ISTA C (Turki)	Lechtenberg (Jerman)	European Standard	Finlandia	Italia	Inggris	Kesimpulan
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Kadar air (%w)	71,26	26,45	25	<20	<25	25-35	<25	7-28	Berpotensi sebagai bahan baku RDF tetapi butuh pre treatment
Kadar volatil (%dry)	71,58	91,05	92,3	50-80	-	-	-	-	Berpotensi sebagai bahan baku RDF
Kadar abu (%dry)	11,25	7,12	7,7	8-12	<5%	5-10	20	12	Berpotensi sebagai bahan baku RDF
Nilai kalor (Kkal/kg)	4457,94	9508,18	3500	-	3850	3107-3824	3585	4469	Berpotensi sebagai bahan baku RDF

Sumber :

(1) dan (2) : Putri dan Damanhuri, 2013

(3) dan (4) : Kara dkk., 2009

(5), (6), (7) dan (8) : Nithikul, 2007

(9) : Hasil analisa, 2019

Berdasarkan data pada **Tabel 6** maka dapat disimpulkan bahwa karakteristik sampah Kota Bekasi berpotensi dijadikan sebagai bahan baku *Refuse Derived Fuel* (RDF) tetapi perlu adanya *pre treatment* terlebih dahulu, sebelum dapat dijadikan bahan baku *Refuse Derived Fuel* (RDF), untuk mengurangi kandungan air yang terdapat dalam sampah sehingga sesuai dengan standar.

Insinerasi mampu mengurangi sekitar 90% dari volume sampah dan 75% dari berat sampah dan dapat menjadi energi terbarukan (Dong & Lee, 2009). Dengan kemampuan insinerasi

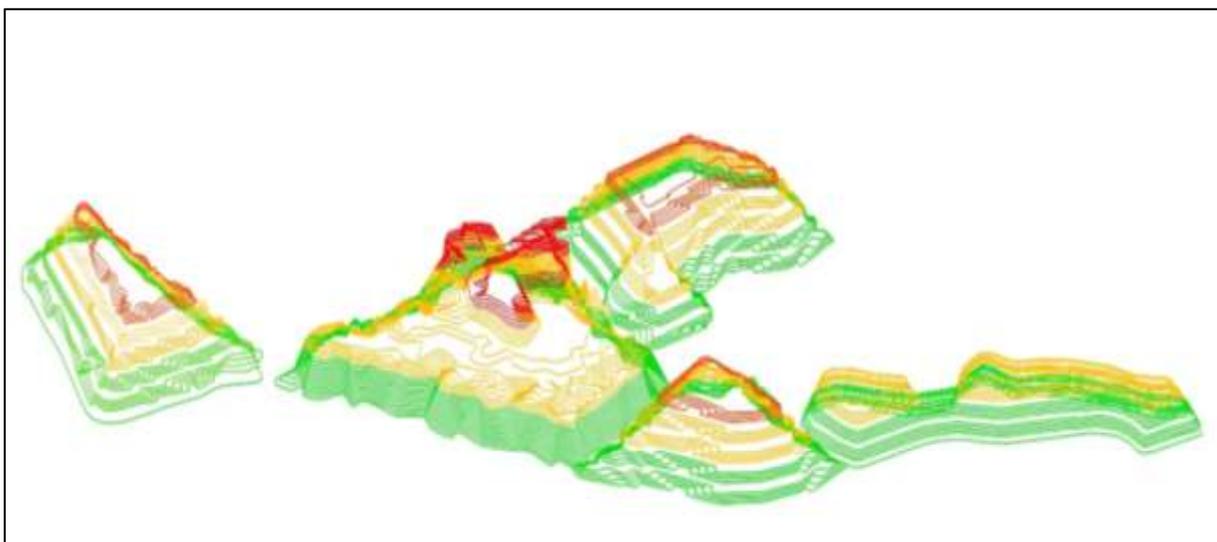
dalam mengurangi sampah ini kemudian dikalikan dengan timbulan sampah yang masuk ke TPA Sumur Batu untuk mengetahui nilai Q potensi WTE.

