

**SUDOKWON *LANDFILL*: PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SAMPAH (PLTSa) GAS *LANDFILL* (50MW)**



ARIANI WIDIANINGTYAS

NIM 163450200540080

**PROGRAM STUDI BAHASA KOREA
AKADEMI BAHASA ASING NASIONAL
JAKARTA**

2020

**SUDOKWON *LANDFILL*: PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SAMPAH (PLTSa) GAS *LANDFILL* (50MW)**



Karya Tulis Akhir Ini Diajukan Untuk Melengkapi Pernyataan
Kelulusan Program Diploma Tiga Akademi Bahasa Asing Nasional

ARIANI WIDIANINGTYAS

NIM 163450200540080

**PROGRAM STUDI BAHASA KOREA
AKADEMI BAHASA ASING NASIONAL**

JAKARTA

2020



Akademi Bahasa Asing Nasional
Jakarta

LEMBAR PERSETUJUAN KARYA TULIS

Nama Mahasiswa : Ariani Widianingtyas

NPM : 163450200540080

Program Studi : Bahasa Korea

Judul Karya Tulis : Sudokwon *Landfill*: Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Gas *Landfill* (50MW)

Diajukan Untuk : Melengkapi Persyaratan Kelulusan Program Diploma III Akademi Bahasa Asing Nasional



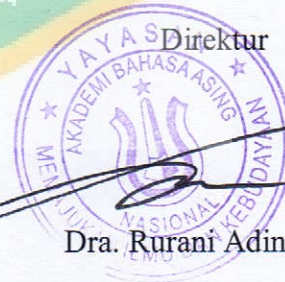
Disetujui Oleh,

Pembimbing

Fahdi Sachiya, S.S., M.A.

Direktur

Dra. Rurani Adinda, M.Ed.





Akademi Bahasa Asing Nasional

Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Karya Tulis Akhir ini telah diujikan pada tanggal 30 Januari 2020

Yayah Cheryah, S.E., M.A.

Ketua Penguji

Heri Suheri, S.S., M.M.

Sekretaris Penguji

Fahdi Sachiya, S.S., M.A.

Pembimbing Penguji

Disahkan pada tanggal 30 Januari 2020

Zaini, S.Sos., M.A.

Ketua Program Studi

Dra. Rurani Adinda, M.Ed.

Direktur



Akademi Bahasa Asing Nasional

Jakarta

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Ariani Widianingtyas

NPM : 163450200540080

Fakultas : Akademi Bahasa Asing Nasional

Tahun Akademik : 2016/2017

Menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul:

**“ Sudokwon *Landfill*: Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) Gas
Landfill (50MW)”**

Karya tulis ini merupakan hasil karya penulis sendiri dan penulis tidak melakukan tindakan plagiarisme. Semua kutipan dalam karya tulis ini telah mengikuti prinsip penulisan karya ilmiah dengan mencantumkan sumber yang jelas.

Penulis bersedia menerima sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika akademik dalam pembuatan karya tulis ini.

Demikian surat pernyataan ini penulis buat.

Jakarta, Januari 2020

Yang membuat pernyataan

Ariani Widianingtyas

Nama : Ariani Widianingtyas
NPM : 163450200540080
Fak./Jurusan : Akademi Bahasa Asing Nasional/Bahasa Korea
Judul KTA : Sudokwon *Landfill*: Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)
Gas Landfill (50MW)

ABSTRAK

Pemerintah Korea Selatan terus menerus mengatasi jumlah sampah yang setiap tahunnya semakin bertambah banyak akibat aktivitas penduduk di Korea Selatan sehingga muncul terobosan agar sampah-sampah itu dapat digunakan sebagai energi listrik yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat di Korea Selatan. Penulisan ini bertujuan untuk menjelaskan lebih dalam mengenai PLTSa gas landfill di Sudokwon *Landfill*, bagaimana alur proses pengolahan sampah menjadi listrik dan hasil luaran energi listrik yang dihasilkan di PLTSa Sudokwon *Landfill*. Metode penulisan yang digunakan adalah metode penulisan deskriptif kualitatif dengan cara mencari sumber data yang relevan dengan topik dalam karya tulis ini. Hasil penulisan menunjukkan bahwa PLTSa gas *landfill* yang ada di Sudokwon *Landfill* menghasilkan sekitar 340 juta kWh per tahun dan energi listrik tersebut disalurkan ke kurang lebih 100.000 rumah di area sekitarnya, sehingga berpengaruh terhadap persiapan pemerintah Korea Selatan dalam mengatasi meningkatnya permintaan energi listrik.

