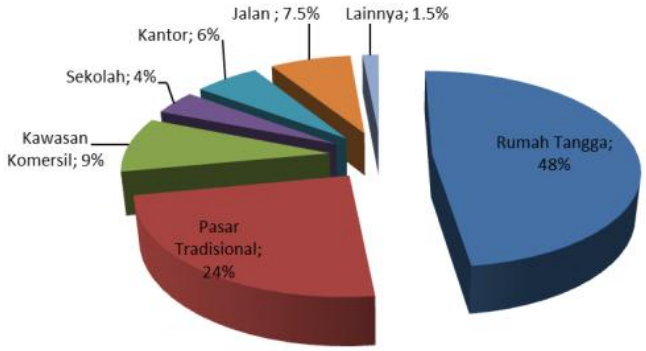
BAB I
PENDAHULUAN

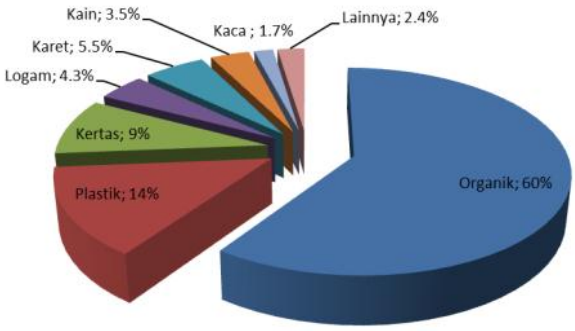
1.1. Latar Belakang

Salah satu konsekuensi nyata dari perkembangan jumlah penduduk dan peningkatan aktivitas yang pesat di kota-kota besar adalah peningkatan jumlah sampah. Paradigma umum yang dijumpai sampai saat ini dalam pengelolaan sampah di kota - kota di Indonesia adalah kumpul – angkut – buang. Dan seiring dengan pertambahan penduduk, jumlah sampah yang harus ditangani akan mengalami peningkatan. Defisit anggaran dalam penanganan sampah kota merupakan salah satu faktor yang membuat pengelola sampah untuk berfikir ke depan dalam upaya pengembangan sampah (Damanhuri, 2006). Sumber sampah secara nasional masih didominasi dari sumber rumah tangga, sesuai data Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2013, yang diperlihatkan oleh Gambar 1.1.



