

## DISTRIBUTED GENERATION PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH KOTA (PLTSa) TYPE INCINERATOR SOLUSILISTRIK ALTERNATIF KOTA MEDAN

**Safrizal**

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Nahdlatul Ulama (UNISNU) Jepara

Jln Taman Siswa (Pekeng) Tahunan Jepara 59427

\*Email: Safrizal27@gmail.com

### Abstrak

*Krisis energi minyak dunia tahun 1973, masalah energi menjadi topik utama dunia, serta pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil untuk memproduksi energi listrik, telah menimbulkan dampak pemanasan global pada level yang sangat mengkhawatirkan. Penyelesaian dampak pemanasan global, salah satunya diantaranya dengan mengurangipenggunaan energi listrik berbasis bahan bakar fosil serta peningkatan pemanfaatan energi alternatif(renewable energy), diantaranya sampah kota. Potensi sampah kota Medan sebanyak 1812 ton/hari diperkirakan mampu membangkitkan energy listrik 21,744 MW. PLTSa Terjun dengan kapasitas produksi 156.556,8 kWh/tahun, dengan harga jual energi listrik ke PLN Rp1.450 per kWh, maka didapatkan penghasilan dari penjualan energy listrik Rp 227.007.360,-/thn.Potensi dapat membantu mengurangi defisit listrik sebesar  $21,744/435 \times 100 = 4,99\%$ ,di PT. PLN Wilayah II Sumbagut, sekaligus mengatasi pencemaran lingkungan hidup akibat timbunan sampah. Penggunaan generator sinkron dengan prime mover PLTSa sebagai Voltage Regulator Bus pada system Distributed Generation mampu memperbaiki drop tegangan serta mampu meningkatkan keoptimalan dan keandalan jaringan distribusi tersebut. Sehingga PLTSa Terjun layak untuk dikembangkan baik dari kajian teknis, ekonomis maupun lingkungan hidup.*

**Kata kunci:** *distributed generation, energy alternative, incinerator, Pembangkit Listrik Sampah Kota.*

### 1. PENDAHULUAN

Pemadaman listrik bergilirdi Kota Medan telah menimbulkan dampak negatif bagi penurunan produktivitas industry dan kegiatan ekonomis masyarakat, hal ini diakibatkan defisit daya listrik kota Medan sekitar 435 MW, sementara supply daya hanya sekitar 1.250 MW, kebutuhan beban puncak di Sumut sekitar 1.685 MW [1]. Pada sisi lain pertumbuhan beban tidak sebanding dengan tingkat pembangunan pembangkit listrik baru, yang masih di dominasi bahan bakar berbasis fosilyang telah menimbulkan dampak pemanasan global pada level yang sangat mengkhawatirkan. Sumatera Utara memerlukan suatu teknologi terbaru agar dapat memanfaatkan *renewable energy* diantaranya sampah padat kota (*Municipal Solid Waste*) sebagai sumber energi listrik alternative, sehingga di harapkan penetrasi *Distibuted Generation* pada jaringan distribusi secara bertahap dapat mengurangi pemadaman bergilir sekaligus menyelesaikan masalah sampah di kota Medan. Kota Medan dengan luas 265,1 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk 2.949.830 jiwa per 28 Agustus 2012 (*waspada.com Thursday, 30 August 2012 17:07*) dengan kepadatan penduduk mencapai 7,657 jiwa/km<sup>2</sup>, sehingga setiap harinya mampu memproduksi sampah hingga 1812 ton/hari, hanya 81% yang terangkut ke TPA sampah yang berasal dari 21 kecamatan dan 151 kelurahan. Komposisi sampah organik 70,69 % dan sampah anorganik 29,31 %. Pengelolaan tempat pembuangan sampah akhir (TPA) Namo Bintang, yang luasnya sekitar 16 hektare, dari total luas itu 10 hektare sudah terisi sampah setinggi 10 hingga 15 meter, masih menggunakan sistem *open damping*. [2]. Pengolahan sampah menggunakan metode reduce tidak akan mengurangi sampah melainkan hanya menunda siklusnya saja. Pengelolaan sampah mencakup lima aspek, yaitu (1). mencegah pada sumbernya (*pollution prevention*), (2). mengurangi jumlah sampah (*waste minimation*), (3) mendaur ulang (*recycling*), (4) mengolah yang tidak dapat didaur ulang (*treatment*) dan (5). membuang (*disposal*), prinsip pertama hingga ketiga, berkaitan erat dengan kultur masyarakat sedangkan prinsip keempat dan kelima berkaitan dengan teknologi (Pasek, 2007).