### **Daya Tampung Eksisting TPA Sumur Batu**

Daya tampung eksisting diperoleh melalui pemodelan dengan menggunakan software AutoCAD Land Desktop. Daya tampung eksisting diperoleh dari hasil analisa volume eksisting dan volume optimal. Hasil dari analisa volume eksisting ini selain mengetahui volume pada keseluruhan zona (aktif maupun tidak aktif) juga dapat mengetahui zona mana saja yang dapat dioptimalkan dengan dilakukan penataan atau penambahan ketinggian pada zona. Kriteria desain penataan zona menurut Damanhuri 2008 dan *Japan Internasional Cooperation Agency (JICA)* yaitu sebagai berikut :

1. Ketinggian maksimum sampah adalah 25-30 m
2. Kemiringan sampah 1:1 sampai dengan 1:3.
3. Adanya terasering setiap ketinggian 5 m
4. Lebar tumpukan sampah paling atas setelah penataan setidaknya minimal memiliki lebar 3 m, dikarenakan 3 m ini adalah ukuran dari lebar alat berat yang ada di TPA, sehingga bila lebih kecil daripada 3 m tidak dapat digunakan untuk mobilisasi alat berat ketika dilakukan penataan.

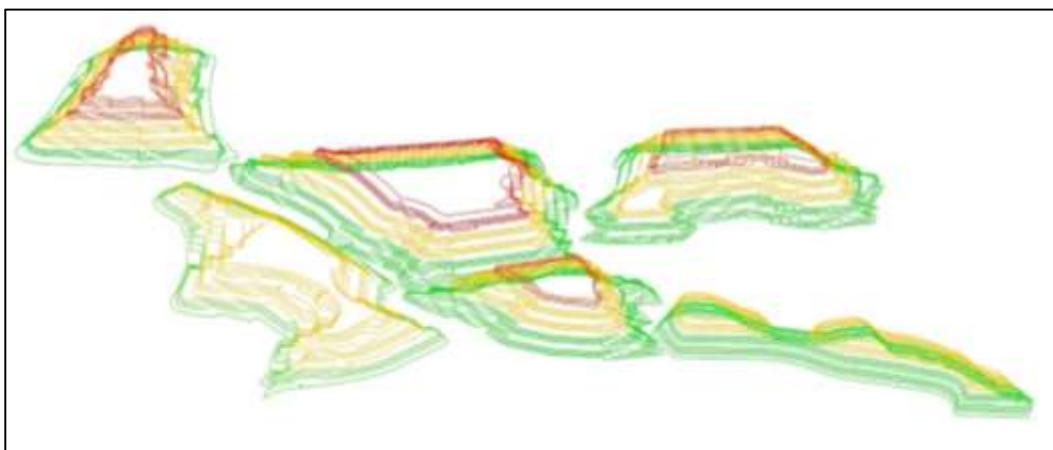
Gambaran seluruh zona di TPA Sumur Batu sesuai kondisi eksisting dapat dilihat pada **Gambar 4** sebagai berikut.



**Gambar 4.** Kondisi Eksisting Seluruh Zona di TPA Sumur Batu

Dari analisa kondisi eksisting diperoleh hasil bahwa zona di TPA Sumur Batu dapat dioptimalkan dengan melakukan penataan pada zona 3 dan 6, penambahan ketinggian pada zona 1 dan 2, dan 4, 5A, 5C dan 6A, selain itu juga melakukan pemodelan penataan pada zona perluasan (zona 7) untuk memperkirakan volume yang dapat ditampung pada zona perluasan (zona 7).

Gambaran seluruh zona di TPA Sumur Batu sesuai setelah dilakukan penataan, penambahan ketinggian dan pemodelan pada zona perluasan dapat dilihat pada **Gambar 5**. Terdapat perbedaan volume antara kondisi eksisting dengan kondisi optimal seperti yang terlihat pada **Tabel 7** sehingga mempengaruhi daya tampung eksisting yang tersedia untuk selanjutnya digunakan dalam perhitungan sisa umur pakai.



**Gambar 5.** Kondisi Optimal Seluruh Zona di TPA Sumur Batu

Daya tampung eksisting diperoleh dari hasil analisa volume eksisting dan volume optimal seperti yang terlihat pada **Tabel 7** sebagai berikut.