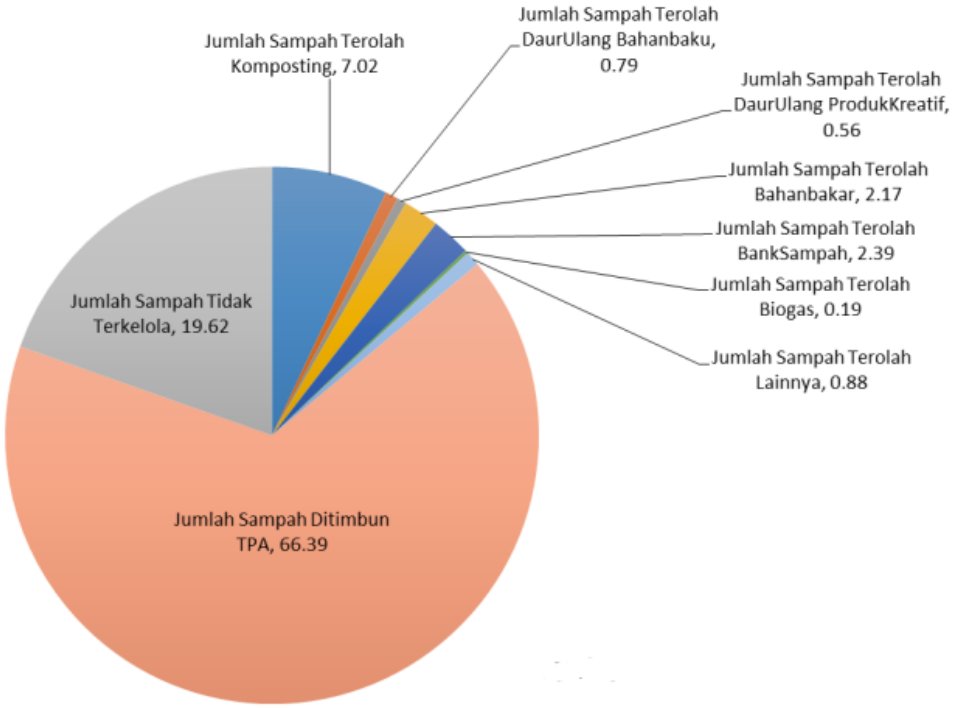
Gambar 1.1 Sumber sampah nasional

Sedangkan, komponen pada komposisi sampah secara nasional, masih didominasi oleh komponen organik sebesar 60% yang diperlihatkan Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Komponen sampah nasional

Dari seluruh sampah yang ada, secara umum berada di TPA,sedangkan sampah yang terkelola baik dalam bentuk kompos, biogas, daur ulang bahan baku, dll masih sekitar 15%, bahkan lebih rendah dari jumlah sampah tidak terkelola, yang mencapai hampir 20%. Data mengenai presentase pengolahan sampah tersebut, diperlihatkan oleh Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Prsentase pengolahan sampah nasional.

Serupa dengan kondisi nasional, komponen sampah di kota-kota Jawa Tengah juga didominasi oleh komponen organik sekitar 60%, sampah organik tersebut memilikki peluang besar untuk diolah lebih lanjut baik sebagai bahan dasar pupuk kompos mauun sebagai penghasil biogas yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi baru. Presentase komponen sampah di kota-kota Jawa tengah yang dirilis BPS Provinsi Jawa Tengah diperlihatkan pada Tabel 1. berikut