Kata kunci: Sampah, pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa), energi listrik, Sudokwon *Landfill*.

Name : Ariani Widianingtyas

Student No. : 163450200540080

Faculty/Major : Akademi Bahasa Asing Nasional/Korean Language

Title : Sudokwon Landfill: Landfill Gas Power Plant (50MW)



ABSTRACT

The South Korean government continues to cope with the amount of waste that is increasing every year due to population activities in South Korea. Therefore, there's a breakthrough so that the waste can be used as electrical energy to be utilized by people in South Korea. This study aims to explain more deeply about Landfill Gas Power Plant at Sudokwon Landfill, how the to process waste into electricity and the output of electricity generated at the Sudokwon Landfill Gas Power Plant. The writing method used is descriptive qualitative writing method by finding sources that are relevant to the topics in this paper. The results show that the Landfill Gas Power Plant in Sudokowon Landfill generates around 340 million kWh per year and the electricity is distributed to approximately 100,000 houses in the surrounding area, thus affecting the preparation of the South Korean government in addressing the increasing demand for electricity.

Keywords: Waste, landfill gas power plant, energy, Sudokwon Landfill.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis mendapat kemudahan dalam menyelesaikan karya tulis akhir ini dengan tepat waktu. Tujuan dari penulisan karya tulis ini adalah untuk menambah wawasan yang lebih kepada mahasiswa dan mahasiswi maupun orang-orang awam yang ingin mengetahui lebih banyak tentang Sudokwon Landfill dan PLTSa di dalamnya.

Dalam kesempatan ini penulis menyusun karya tulis ini tidak lain untuk diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan dalam ujian akhir Program Studi Diploma Tiga (D3) di Akademi Bahasa Asing Nasional (ABANAS), Program Studi Bahasa Korea. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara moril maupun materil dalam penyusunan karya tulis ini. Tidak lupa juga dengan adanya pihak-pihak tersebut penulis menjadi lebih semangat dalam menyelesaikan penulisan karya tulis ini, adapun pihak-pihak tersebut antara lain adalah:

1. Ibu Dra. Rurani Adinda, M.Ed., selaku Direktur Akademi Bahasa Asing Nasional.
2. Wakil Direktur Akademi Bahasa Asing Nasional Bapak Zaini S.Sos., M.A.
3. Bapak Fahdi Sachiya, S.S., M.A., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, memberikan masukan, bantuan dan dukungan selama penulisan.

4. Seluruh pengajar di Akademi Bahasa Korea, terutama Bapak Heri Suheri S.S., M.M., Ibu Fitri Meutia S.S., M.A., Ibu Yayah Cheryah S.S.,M.A., Ibu Dra. Ndaru Catur Rini, dan Bapak Park Kyeong Jae.
5. Seluruh staff dan pegawai di Sekretariat Akademi Bahasa Asing Nasional, khususnya kepada Mas Ari dan Mba Ayu yang telah memberi bantuan dan partisipasinya.
6. Orangtua saya Bapak Soedjimin Reksosoemito dan Ibu Munanah yang selalu setia mendukung dan mendoakan kebaikan untuk saya.
7. Iqbal Hussain Alamyar sebagai orang terkasih yang senantiasa ikut mendukung dalam studi saya dan selalu siap sedia membantu saya mencari data.
8. Annatasya Elizabeth Saul dan Kak Marina sebagai sahabat terdekat dan kakak yang selalu ada di saat susah maupun senang, memacu semangat saya untuk terus berjuang dalam segala hal termasuk dalam menyelesaikan karya tulis akhir ini.
9. Ria Triyani Ulfah, Sugiharti Dewi Rahayu, Jenis Oktavia, Wulan, April, Diah, Afifah, Mega, Indah, Pak Mugi sebagai teman sekelas dan seperjuangan yang juga banyak memberi bantuan. Khususnya Laura Tiara Haquin, sebagai yang membantu saya mendapatkan ide untuk topik karya tulis ini.
10. Seo Byeong Yeol sebagai ayah angkat saya yang selalu memberikan pencerahan dan motivasi untuk belajar bahasa Korea lebih giat lagi.
11. Semua pihak yang telah memberi partisipasi dan bantuan dalam menyelesaikan karya tulis ini dan dukungan sepenuhnya selama saya mengikuti

perkuliahan. Semoga Allah SWT memberikan taufik dan hidayah-Nya kepada kita semua. Amin.