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Permasalahan sampah sangat kompleks dari mencari lokasi penimbunan sampah yang selalu menimbulkan penolakan dari masyarakat, hingga teknologi yang akan digunakan untuk mengolah sampah tersebut. Pada dasarnya ada dua alternatif proses pengolahan sampah menjadi energi, yaitu proses biologis yang menghasilkan gas-biogas dan proses thermal yang menghasilkan steam. Teknik pengelolaan sampah di kota-kota di Indonesia masih dilakukan secara konvensional, yaitu metode open dumping dan timbunan (*sanitary landfill*) pada prakteknya pengelolaan sampah menimbulkan beberapa permasalahan.

- I. Kebutuhan lahan TPA yang cepat meningkat akibat tidak dilakukannya proses reduksi volume sampah secara efektif.
- L. Berbagai permasalahan lingkungan dan kesehatan, mulai dari yang teringan seperti bau yang menyengat hingga potensi sebaran penyakit di daerah sekitar TPA.
- M. Teknik reduksi konvensional dengan cara dibakar langsung memberikan dampak buruk ke atmosfer berupa polusi gas-gas rumah kaca dan gas beracun lainnya.

Teknologi incinerator yang digunakan dalam system pembangkit listrik tenaga sampah kota (PLTSa), dapat menimbulkan banyak permasalahan, seperti senyawa kimia sangat beracun terbentuk pada proses pembakaran sampah yang tidak terkontrol, terlebih lagi sampah heterogen. Hasil emisi yang paling berbahaya pada pembakaran sampah heterogen ialah terbentuknya senyawa dioksin dan furan, senyawa ini sangat berbahaya bagi kesehatan tubuh manusia. Senyawa ini terbentuk pada pembakaran yang menggunakan incinerator pada temperatur 400 – 600<sup>o</sup>C. Apabila proses pembakaran sampah berlangsung sempurna maka tidak akan menghasilkan dioksin.[3].

### 1.2. Penyelesaian Masalah

Salah satu sumber energi yang masih belum dimanfaatkan secara masal, maksimal dan komersial adalah sampah. Saat ini, hampir semua kota dan kabupaten di Indonesia menggunakan tempat pembuangan sampah terbuka. Penutupan tempat pembuangan sampah terbuka telah diamankan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Menurut data Kementerian ESDM, secara nasional biomassa berpotensi menghasilkan listrik 49.810 MW, termasuk dari sampah kota. Saat ini, kapasitas terpasang untuk biomassa baru sebanyak 445 MW atau 0,89 persen dari total potensi tenaga listrik energi ramah lingkungan. Khusus untuk biogas dari sampah, dari 38 kota dan kabupaten di Indonesia, potensi listrik diperkirakan mencapai 236 MW. Pembangunan PLTU Biomassa ini selain meningkatkan ketahanan energi dan kemandirian energi sekaligus mampu mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) karena biomassa adalah bagian dari energi terbarukan atau energi bersih, (*Green Energy*) sehingga melalui peningkatan pembangunan PLTU Biomassa akan mempercepat pembangunan energi berkelanjutan. Sesuai Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2010 yaitu tentang penugasan kepada PT Perusahaan Listrik Negara untuk melakukan percepatan pembangunan listrik menggunakan energi terbarukan batu bara dan gas, serta Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor : 2682 K/21/MEM/2008, menjelaskan tersedianya kebutuhan energi listrik yang aman lingkungan hal ini juga sejalan dengan kesepakatan negara-negara maju pada Kyoto Protocol khususnya dalam proyek pengembangan CDM (*Clean Development Mechanism*). [4].