Tabel 1. Presentase Komponen Sampah di Jawa Tengah Tahun 2013

Kabupaten/Kota *Regency/City*		Kertas *Paper*	Kayu *Wood*	Kain *Cloth*	Karet & Kulit Tiruan *Rubber & Artificial leather*	Plastik *Plastic*	Logam *Metal*	Gelas dan Kaca *Glass and Mirror*	Organik *Organic*	Lain - Lain *Other*
01.	Kab. Cilacap	13,80	0,21	0,15	0,05	12,77	0,19	0,17	71,30	1,36
02.	Kab. Banyumas	4,60	2,63	2,78	4,50	12,50	3,50	3,80	63,99	1,70
03.	Kab. Purbalingga	4,90	2,00	1,15	1,20	18,00	0,65	1,00	63,85	7,25
04.	Kab. Banjarnegara	-	0,15	0,02	-	10,80	-	-	82,50	6,53
05.	Kab. Kebumen	21,00	2,00	0,90	1,00	24,00	0,50	1,60	48,00	1,00
06.	Kab. Purworejo	26,00	0,40	0,40	0,33	30,22	0,45	0,60	41,40	0,20
07.	Kab. Wonosobo	2,33	1,50	0,75	0,48	9,45	0,44	0,95	82,87	1,25
08.	Kab. Magelang	19,92	6,97	9,96	5,98	39,85	4,98	7,97	0,38	3,99
09.	Kab. Boyolali	2,00	1,00	0,50	1,00	19,00	0,50	0,50	70,00	5,50
10.	Kab. Klaten	6,00	6,00	6,00	5,00	10,00	0,50	0,50	65,00	1,00
11.	Kab. Sukoharjo	0,83	0,16	0,15	0,16	13,30	0,13	0,18	80,00	5,09
12.	Kab. Wonogiri	17,00	4,00	6,00	-	19,00	3,00	4,00	41,00	6,00
13.	Kab. Karanganyar	5,00	2,00	2,00	2,00	20,00	1,00	3,00	63,00	2,00
14.	Kab. Sragen	7,80	0,70	2,10	0,50	9,50	0,50	1,50	75,10	2,30
15.	Kab. Grobogan	17,25	-	-	-	82,75	-	-	-	-
16.	Kab. Blora	12,00	0,20	0,20	0,15	23,00	0,70	0,10	61,65	2,00
17.	Kab. Rembang	12,70	11,70	0,98	1,39	8,50	1,38	0,63	51,80	10,92
18.	Kab. Pati	4,27	0,82	0,03	0,13	0,90	0,08	7,88	85,80	0,08
19.	Kab. Kudus	4,00	1,80	1,90	1,60	8,00	2,10	1,30	77,10	2,20
20.	Kab. Jepara	10,15	5,28	0,32	0,51	17,03	1,87	1,74	60,36	2,74
21.	Kab. Demak	3,97	1,64	0,54	0,92	6,90	0,91	0,89	83,73	0,50
22.	Kab. Semarang	6,32	6,96	3,50	7,20	6,42	3,50	4,00	59,82	2,28
23.	Kab. Temanggung	10,90	2,30	2,40	0,50	19,60	2,40	3,40	58,50	-
24.	Kab. Kendal	8,50	22,14	2,70	0,75	7,15	1,10	1,56	56,00	0,10
25.	Kab. Batang	7,21	1,12	0,65	0,41	17,40	0,71	0,76	69,31	2,43
26.	Kab. Pekalongan	7,10	1,60	2,40	0,22	5,02	0,45	0,20	80,50	2,51
27.	Kab. Pemalang	7,00	4,00	4,00	7,00	23,00	5,00	4,00	40,00	6,00
28.	Kab. Tegal	15,30	1,00	2,00	2,50	42,30	1,20	1,40	33,30	1,00
29.	Kab. Brebes	5,83	2,91	1,46	0,58	14,57	0,87	1,46	70,92	1,40
30.	Kota Magelang	7,92	0,52	0,21	0,79	9,15	1,54	1,82	72,64	5,41
31.	Kota Surakarta	12,26	-	1,55	0,50	13,39	1,80	1,72	61,95	6,83
32.	Kota Salatiga	7,28	0,04	0,13	0,20	19,65	0,43	0,83	70,70	0,74
33.	Kota Semarang	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34.	Kota Pekalongan	5,30	1,60	1,70	1,00	8,20	0,90	1,60	78,70	1,00
35.	Kota Tegal	6,25	3,60	1,05	2,30	40,40	0,15	3,00	40,25	3,00
Jumlah/*Total*	2013	8,90	2,91	1,78	1,50	18,29	1,28	1,88	60,63	2,83

UU Nomor 32 Tahun 2004, memberikan daerah kewenangan untuk dapat mengatur dan memanfaatkan sumberdaya yang dimiliki secara lebih optimal. Pengolahan sampah kota di Indonesia pada umumnya hanya menggunakan metode landfill atau dumpsite. Tata kelola sampah diatur secara komprehensif dalam UU Nomor 18 Tahun 2008, yang diperkuat dengan Peraturan Pemerintah PP Nomor 81/2012. Dalam peraturan tersebut diamanatkan penerapan standar interasional dalam teknologi dan sistem tata kelola sampah. Substansi penting dari UU ini adalah semua pemerintah kota/kabupaten harus mengubah sistem pembuangan sampah menjadi sistem pengelolaan sampah. Target yang ditetapkan oleh pemerintah adalah menutup semua open dump atau meningkatkan lokasi pengolahan sampah kota tersebut menjadi *sanitary landfill*.