Dengan selesainya karya tulis ini, penulis berharap agar karya tulis ini dapat bermanfaat bagi semua mahasiswa dan mahasiswi program studi Bahasa Korea. Penulis menyadari berbagai keterbatasan dan kekurangan yang terdapat pada karya tulis ini, maka penulis membuka diri terhadap kritik dan saran yang membangun agar dapat memberikan tambahan wawasan bagi penulis supaya penulis lebih memahaminya.



Jakarta, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN KARYA TULIS

HALAMAN PENGESAHAN

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR& TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Alasan Pemilihan Judul	6
1.3 Tujuan Penulisan	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Metode Penulisan	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II PEMBAHASAN	
2.1 Tinjauan Tentang Sampah	10
2.1.1 Sampah	11
2.1.2 Limbah.....	14
2.2 Sampah di Korea Selatan	16
2.2.1 Pengelolaan Sampah di Korea Selatan	17
2.3 Kebutuhan Energi Listrik di Korea Selatan.....	26
2.4 Kebijakan Pemerintah Korea Selatan Mengenai <i>Waste-to-Energy</i>	28

2.4.1 Pemanfaatan Energi dari Sampah Mudah Terbakar	30
2.4.2 Pemanfaatan Energi dari Sampah Organik	32
2.4.3 Pemanfaatan Panas Sisa Insinerasi.....	34
2.4.4 Pemanfaatan Energi dari Gas <i>Landfill</i>	35
2.5 Jenis-Jenis Pembangkit Listrik	37
2.6 Pengelola PLTSa Korea Selatan	42
2.7 Sudokwon <i>Landfill</i>	46
2.7.1 Sejarah Sudokwon <i>Landfill</i>	46
2.7.2 Definisi <i>Sanitary Landfill</i>	48
2.7.3 Sampah di Sudokwon <i>Landfill</i>	49
2.7.4 Fasilitas di Sudokwon <i>Landfill</i>	50
2.7.5 Sudokwon <i>Landfill Energy Town</i>	53
2.8 PLTSa Gas <i>Landfill</i> Sudokwon.....	56
2.8.1 Gas <i>Landfill</i> (LFG).....	56
2.8.2 Alur Proses Pengolahan Sampah Menjadi Energi Listrik	57
2.8.3 Hasil Pengolahan Sampah Menjadi Energi Listrik	58
 BAB III KESIMPULAN	
3.1 Kesimpulan dalam Bahasa Indonesia.....	60
3.2 Kesimpulan dalam Bahasa Korea	62
DAFTAR PUSTAKA.....	64
RIWAYAT HIDUP	68

DAFTAR GAMBAR & TABEL

Gambar:

Gambar 1.1 Jumlah Sampah Perorangan di Korea Selatan.....	2
Gambar 2.1 Hirarki Pengelolaan Sampah di Korea Selatan	17
Gambar 2.2 Tas VBWF	24
Gambar 2.3 Target Pemanfaatan Energi	30
Gambar 2.4 Jumlah Sampah di Sudokwon <i>Landfill</i> Tahun 2017.....	49
Gambar 2.5 <i>Landfill</i> 2	52
Gambar 2.6 Skema Sudokwon <i>Landfill Energy Town</i>	53
Gambar 2.7 Alur Pembangkit Listrik Gas <i>Landfill</i> di Sudokwon <i>Landfill</i>	57

Tabel:

Tabel 2.1 Tarif Untuk Pembuangan Sampah	22
Tabel 2.2 Proyek Permintaan Energi Listrik Korea Selatan	27



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

WHO mendefinisikan sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya. Sedangkan menurut UU tentang Tindakan Pengendalian Sampah di Korea Selatan, “sampah atau limbah adalah zat yang sudah tidak berguna untuk kehidupan manusia atau kegiatan bisnis, contohnya adalah zat yang dibakar, lumpur, limbah minyak, asam limbah, limbah alkali, mayat hewan, dll.”

Sampah menjadi salah satu permasalahan di kota-kota besar di dunia termasuk di Korea Selatan karena setiap harinya kegiatan manusia menghasilkan sampah baik itu sampah rumah tangga, perkantoran, industri, pertanian dan perkebunan, dsb. Sampah merupakan konsekuensi dari aktivitas manusia, sehingga jumlah atau volume sampah yang timbul sebanding dengan tingkat konsumsi manusia terhadap barang atau material yang dikonsumsi sehari-hari. Contohnya adalah pertumbuhan ekonomi dan penduduk akan mempengaruhi jumlah sampah yang timbul akibat aktivitas-aktivitas yang berkaitan.