### 1.3. Tujuan Pembahasan

Makalah ini menjelaskan bahwa peningkatan tumpukan sampah di berbagai wilayah kota-kota besar di Sumatra, khususnya kota Medan, perlu dipikirkan solusi cara penanganannya secara menyeluruh hingga *zero waste*, seperti mengolahsmpah perkotaan menjadi sumber energy listrik alternative berbasis *renewable energy*, mencegah kerusakan lingkungan hidup akibat pencemaran sampah. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa), tipe incinerator telah dipraktekkan di banyak negara untuk mencapai pembuangan sampah dengan biaya yang efektif. Keuntungan utama dari incinerator adalah pengurangan volume limbah asli mencapai 95 ~ 96%, tergantung pada komposisi dan tingkat pemulihan bahan seperti logam dari abu untuk daur ulang. (Speight, 2008), Pembangunan PLTSa yang berlokasi di kawasan TPA perlu menjadi pertimbangan bagi Pemerintah Kota Medan untuk mendirikan PLTSa sebagai unit usaha pemasukan (income) bagi PAD, dari penjualan energy listrik, pupuk kompos, *fly ash*, *bottom ash*, maupun kompensasi CDM (*Clean Develompment Management*) hasil pengurangan gas emisi rumah kaca.

## 2. METODELOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan kegiatan penelusuran studi literatur, pengumpulan data dari media cetak dan pengolahan data, kajian teknis meliputi perhitungan total kapasitas sampah di TPA Namo Bintang yang akan diolah sebagai bahan bakar pembangkit listrik Tenaga sampah kota (PLTSa), dan potensi energy listrik yang mampu dibangkitkan, sebagai sumber energy listrik alternative berbasis *renewable energy* ramah lingkungan, di tutup penyajian hasil akhir serta kesimpulan.

### 2.1. Sampah Sumber Energi Listrik

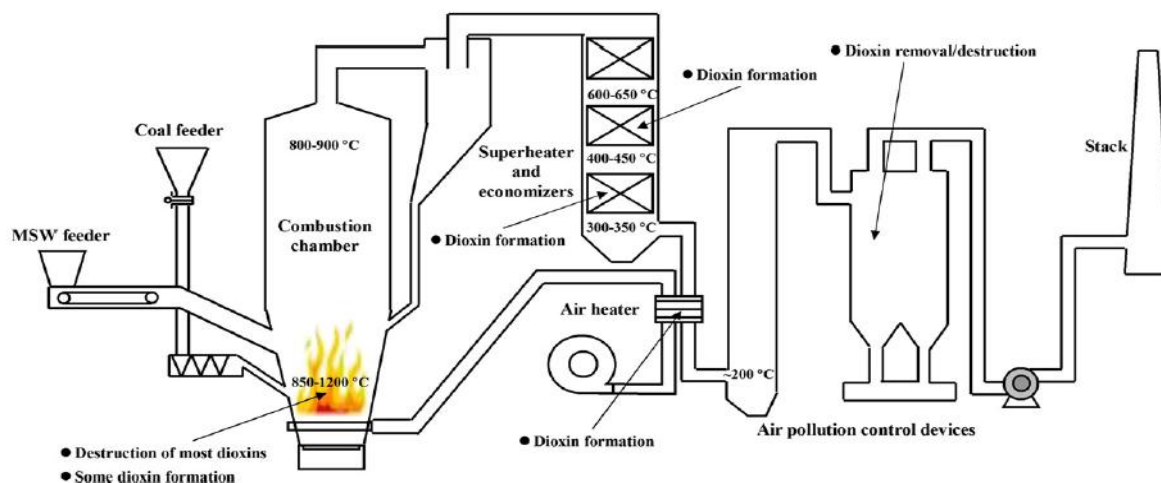
Pengertian sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan lagi oleh manusia setelah berakhirnya suatu proses. Sistem pengelolaan sampah mencakup sub sistem pemrosesan dan pengolahan. Masing-masing perlu dikembangkan secara bertahap sebagai bahan baku maupun sebagai sumber energi, sehingga tercipta keseimbangan dan keselarasan antar sub-sistem, baik dalam pengoperasian maupun pembiayaan, untuk mendapatkan *economies of scaled* dari sinkronisasi sub sistem yang lain dalam perencanaan dan implementasinya. Dilihat dari komposisi sampah, maka sebagian besar sampah kota di Indonesia adalah tergolong sampah organik untuk kota-kota besar bisa mencapai 70% dari total sampah, dan sekitar 28% adalah sampah non organik yang terdiri dari menjadi obyek aktivitas pemulung, mulai dari sumber sampah sampai ke TPA. Sisanya sekitar 2% tergolong lain-lain seperti B3 yang perlu dikelola tersendiri. Jenis sampah dengan persentase organik yang terdiri dari sisa makanan, sayuran, sampah halaman, tekstil, plastic, karet, kertas dan kayuyang tinggi sangat cocok diolah menjadi kompos, sumber biogas dan sejenisnya. Sedang sampah anorganik seperti kaca, logam besi dan non besi cukup potensial sebagai bahan daur ulang. Berdasarkan kenyataannya tersebut, akan lebih baik bila pengurangan jumlah sampah dilakukan melalui proses pengolahan sampah yang terpadu.