Salah satu program yang diharapkan dapat menyelesaikan masalah sampah di perkotaan ialah PLTSa atau Pembangkit Listrik Tenaga Sampah. Sampah organik yang ditimbun akan mengalami proses dekomposisi secara anaerobik sehingga menghasilkan gas yang disebut dengan gas *landfill* atau *landfill gas* (LFG). Gas tersebut mengandung berbagai jenis senyawa seperti karbon dioksida dan gas metana yang termasuk kedalam kelompok Gas Rumah Kaca (GRK). Gas landfill yang terkumpul dari proses fermentasi anaerobik bahan organik tersebut akan menyebabkan meningkatnya suhu disekitar TPA, menimbulkan bau tidak sedap bahkan dapat memicu terjadinya ledakan. Namun, apabila Gas metana yang terkandung pada gas *landfill* dikelola dengan baik, maka akan dapat memberikan berbagai keuntungan seperti mengurangi efek rumah kaca dan kerusakan lingkungan bahkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pembangkit listrik yang disebut dengan pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa). PLTSa adalah pembangkit listrik thermal berbahan bakar gas methan yang berasal dari sampah. Pengolahan sampah menjadi listrik ini merupakan komitmen Indonesia mengurangi emisi karbon sesuai kesepakatan Konferensi Paris (COP21) pada akhir tahun 2015 yang lalu. Terkait regulasi PLTSa ini telah tertuang dalam Peraturan Presiden Nomor 18 Tahun 2016 tentang Percepatan Pembangunan Pembangkit Listrik Berbasis Sampah. Dalam Perpres tersebut menyebutkan bahwa terdapat 7 kota sebagai pilot project, yaitu Jakarta, Tangerang, Bandung, Semarang, Surakarta, Surabaya, dan Makasar (Bulletin Cipta Karya, 2016). Berdasarkan sudat pandang tersebut, maka konversi sampah kota menjadi energi memiliki peluang yang besar, dalam hal mengurangi volume sampah dan meningkatkan produksi bahan bakar alternatif, serta sekaligus mengurangi emisi karbon.

TPA Jati Barang dimiliki oleh Pemerintah Kota Semarang dan dioperasikan oleh UPTD TPA DKP Semarang. TPA ini telah beroperasi sejak tahun 1992 dan belum diketahui pasti berapa lama lagi TPA ini akan digunakan. TPA Jati Barang saat ini menerima 800 ton sampah per hari dari kota Semarang. Hingga kini, menurut data yang tersedia, diperkirakan bahwa setidaknya sekitar 3,5 juta ton sampah tersimpan di TPA. Timbunan sampah pada TPA Jati Barang, memilikki

potensi energi yang muncul berupa kandungan karbon dalam sampah, dan salah satu bentuk langsungnya adalah biogas yang dihasilkan dari sampah organik. Sebagai satu-satunya TPA di Kota Semarang, TPA Jati Barang memiliki berbagai potensi energi yang apabila dimanfaatkan lebih lanjut akan dapat memberikan dampak positif terhadap lingkungan maupun penduduk kota.

(Omar, 2005) mengkaji potensi biogas dari *sanitary landfill* serta pemanfaatan biogas dari Bellville South Municipal Landfill (Cape Town, Afrika Selatan) menjadi energi primer di wilayah tersebut. Dinyatakan dalam penelitian tersebut biaya produksi listrik dari biogas diperkirakan akan lebih murah daripada tarif saat ini sekitar 35%. Angka-angka ini didasarkan pada keberadaan gas yang siap digunakan, dengan asumsi investasi serupa untuk produksi. Sejak tahun 2002 berbagai kota di Negara bagian California, Amerika Serikat telah menggunakan sampah sebagai sumber pembangkit listrik yang memilikki kapasitas bervariasi, mulai dari 0,8 megawatt (MW) hingga 17 MW, di Coyote Canyon Landfill, kota Irvine [4]. Teknologi PLTSa berbasis *Landfill Gas* (LFG) juga sesuai dengan profil komponen sampah di Jatibarang, yaitu sampah organik, serta menghasilkan residu minimal dibandingkan teknologi pengolahan sampah lain. Beberapa opsi teknologi pemanfaatan sampah menjadi listrik dapat dilihat pada Tabel 2 berikut (Waste to Energy Guidebook, 2015)