Gambar 1.1 Jumlah Sampah Perorangan di Korea Selatan
Sumber: waterjournal.co.kr

Berdasarkan grafik tersebut, setiap 5 tahunnya jumlah sampah di Korea Selatan cenderung meningkat. Pada tahun 2017 sampah yang dihasilkan dari kegiatan satu orang di Korea Selatan yaitu 929,9 gram perharinya. Jika sampah-sampah tersebut tidak dikelola dengan baik, maka akan berdampak negatif bagi kesehatan manusia dan juga bagi lingkungan. Oleh karena itu, pengelolaan sampah yang baik dan benar merupakan hal yang penting untuk dilakukan supaya terhindar dari penumpukan sampah yang berlebihan dan mencemari lingkungan.

Pemerintah Korea Selatan telah memberlakukan beberapa kebijakan demi menanggulangi sampah agar tidak berdampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, diantaranya:

1. Kebijakan pencegahan sampah yang mencakup produk sekali pakai dan produk yang dikemas berlebihan, sistem pengisian limbah, pembuangan sampah berbasis volume.
2. Kebijakan promosi penggunaan sampah kembali yang mencakup program penyimpanan dan pengemasan kontainer kosong dan program penggunaan kontainer kembali.
3. Kebijakan daur ulang yang mencakup perpanjangan tanggung jawab produsen, program untuk pemastian lingkungan dalam produk kelistrikan, elektronik dan mobil, dan program penggunaan limbah kembali.
4. Kebijakan pemanfaatan energi yang berfokus pada sumber daya sampah yang mudah terbakar, sumber daya organik, sisa panas dari insinerasi sampah, dan gas landfill (Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan, 2013: 143-159).

Dari sampah-sampah rumah tangga dan industri yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya baru dan terbarukan serta membantu mengurangi kekurangan bahan baku energi dengan biaya yang efektif dan ekonomis. Sumber energi listrik biasanya didapat dari energi fosil seperti minyak tanah dan batubara yang tidak dapat diperbaharui sehingga butuh jalan keluar untuk mencari bahan baku lain.

Di Korea Selatan, melalui sistem pengelolaan sampah terpadu, pembangunan pembangkit listrik yang sumber energinya berasal dari sampah merupakan salah satu jalan keluar bagi permasalahan ini. Disamping bermanfaat untuk masyarakat dan

lingkungan hidup, pembangunan pembangkit listrik tenaga sampah juga lebih ekonomis karena sumber energinya berasal dari sampah di tempat pembuangan sampah akhir.

Pemerintah Korea Selatan mendorong kebijakan *waste-to-energy* sebagai langkah untuk mengubah sumber daya limbah menjadi energi sejak diumumkannya “Undang-undang untuk Sumber Daya Sampah dan Energi Biomassa” pada tahun 2008 yang dirancang untuk mewujudkan visi nasional Korea Selatan yaitu “*Low-carbon, Green Growth*” dan Undang-Undang No.8 tentang Pengendalian Sampah (Tanggung Jawab Negara) (Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan, 2013: 156).

Selama ini kebutuhan energi di Korea Selatan bergantung pada impor sebesar 97%. Oleh karena itu, sangat penting bagi Korea Selatan untuk menciptakan dan memperluas produksi dan distribusi energi baru dan terbarukan. Pada tahun 2012, rasio total energi primer domestik dengan energi baru dan terbarukan hanya 3,18%, tetapi pemerintah Korea Selatan berencana untuk meningkatkan porsi energi baru dan terbarukan menjadi 20% pada tahun 2050. Saat ini lebih dari 67% dari energi baru dan terbarukan dihasilkan dari limbah, dan biaya produksinya lebih murah 10% dari tenaga surya dan 66% dari tenaga angin. Dengan demikian, produksi energi menggunakan limbah telah muncul sebagai metode yang dapat mewujudkan energi baru dan terbarukan dengan cara yang paling efektif.

Korea Selatan saat ini sudah memiliki sebuah PLTSa di Sudokwon *Landfill*. Sudokwon *Landfill* disebut-sebut merupakan salah satu tempat pembuangan sampah terbesar di dunia, sejak 10 Februari 1992 Sudokwon *Landfill* telah mengolah sampah dari kota Seoul dan sekitarnya yang mempunyai populasi sebanyak 24 juta jiwa. Hingga bulan Mei 2013, setiap harinya rata-rata ada 13.400 ton sampah yang berasal dari sampah rumah tangga, konstruksi, dan bisnis yang masuk ke Sudokwon *Landfill*. Dengan menggunakan metode *sanitary landfill*, Sudokwon *Landfill* diharapkan dapat menampung 228 juta ton sampah secara total. Wilayah metropolitan Seoul menyumbang 44,5% dari total jumlah sampah kota, 16,5% berasal dari area metropolitan Incheon dan 39% dari Provinsi Gyeonggi. Area Sudokwon *Landfill* dibagi menjadi 2 situs: situs pertama ditutup pada tahun 2000, situs kedua sedang digunakan diperkirakan sampai 2040. Selain dua situs tersebut, Sudokwon *Landfill* Management Corporation (SLC) merencanakan untuk membuat situs ketiga dan keempat.