**Tabel 1.1 Komposisi Sampah Kota Medan**

No	Komponen Sampah	Prosentase
1	Sampah Organik	
	a. Daun-daunan	32,00%
	b. Sisa Makanan	16,20%
	c. Kertas	17,50%
	d. Kayu	4,50%
2	Sampah Anorganik	
	a. Plastik	13,50%
	b. Kaca	2,30%
	c. Logam	3,50%
	d. Karet	2,30%
	e. lain-lain	8,20%
	Jumlah	100%

### 2.2. Teknologi Pengolahan Sampah PLTSa Tipe Incinerator

Berdasarkan “Seminar Teknologi Lingkungan” yang diselenggarakan oleh *Steering Committee* Akselerasi Pertukaran Teknologi Lingkungan, APEC, secara garis besar terdapat 2 macam teknologi pengolahan sampah yaitu teknologi pembakaran (*incineration*) dan teknologi fermentasi metana. Makalah ini hanya membahas pengolahan sampah menggunakan teknologi pembakaran (*incinerator*).



Gambar 1. Skematik Pembangkit Listrik Tenaga Sampah

Terdapat lima prinsip dasar dalam pengoperasian PLTSA, diantaranya adalah :

- 1) Sampah dari TPS diangkut oleh truk-truk pengangkut sampah ke PLTSA. Truk yang tiba akan ditimbang terlebih dahulu sebelum membuang sampah ke dalam bunker sampah. Truk kosong yang keluar dari PLTSA juga ditimbang agar diketahui berat bersih sampah yang dibuang ke dalam bunker ber dinding beton. Ruang bongkar sampah ini merupakan ruangan tertutup, dan udara dalam ruangan diisap oleh kipas udara sehingga bau sampah tidak menyebar keluar ruangan tetapi terisap kipas udara dan selanjutnya disalurkan ke tungku pembakaran. Hal ini akan membuat udara disekitar lokasi pemusnah sampah tidak berbau. Dimensi bunker harus dapat menampung kebutuhan sampah lima sampai 10 hari. Sampah di dalam bunker yang masih basah, dibiarkan (ditiriskan) selama tiga sampai lima hari untuk mengurangi kadar air permukaan, air lindi di salurkan ke IPAL supaya tidak mencemari lingkungan sekitar. Selama didiamkan sampah secara rutin di pindah-pindahkan untuk mengurangi kadar airnya. Sampah yang sudah didiamkan beberapa hari ini mempunyai nilai kalor antara 800 sampai dengan 1400 kkal/kg dan kadar air 50–60 persen.
- 2) Sampah yang sudah mengering ini kemudian diangkut ke tungku pembakaran dengan grabber yang terpasang pada *overhead traveling crane*, dan dikendalikan dari jarak jauh dari ruang kendali. Sampah dari grabber dijatuhkan sedikit demi sedikit ke dalam hopper tungku, sampah kemudian memasuki tungku pembakaran sedikit demi sedikit melalui mekanisme pemasukan sampah pada tungku. Tungku pembakaran dirancang khusus agar sampah dapat terbakar pada temperatur tinggi (antara 850°C–900°C) dalam waktu yang cukup lama sehingga seluruh sampah dapat terbakar sesempurna mungkin dan dapat menghilangkan gas-gas beracun yang terbentuk seperti dioksin dan furan. Untuk mencapai suhu pembakaran yang tinggi tersebut, pada saat awal (start) diperlukan bahan bakar pembantu seperti minyak bakar, gas atau batu bara. Setelah dicapai suhu yang diinginkan, sampah diharapkan dapat terbakar dengan sendirinya. Sisa pembakaran berupa abu bawah (*Bottom Ash*) dikeluarkan secara otomatis dan dikumpulkan sebelum diangkut untuk dimanfaatkan lebih lanjut, Debu yang dihasilkan lima persen dari volume atau 20 persen dari berat sampah awal.
- 3) Gas panas hasil pembakaran kemudian dimanfaatkan untuk menguapkan air yang berada dalam pipa-pipa ketel (boiler). Saluran gas panas dari tungku diatur sedemikian rupa sehingga temperatur gas panas ketika mengenai boiler tidak terlalu tinggi. Demikian juga tekanan dan temperatur uap di dalam pipa diatur sedemikian rupa sehingga perbedaan temperatur antara gas panas dan uap air tidak menyebabkan pengembunan gas di pipa-pipa boiler yang dapat menyebabkan korosi. Untuk menghilangkan kerak biasanya pipa-pipa boiler ini dilengkapi dengan penyemprot gas asitilen.
- 4) Uap bertemperatur dan bertekanan tinggi yang dihasilkan digunakan untuk memutar turbin yang terhubung dengan generator pembangkit listrik. Jumlah air yang diperlukan untuk memutar turbin dan menghasilkan listrik ini bergantung kepada karakteristik turbin yang digunakan. Namun demikian, uap yang dihasilkan tidak langsung di buang tetapi diembunkan di