Tabel 2. *Overview* Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)

Kriteria	Incineration	Gasification	Pyrolysis	RDF
Technical Summary	Penguraian sampah (thermal brekadown) pada kondisi oksigen/udara yang berlebih	Penguraian sampah (*thermal brekadown*) pada lingkungan yang minim udara dan oksigen atau anaerob	Penguraian sampah (*thermal brekadown*) pada lingkungan yang bebas oksigen atau anaerob dan membutuhkan reaktor kalor	Pemrosesan sampah dengan menaikkan nilai kalor bersihuntuk menghasilkan bahan bakar

			eksternal	
Kebutuhan Komponen Sampah	Tidak diperlukan komponen sampah khusus	Dibutuhkan sampah dengan komposisi utama berupa sampah organik	Dibutuhkan sampah dengan komposisi utama berupa sampah organik	Dibutuhkan sampah dengan *Net Calorific Value* besar (plastik, kertas,kain,dll)
Produk Proses	Panas dan Gas buang	Gas sintesis (Metan, Medium Btu, High Btu)	Gas sintesis (Metan, Medium Btu, High Btu)	Bahan bakar custom (tergantung proses pengolahan sampah)
Residu Proses	Abu, Metal dan APC (air pollution control)	Abu dan APC (air pollution control)	Arang, Abu dan APC (air pollution control)	tergantung proses pengolahan sampah
Potensi Pengurangan Sampah	80%	80%-90%	80%-90%	75%
Penggunaan Komersial	Ya	Ya	Tidak (Pilot)	Ya

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa potensi gas landfill yang dapat dihasilkan dari timbunan sampah TPA Jati Barang Kota Semarang ?
2. Berapa kapasitas energi listrik yang dapat dibangkitkan dari kandungan gas landfill TPA Jati Barang Kota Semarang ?

3. Apakah proyek pembangunan PLTSa dengan pemanfaatan sampah TPA Jati Barang Kota Semarang dapat dilakukan dan layak secara ekonomis?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis potensi gas *landfill* yang dapat dihasilkan dari timbunan sampah TPA Jati Barang Kota Semarang
2. Menganalisis kapasitas energi listrik yang dapat dibangkitkan dari kandungan gas *landfill* TPA Jati Barang Kota Semarang
3. Melakukan studi kelayakan ekonomi (*Feasibility Study*) terhadap pemanfaatan gas *landfill* sebagai pembangkit energi listrik alternatif.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi mengenai potensi gas landfill (LFG) yang dihasilkan dari penguraian sampah di TPA Jati Barang Kota Semarang, yang juga terkait dengan potensi energi listrik yang dapat dibangkitkan, serta memberikan informasi mengenai studi kelayakan pembangunan proyek PLTSa yang ditinjau dari aspek ekonomi sehingga akan memberikan suatu bentuk rekomendasi yang dapat digunakan sebagai rujukan dimasa depan.

1.5. Originalitas Penelitian

Penelitian tentang proyeksi potensi LFG telah dilakukan di berbagai negara dengan menggunakan metode *first order decay* dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Ringkasan penelitian sebelumnya terkait dengan pembangkit listrik tenaga sampah dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan penelitian terdahulu

No.	Peneliti/tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Sri Hapsari Budisulistiorini (2007)	Electricity Generation From Landfill Gas	LFG memilikki potensi besar untuk digunakan sebagai pengganti sumber energi listrik