**Tabel 7.** Volume Seluruh Zona di TPA Sumur Batu

Zona	Ketinggian Eksisting (m)	Ketinggian setelah penataan (m)	Volume eksisting (m <sup>3</sup> )	Volume optimal (m <sup>3</sup> )
1 dan 2	28 m	30 m	254.235	272.394
3	32 m	30 m	1.198.947	1.383.400
6	20 m	30 m		
4, 5A dan 5c	27 m	30 m	300.948	334.386

Zona	Ketinggian Eksisting (m)	Ketinggian setelah penataan (m)	Volume eksisting (m <sup>3</sup> )	Volume optimal (m <sup>3</sup> )
5B	25 m	25 m	203.076	203.076
5D	15 m	15 m	46.937	46.937
<b>Total Volume</b>			2.004.143	2.240.193
<b>Sisa Volume Eksisting (Total volume eksisting dikurangi Total volume optimal)</b>			236.050	
<b>Volume Zona Perluasan (zona 7)</b>			345.347	
<b>Daya Tampung Eksisting</b>			581.397	

Sumber: Hasil Analisa, 2019

Total volume optimal setelah dilakukan penataan adalah sebesar 2.240.193 m<sup>3</sup>, sedangkan total volume eksisting adalah sebesar 2.004.143 m<sup>3</sup>. Total volume optimal lebih besar daripada total volume eksisting dikarenakan adanya penambahan ketinggian sampah pada zona 1, 2, 4, 5A, 5C dan 6A sampai 30 m

Dari data total volume eksisting dan total volume optimal yang telah diperoleh maka dapat diketahui sisa volume eksisting, yaitu dengan mengurangi total volume optimal dengan total volume eksisting sehingga diperoleh sisa volume eksisting di TPA Sumur Batu adalah sebesar 236.050 m<sup>3</sup>.

Sisa volume eksisting kemudian ditambahkan dengan volume zona perluasan yang belum digunakan dan sudah dilakukan pemodelan penataan dengan menggunakan software AutoCAD Land Desktop, sehingga diperoleh daya tampung eksisting di TPA Sumur Batu adalah sebesar 581.397 m<sup>3</sup>. Daya tampung eksisting kemudian digunakan untuk menghitung sisa umur pakai TPA yaitu dengan cara melakukan proyeksi timbulan sampah yang masuk ke *landfill* hingga mendekati daya tampung eksisting.

#### **Sisa Umur Pakai TPA Sumur Batu sesuai Kondisi Eksisting**

Perhitungan sisa umur pakai TPA Sumur Batu sesuai dengan kondisi eksisting yang tidak mengoperasikan *Waste to Energy* (WTE) dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Proyeksi timbulan sampah dilakukan untuk memperkirakan besarnya timbulan sampah yang masuk ke TPA Sumur Batu di masa yang akan datang. Data timbulan sampah yang masuk ke TPA Sumur Batu sama dengan timbulan sampah yang masuk ke zona aktif, dikarenakan tidak adanya pengurangan timbulan sampah yang masuk ke TPA Sumur Batu.

Setelah mengetahui jumlah timbulan sampah yang akan masuk dan ditimbun di zona aktif, dalam menghitung sisa umur pakai TPA Sumur Batu yang direncanakan menerapkan sistem *controlled landfill*, maka perlu memperhitungkan jumlah tanah penutup yang besarnya 3% dari jumlah timbulan sampah yang akan ditimbun, dimana penutupan dengan tanah penutup dilakukan setiap 7 hari sekali. Data timbulan sampah beserta jumlah tanah penutup yang telah diperoleh disetiap tahun kemudian diakumulasikan.

Daya tampung eksisting diperoleh dengan memanfaatkan zona perluasan dan menambah ketinggian pada zona 1, 2, 4, 5A, 5C dan 6A sampai 30 m, sehingga di peroleh daya tampung eksisting di TPA Sumur Batu adalah 581.397 m<sup>3</sup>.

Sisa daya tampung kemudian dapat diketahui dengan mengurangi daya tampung eksisting dengan timbulan sampah yang terakumulasi. Apabila sisa daya tampung menunjukkan tanda minus berarti sisa daya tampung di TPA Sumur Batu telah habis dan sudah tidak dapat lagi menampung timbulan sampah yang masuk, sehingga dapat diketahui sisa umur pakai pada tahun tersebut.

Sisa umur pakai diperoleh dari hasil membagi daya tampung eksisting dengan timbulan sampah harian + tanah penutup, sehingga dapat diperoleh sisa umur pakai tanpa pengoperasian *Waste to Energy* (WTE) di TPA Sumur Batu adalah 183 hari di tahun 2019. Sisa umur pakai 183 hari di tahun 2019 dihitung per tanggal dilakukannya *tracking* yaitu pada tanggal 6 April 2019 sehingga perkiraan habisnya sisa umur pakai TPA bila tanpa upaya optimalisasi adalah pada 6 Oktober 2019.