kondensor, dan dialirkan kembali ke ketel. Meskipun air disirkulasikan kembali, biasanya diperlukan penambahan air ketel sebesar 10–15 persen untuk mengkompensasi kebocoran uap yang terjadi

- 5) Setelah panasnya dimanfaatkan untuk membangkitkan uap gas hasil pembakaran dialirkan ke pengolah gas buang untuk menghilangkan gas-gas asam seperti SO<sub>x</sub>, HCl, NO<sub>x</sub>, logam berat, dioksin dll. Untuk keperluan tersebut pabrik pemusnah sampah yang dibangun di Singapura dan Cina menggunakan wet scrubber yang dikombinasi dengan tambahan batu kapur, dan partikel karbon aktif. Gas bertemperatur rendah yang keluar dari alat penghilang gas asam kemudian dilewatkan penyaring debu. Penyaring debu dapat berupa penyaring biasa (*fabric filter atau airbag*) saja atau dikombinasi dengan *electrostatic precipitator* (EP). Pabrik pemusnah sampah di Eropa biasanya menggunakan EP, sedangkan yang di China dan Singapura hanya menggunakan penyaring biasa. Abu yang tertangkap oleh alat-alat ini biasa disebut sebagai abu terbang (*fly ash*). Abu terbang ini dapat dimanfaatkan untuk keperluan yang sama seperti abu bawah (*bottom ash*). Di samping peralatan yang disebutkan sebelumnya system pengolahan gas buangnya dilengkapi dengan katalis penghilang NO<sub>x</sub> dan penghilang dioxin. Abu bawah (*bottom ash*), merupakan abu sisa pembakaran sampah di tungku sedangkan Abu terbang dapat dimanfaatkan untuk keperluan yang sama seperti bottom ash. Abu terbang dari hasil pembakaran sampah baik untuk digunakan sebagai penstabil tanah lunak, kekuatan lempung yang diberi abu terbang ini naik 75 kali lipat. Disamping itu tanah juga mempunyai sifat-sifat drainase yang lebih baik, indeks plastisitas dan kompresibilitas menurun masing-masing 69 dan 23 persen. [5, 3].

**Tabel 1.2 Potensi 10 TPA Terbesar Di Indonesia Untuk Menghasilkan Listrik Dari Sampah**

No.	Lokasi	Nama TPA	Potensi Sampah (ton/hari)	Potensi(MW)
1	DKI Jakarta	Bantar Gebang, Sumurbatu	8,733	157.19
2	Kota & Kab. Tegal	Sarimukti	3,519	63.34
3	Kota Surabaya	Benowo	2,562	46.12
4	Kota Medan	Namo Bintang, Terjun	1,812	32.62
5	Kota Tangerang	Rawakucing	1,352	24.34
6	Kota Semarang	Jatibarang	1,345	24.21
7	Kota Depok	Cipayung	1,217	21.91
8	Kota Palembang	Sukawinata, Karya Jaya	1,171	21.08
9	Kota Malang	Supit Urang	761	13.70
10	Kota Padang	Air Dingin	682	12.28

\*Data TPA dari EBTKE dan Potensi dihitung dengan ketentuan 1 ton sampah/hari setara untuk pembangkit 18 kW