No.	Peneliti/tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			berbahan baku fosil. Selain itu penggunaan LFG juga berguna untuk menurunkan emisi gas rumah kaca. Teknologi yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dengan LFG yang umum digunakan ialah *organic rankine cycle* (ORC), *stirling cycle engine* (SCE), *internal combustion engine* (ICE) dan *gas turbine* (GT)
2.	Cokorde Gede Indra Partha (2010)	Penggunaan Sampah Organik Sebagai Pembangkit Listrik Di TPA Suwung - Denpasar	Membahas penggunaan teknologi *thermal converter* dalam pengolahan sampah di TPA Suwung Denpasar. Teknologi ini menggunakan sampah organik sebagai bahan bakar untuk menghasilkan *superheated steam* yang digunakan untuk memutar turbin. Dengan kapasitas sampah padat kering sebesar 204 ton yang dipasok Badan Pengelola Kebersihan Sarbagita (BPKS), dengan asumsi efisiensi pembangkit sebesar 30% dapat dihasilkan daya sekitar 4,128-4,581 MW
3.	S. Ghazi dan M. Abbaspour (2011)	Economic evaluation of an industrial biogas system for production of gas, electricity and liquid compost	Perubahan pengolahan sampah organik menjadi skala industri di beberapa kawasan peternakan di Iran memungkinkan potensi energi listrik sebesar 5,9 MW, 58,8 meter kubik kompos cair dan 11 ton kompos kering per jam.
4.	Garcilasso, V, dkk (2011)	Electric Energy Generation from Landfill Biogas – Case Study and Barriers	Walaupun biogas dari *landfill* telah terbukti dapat menghasilkan energi listrik, terdapat beberapa tantangan di Brasil, baik dari sisi teknologi, maupun politik, namun secara umum dukungan sosial-ekonomi dari pemanfaatan biogas dari *landfill* sangat baik dikarenakan potensi perbaikan

No.	Peneliti/tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			lingkungan dan pembukaan lapangan kerja baru.
5.	W.Nguz Mbav, dkk (2012)	Feasibility and Cost Optimization Study of Landfill Gas to Energy Projects Based on a Western Cape Landfill Site in South Africa	.LandGEM digunakan untuk menghitug potensi energi listrik yang dapat dihasilkan di Bellville South Landfill Site, Afrika Selatan, dengan menggunakan *microturbine*
6.	Zainura Zainon Noor (2012	An overview for energy recovery from municipal solid wastes (MSW) in Malaysia scenario	Pengolahan sampah perkotaan di Malasyia memilikki potensi besar baik untuk menghasilkan energi listrik maupun mengurangi gas rumah kaca (GRK), perhitungan potensi biogas dari *landfill* menggunakan metode dari IPCC
7.	Nur Afifah Thohiroh dan Rina Mardiati (2014)	Desain Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Menggunakan Teknologi Pembakaran Yang Fisibel Studi Kasus TPST Bantargebang	Teknologi *Gas Engine* lebih cocok digunakan dalam hal ini SST-050 dari Siemens karena biaya pembangunan lebih rendah, volume sampah yang dikonversi menjadi energi listrik lebih banyak, proses konversi energi lebih cepat, dan memerlukan lahan yang lebih sedikit
8.	Putu Dian Paramitha Dewi, dkk (2017)	Potensi Energi Listrik yang Dihasilkan dari Emisi Gas Metana Di TPA Suwung Provinsi Bali	Metode IPCC digunakan untuk menghitung besarnya energi listrik yang dapat dibangkitkan dari emisi metana di TPA Suwung, yaitu sebesar 6,66 MW
9.	Sanjeeth Sewchurran dan Innocent E. Davidson (2017)	Study of Renewable Energy Resources Found Within Local Municipalities	Area Durban memilikki berbagai potensi enertgi terbarukan untuk menghasilkan listrik, dimana biogas dari *landfill* memilikki potensi sebesar 8% dari seluruh potensi energi yang ada, dan energi angin merupaan potensi terbesar di area tersebut
10	Lyas Omar dan Siduduzo Mncwango (2018)	Sanitary Landfill Energy Harnessing and Applications	Selain sebagai sumber energi listrik, biogas dari Bellville South Municipal Landfill juga dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain, seperti pemanas di industri, bahan bakar otomotif, maupun keperluan rumah tangga