### **Sisa Umur Pakai TPA Sumur Batu dengan Mengoperasikan WTE**

Perhitungan sisa umur pakai TPA Sumur Batu dengan mengoperasikan *Waste to Energy* (WTE) dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Proyeksi timbulan sampah dilakukan untuk memperkirakan besarnya timbulan sampah yang masuk ke TPA Sumur Batu di masa yang akan datang. Data proyeksi timbulan sampah setiap tahunnya kemudian dikalikan dengan % sampah yang dapat diolah dengan *Waste to Energy* (WTE) melalui proses insinerasi. Proses insinerasi mampu mengurangi sekitar 90% dari volume sampah dapat menjadi energi terbarukan (Dong & Lee, 2009). Dari perhitungan ini selain dapat mengetahui jumlah timbulan sampah yang dapat diolah dengan menggunakan *Waste to Energy* (WTE).

Timbulan sampah yang tidak terolah oleh *Waste to Energy* (WTE) /residu yang dihasilkan dari proses pengolahan dengan teknologi *Waste to Energy* (WTE) adalah sampah yang akan masuk ke zona aktif. Besarnya residu yang akan masuk ke zona aktif dapat diketahui dengan

mengurangi jumlah timbulan sampah yang masuk ke TPA Sumur Batu dengan timbulan sampah yang terolah dengan *Waste to Energy* (WTE)

Dalam menghitung sisa umur pakai TPA Sumur Batu yang direncanakan menerapkan sistem *controlled landfill*, maka perlu memperhitungkan jumlah tanah penutup yang besarnya 3% dari jumlah timbulan sampah yang akan ditimbun dimana penutupan dengan tanah penutup dilakukan setiap 7 hari sekali. Data timbulan sampah beserta jumlah tanah penutup yang telah diperoleh disetiap tahun kemudian diakumulasikan.

Daya tampung eksisting diperoleh dengan memanfaatkan zona perluasan dan menambah ketinggian pada zona 1, 2, 4, 5A, 5C dan 6A sampai 30 m, sehingga di peroleh daya tampung eksisting di TPA Sumur Batu adalah 581.397 m<sup>3</sup>.

Sisa daya tampung kemudian dapat diketahui dengan mengurangi daya tampung eksisting dengan timbulan sampah yang terakumulasi. Apabila sisa daya tampung menunjukkan tanda minus berarti sisa daya tampung di TPA Sumur Batu telah habis dan sudah tidak dapat lagi menampung timbulan sampah yang masuk, sehingga dapat diketahui sisa umur pakai pada tahun tersebut.

Sisa umur pakai diperoleh dari hasil membagi daya tampung eksisting dengan timbulan sampah harian + tanah penutup, sehingga dapat diperoleh sisa umur pakai dengan mengoperasikan *Waste to Energy* (WTE) di TPA Sumur Batu adalah 58 hari di tahun 2023 atau sama dengan 1424 hari. Sisa umur pakai 1424 hari dihitung per tanggal dilakukannya *tracking* yaitu pada tanggal 6 April 2019 sehingga perkiraan habisnya sisa umur pakai TPA bila tanpa upaya optimalisasi adalah pada 27 februari 2023.

### Kesimpulan Analisa Sisa Umur Pakai

Perbandingan sisa umur pakai dengan dan tanpa upaya optimalisasi di TPA Sumur Batu dapat dilihat pada **Tabel.7** sebagai berikut.

**Tabel.7** Kesimpulan Analisa Umur Pakai

Sisa Umur Pakai	Tanpa Optimalisasi	Optimalisasi dengan Penataan dan WTE
Jumlah hari	183 hari dari pelaksanaan tracking	1420 hari dari pelaksanaan tracking
	183 hari di Tahun 2019	58 hari di tahun 2023
Tanggal	6 Oktober 2019	24 Februari 2023

Sumber : Hasil Analisa, 2019

Pada **Tabel. 7** dapat dilihat bahwa sisa umur pakai dengan menggunakan upaya optimalisasi dengan penataan dan *Waste to Energy* (WTE) adalah 58 hari ditahun 2023 atau sama dengan 1420 hari, maka dari itu pihak pengelola TPA Sumur Batu harus segera mengoperasikan *Waste to Energy* (WTE) dan sudah memiliki zona perluasan di tahun 2024 bila ingin tetap mengoperasikan TPA Sumur Batu.