(menurut Dr. Ir. Ari Dharmawan Pasek. Ketua Tim FS PLTSa Gedebage)

### 2.3. Distribution Generation (DG)

CIGRE mendefinisikan *Distributed Generation* sebagai semua unit pembangkit dengan kapasitas maksimal berkisar sampai 50 MW yang diletakkan dekat dengan pusat beban dan dapat diinterkoneksi dengan jaringan distribusi Eksiting atau dioperasikan secara terpisah. Hal ini membuat DG tidak memerlukan saluran-saluran transmisi yang panjang dan gardu induk -gardu induk skala besar sehingga dapat meminimalkan biaya investasi awal serta biaya operasional dan maintenance. Disamping itu, pembangunan DG memerlukan waktu yang relatif lebih singkat dibandingkan dengan waktu yang diperlukan untuk pembangunan pembangkit listrik konvensional

(seperti PLTU, PLTG, PLTGU dan PLTA). Indonesia mempunyai potensi energi alternatif terbarukan (*renewable energy*) seperti biomassa, energi angin, energi surya dan energi air dalam skala besar, untuk dimanfaatkan pada Distributed Generation serta layak untuk diimplementasikan baik secara teknis maupun ekonomis.

**Tabel 1.3 Teknologi Distributed Generation**

No	Teknologi	Ukuran DG
1	Combined Cycle Gas Turbine	35 - 400 MW
2	Internal Combustion Engines	5 kW - 10 MW
3	Combustion Turbine	1 - 250 MW
4	Micro Turbines	35 kW - 1 MW
5	Small Hydro	1 - 100 MW
6	Micro Hydro	25 kW - 1 MW
7	Wind Turbine	200 W - 3 MW
8	Photovoltaic Arrays	20 W - 100 kW
9	Solar Thermal, Central Receiver	1 - 10 MW
10	Solar Thermal, Lutz System	10 - 80 MW
11	Biomass Gasification	100 kW - 20 MW
12	Fuel Cell, Phos Acid	200 kW - 2 MW
13	Fuel Cell, Molten Carbonate	250 kW - 2 MW
14	Fuel Cells, Proton Exchange	1 - 250 kW
15	Fuel Cells, solid oxide	250 kW - 5 MW
16	Geothermal	5 - 100 MW

Sumber: Voltage Control and Voltage Stability of Power Distribution Systems in the Presence of Distributed Generation

### 3. PEMBAHASAN

#### 3.1 Kajian Teknis dan Ekonomis Konversi Energi

Produksi listrik yang realistis dengan kapasitas produksi sampah sebesar 500 ton/hari mampu menghasilkan listrik dengan kapasitas 7 MW atau 7000 kW. Bila Penduduk kota Medan memproduksi 1812 ton/hari, maka akan mampu memproduksi energy listrik sekitar  $(7/500 \times 1.812) = 25,368$  MW, Dengan pemakaian internal sebesar 1 MW setiap 500 ton, maka total pemakaian sendiri unit utility (*myselfpower*)  $\pm 3,624$  MW, sehingga daya listrik yang dijual kepada PT. PLN adalah 21,744 MW, yang dapat didistribusikan menggunakan jaringan tegangan menengah (SUTM 20 kV). Kapasitas produksi energy listrik dari sampah sebesar 21,744 MW dapat membantu mengurangi defisit listrik sebesar  $21,744/435 \times 100 = 4,99\%$ . **Kapasitas produksi kWh** ( $90\% \times 21.744 \text{ kW} \times 8000 \text{ jam}$ ) : 1000 = **156.556,8 kWh/tahun**, atau setara **pembakaran BBM**  $156.556,8 \text{ kWh} \times 0,21 \text{ liter/kWh} = 32.876,9 \text{ liter solar}$ ,  $32.876,9 \times \text{Rp } 9.700/\text{liter}$  (BBM non Subsidi) = Rp 318.906.201,6. **Bila BPP/kWh Rp 2.200** (PT.PLN Sumbangut)  $156.556,8 \text{ kWh} \times \text{Rp } 2.200 = \text{Rp } 344.424.960,-$ . Harga beli listrik PLN dari PLTSa menurut Permen ESDM No. 19 thn 2013 telah diperbaiki (Zero waste: Rp.1450-1798/kWh; sanitary landfill: Rp.1250-1.598/kWh). Tipe incinerator Rp/kwh 1450, pada tegangan menengah. Bila kapasitas produksi 156.556,8 kWh/tahunx Harga Rp/kwh 1450 = Rp 227.007.360,-. Sehingga dapat membantu mengurangi defisit anggaran sebesar Rp 344.424.960-Rp 227.007.360 = Rp 117.417.600,- (penghematan per tahun).