**Tabel 8.** Perhitungan Sisa Umur Pakai Tanpa WTE

No	Tahun	Q yang Masuk Ke TPA	Q yang Masuk Zona Aktif			Jumlah Sampah dengan Tanah Penutup			Q Terakumulasi di TPA	Daya Tampung Eksisting (m3)	Sisa Daya Tampung (m3)
		m3/hari	m3/hari	m3/hari	m3/tahun	m3/hari	m3/hari	m3/tahun	m3/tahun	m3	m3
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Cara Perhitungan	Hasil Proyeksi	(1)	(2) x 7	(2) x 365	((3) x 3%)+(3)	(7) / 365	(5) x 52	(7)	Hasil Tracking	(9)-(8)	
1	2019	3095,883	3095,883	21671,180	1129997,240	22321,315	3180,023	1160708,398	1160708,398	581397	-579311,398
2	2020	3460,000	3460,000	24220,003	1262900,160	24946,603	3554,037	1297223,365	2457931,762	581397	-1876534,762
3	2021	3866,943	3866,943	27068,602	1411434,257	27880,660	3972,039	1449794,333	3907726,096	581397	-3326329,096
4	2022	4321,748	4321,748	30252,235	1577437,967	31159,802	4439,205	1620309,706	5528035,801	581397	-4946638,801
5	2023	4830,044	4830,044	33810,306	1762965,953	34824,615	4961,315	1810879,987	7338915,788	581397	-6757518,788

Kapasitas TPA		Satuan	Cara perhitungan	Timbunan sampah
(11)	Tahun terlewatinya daya tampung maksimum TPA	Tahun	Tanda negatif pada (10)	2019
(12)	Total sisa volume atau daya tampung eksisting	m3	Hasil Tracking (9)	581397
(13)	Q terakumulasi di TPA pada tahun 2019	m3	(8)	1160708,398
(14)	Sisa daya tampung di TPA untuk penggunaan tahun 2019	m3	-	-
(15)	Q harian dengan tanah penutup di TPA pada tahun 2019	m3/hari	(6)	3180,023
(16)	Sisa umur pakai pada tahun 2019	hari	(12) / (15)	183
(17)	Total sisa umur pakai	hari	(16)	183
(18)	Perkiraan waktu habis daya tampung TPA	hari/bulan/tahun	Dihitung dari hari tracking pada 6 April 2019	6 Oktober 2019

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

**Tabel 9.** Volume Seluruh Zona di TPA Sumur Batu

No	Tahun	Q yang Masuk Ke TPA	% Sampah Potensi WTE	Q Terolah dengan WTE	Q yang Masuk Zona Aktif			Jumlah Sampah dengan Tanah Penutup			Q Terakumulasi di TPA	Daya Tampung Eksisting (m3)	Sisa Daya Tampung (m3)
		m3/hari	%	m3/hari	m3/hari	m3/7hari	m3/tahun	m3/7hari	m3/tahun	m3/hari	m3/tahun	m3	m3
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Cara Perhitungan	Hasil Proyeksi	Hasil Studi Literatur	(1) x (2)	(1)-(3)	(4) x 7	(4) x 365	((5) x 3%)+(5)	(7) x 52	(8) /365	(8)	Hasil Tracking	(11)-(10)	
1	2019	3095,883	90,00%	2786,295	309,588	2167,118	1129997,24	2232,132	116070,840	318,002	116070,840	581397	465326,160
2	2020	3460,000	90,00%	3114,000	346,000	2422,000	1262900,16	2494,660	129722,336	355,404	245793,176	581397	335603,824
3	2021	3866,943	90,00%	3480,249	386,694	2706,860	1411434,26	2788,066	144979,433	397,204	390772,610	581397	190624,390
4	2022	4321,748	90,00%	3889,573	432,175	3025,223	1577437,97	3115,980	162030,971	443,920	552803,580	581397	28593,420
5	2023	4830,044	90,00%	4347,039	483,004	3381,031	1762965,95	3482,462	181087,999	496,132	733891,579	581397	-152494,579

	Kapasitas TPA	Satuan	Cara perhitungan	Timbunan sampah
(13)	Tahun terlewatnya daya tampung maksimum TPA	Tahun	Tanda negatif pada (12)	2023
(14)	Total sisa volume atau daya tampung eksisting	m <sup>3</sup>	Hasil Tracking (11)	581397
(15)	Q terakumulasi di TPA pada tahun 2022	m <sup>3</sup>	(10)	552803,580
(16)	Sisa daya tampung di TPA untuk penggunaan tahun 2023	m <sup>3</sup>	(12)	28593,420
(17)	Q harian dengan tanah penutup di TPA pada tahun 2023	m <sup>3</sup> /hari	(8)	496,132
(18)	Sisa umur pakai pada tahun 2023	hari	(16) / (17)	58
(19)	Total sisa umur pakai	hari	Dihitung dari hari tracking	1424
(20)	Perkiraan waktu habis daya tampung TPA	hari/bulan/tahun	Dihitung dari hari tracking pada 6 April 2019	27 Februari 2023

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian mengenai analisa kelayakan karakteristik sampah Kota Bekasi untuk dijadikan *Refuse Derived Fuel* (RDF) yang kemudian dijadikan bahan bakar dalam proses pembangkit listrik di TPA Sumur Batu diperoleh kesimpulan bahwa karakteristik sampah berupa nilai kalor, kadar air, kadar volatil dan kadar abu Kota Bekasi berpotensi diolah menjadi bahan baku RDF (*Refuse Derived Fuel*) tetapi memerlukan *pre treatment* untuk mengurangi kadar air dalam sampah. Dengan proses pembakaran/insinerasi mampu mengurangi sekitar 90% dari volume sampah dan dapat menjadi energi terbarukan, sehingga 90% volume sampah yang masuk ke TPA Sumur Batu dapat dikurangi dan menambah sisa umur pakai di TPA Sumur Batu bila mengoperasikan *Waste to Energy* (WTE).

Daya tampung eksisting diperoleh dengan memanfaatkan zona perluasan dan menambah ketinggian pada zona 1, 2, 4, 5A, 5C dan 6A sampai 30 m, sehingga di peroleh daya tampung eksisting di TPA Sumur Batu adalah 581.397 m<sup>3</sup>.

Sisa umur pakai apabila dijalankan sesuai dengan kondisi eksisting tanpa mengoperasikan *Waste to Energy* (WTE) diperoleh sisa umur pakai adalah 183 hari, sedangkan dengan mengoperasikan *Waste to Energy* (WTE) diperoleh sisa umur pakai di TPA Sumur Batu adalah 1424 hari, maka dari itu dengan adanya perbedaan sisa umur pakai yang cukup signifikan ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk pihak pengelola TPA Sumur Batu untuk segera memperbaiki dan mengoperasikan *Waste to Energy* (WTE).

## DAFTAR PUSTAKA

- Damanhuri, E. (2008). *Diktat Landfilling Limbah*. Bandung: FTSL ITB.
- Damanhuri, E., dan Padmi, T. (2010). Pengelolaan sampah. Diktat Kuliah TL, 3104, 5-10.
- Dong, T. T., & Lee, B.-K. (2009). Analysis of potential RDF resources from solid waste and their energy values in the largest industrial city of Korea. *Waste management*, 29(5), 1725-1731.
- Kara, M., Günay, E., Tabak, Y., & Yıldız, Ş. (2009). Perspectives for pilot scale study of RDF in Istanbul, Turkey. *Waste management*, 29(12), 2976-2982.
- Mujaddidah, F. R., Rahardyan, B., Damanhuri, E., & Hadinata, F. (2016). Fenomena Degradasi Sampah Organik Terhadap Stabilitas Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 23(1), 69-77.
- Nithikul, J. (2007). Potential of refuse derived fuel production from Bangkok municipal solid waste. *Thailand, Asian Institute of Technology School of Environment, Resources and Development*.
- Putri, A. R., & Damanhuri, E. (2013). Pengembangan Sistem Penanganan Sampah Di Tpa Sumur Batu Kota Bekasi System Enhancement Of Municipal Solid Waste Handling In Sumur Batu Landfill, Municipality Of Bekasi.
- Susilo. (2013). *Kajian Umur Pakai Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo Kota Surakarta*. Surakarta: Universitas sebelas maret Surakarta.