## 4. PENUTUP

### 4.1. Kesimpulan.

- (1) Pencemaran lingkungan hidup akibat sampah dapat diselesaikan secara komprehensif, dengan mengubah sudut pandang, sampah bukan sumber masalah, tapi sumber energy yang dapat di perbaharui, dan sampah perlu dikelola dengan manajemen yang baik dapat menghasilkan income dari penjualan pupuk kompos dan energy listrik.
- (2) Volume Sampah dapat di kota Medan mencapai 1.812 ton/hari, dapat di jadikan sumber energy listrik alternatif sebesar 21,744 MW, sekaligus membantu mengurangi defisit energy listrik 4,99 % dari total defisit listrik kota Medan  $\pm$  435 MW.
- (3) Penetrasi PLTSa pada system distribusi tegangan menengah atau di kenal dengan istilah *Distributed Generation berbasis Renewable Energy Sourced* dapat memperbaiki drop tegangan dan losess, sekaligus memperbaiki voltage stability indeks, selain membantu penambahan daya listrik baru pada jaringan distribusi primer 20 kV.
- (4) Metode pengolahan sampah terpadu diolah dengan 5 cara:
  - a). Ball Press, sampah dipres, padatan dibungkus plastik, untuk dijadikan penahan erosi, air yang keluar dijadikan pupuk.
  - b). Incinerator skala besar, jumlah sampah 900-1800 ton dibakar.
  - c). GALFAD (*Gasification, Landfill, an Aerobic Digestion*), gas methan yang timbul di TPA dimanfaatkan untuk menjadi energi listrik. 1 MW setara dengan 30-50 ton sampah.
  - d). Bio Pupuk: sampah terpilih dihancurkan dengan tekanan hingga menjadi bubur, lalu diberi mikroba dalam bak cerna tanpa oksigen.
  - e). Limbah menjadi Energi: sampah digunakan sebagai bahan baku PLBM. 1500-1800 ton/hari akan menghasilkan listrik 20 MW.

### 4.2. Saran-Saran

- (1) Perlu dilakukan study kelayakan secara menyeluruh terhadap pembangunan Pembangkit Listrik Sampah Kota (PLTSa), baik dari kajian Teknis, Ekonomis, Estetika, dan Amdal.
- (2) Penulis hanya melakukan perhitungan terhadap potensi produksi energy listrik yang dapat di hasilkan berdasarkan pengalaman pembangkit listrik yang sudah terpasang di Bali, Surabaya dan Jakarta.
- (3) Perlu dikaji lebih lanjut terhadap penambahan *incomet* tambahan dari penjualan abu terbang, abu bawah dan sisa pembakaran, dan lain sebagainya, sehingga layak di jadikan sebagai Perusahaan BUMD.
- (4) Perlu di kaji lebih lanjut menggunakan simulasi computer, efek penetrasi PLTSa terhadap penurunan drop tegangan dan loses, termasuk Harga Pokok Produksi karena, PT.PLN Wilayah II Sumatera Utara, HPP relative tinggi sehingga nantinya dapat dihitung penghematan kWh akibat reduksi losess dan perbaikan drop tegangan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- www.jpnn.com (Minggu 29/9/2013, 10.39.00)  
www.bongkarnews.com (13 Mei 2012)
- Kamel Singh, Solange O. Kelly and Musti K.S. Sastry, October 2009, "*Municipal Solid Waste to Energy: An Economic and Environmental Assessment for Application in Trinidad and Tobago*" The Journal of the Association of Professional Engineers of Trinidad and Tobago Vol.38, No.1, pp.42-49
- Rancangan Blueprint Pengembangan Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Agustus 2010, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Siti Ade Fatimah, 2009, "Analisis kelayakan usaha pengolahan sampah menjadi pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSA) di kota Bogor" Skripsi Program Sarjana Ekstensi Manajemen Agribisnis Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.