Oleh karena itu, berdasarkan pemaparan di atas, penulis ingin membahas lebih lanjut mengenai upaya pemerintah Korea Selatan dalam mengubah sampah menjadi energi melalui pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) gas *landfill* yang berlokasi di Sudokwon *Landfill* dan hasil dari pengelolaan sampah menjadi energi listrik dan jumlah pasokan yang didistribusikan.

1.2 Alasan Pemilihan Judul

Dalam karya tulis ini, penulis memilih judul “Sudokwon *Landfill*: Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Gas *Landfill* (50MW). Penulis memilih judul ini karena ingin membahas secara lebih mendalam bagaimana pemerintah Korea Selatan menyiapkan diri untuk mengatasi permasalahan bertambahnya jumlah sampah setiap tahunnya dan kenaikan jumlah permintaan pasokan energi lewat pembangunan PLTSa yang berlokasi di Sudokwon *Landfill*.

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan yang ingin dicapai oleh penulis dalam penulisan karya tulis ini adalah menjelaskan lebih dalam tentang PLTSa gas *landfill* di Sudokwon *Landfill*, bagaimana pengolahan sampah menjadi listrik dan hasil luaran energi listrik yang dihasilkan di PLTSa gas *landfill* di Sudokwon *Landfill*. Selain itu, karya tulis ini bertujuan untuk melengkapi persyaratan kelulusan Program Diploma III Program Studi Bahasa Korea, Akademi Bahasa Asing Nasional.

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan ini lebih terarah, terfokus dan tidak meluas ke aspek yang lain penulis hanya membahas tinjauan sampah, sampah di Korea Selatan, pengelolaan sampah di Korea Selatan, kebutuhan energi di Korea Selatan, kebijakan pemerintah Korea Selatan mengenai *waste-to-energy*, jenis-jenis pembangkit listrik, pengelola

PLTSa di Korea Selatan, Sudokwon *Landfill*, pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) Gas *Landfill* Sudokwon.

1.5 Metode Penulisan

Metode penulisan adalah proses atau cara untuk mendapat data yang akan digunakan untuk keperluan penulisan. Menurut Nawawi (1993:176), penulisan kualitatif adalah proses menjangkau informasi dan kondisi yang sebenarnya dalam kehidupan suatu objek yang dihubungkan dengan pemecahan suatu masalah, baik dari sudut pandang teoritis maupun praktis.

Penulisan kualitatif sering disebut metode penulisan naturalistik karena penulisannya dilakukan pada kondisi yang alamiah (*natural setting*), disebut juga sebagai metode etnografi karena awalnya metode ini lebih banyak digunakan untuk penulisan bidang antropologi budaya, disebut sebagai metode kualitatif karena data yang terkumpul dan analisisnya lebih bersifat kualitatif. (Sugiyono, 2017:8).

Menurut Nazir (1988), metode deskriptif merupakan suatu metode dalam meneliti status sekelompok manusia, suatu objek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Tujuan dari penulisan deskriptif ini adalah untuk membuat deskripsi, gambaran, atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antarfenomena yang diselidiki. Sedangkan menurut Sugiyono (2005) menyatakan bahwa metode deskriptif adalah suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan

atau menganalisis suatu hasil penelitian tetapi tidak digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih luas.

Adapun masalah yang dapat diteliti dan diselidiki oleh penelitian deskriptif kualitatif ini mengacu pada studi kuantitatif, studi komparatif (perbandingan), serta dapat juga menjadi sebuah studi korelasional (hubungan) antara satu unsur dengan unsur lainnya. Kegiatan penulisan ini meliputi pengumpulan data, analisis data, interpretasi data, dan pada akhirnya dirumuskan suatu kesimpulan yang mengacu pada analisis data tersebut.

Metode penulisan yang digunakan dalam karya tulis ini adalah metode penulisan kualitatif deskriptif, yakni metode pemaparan secara atau berdasarkan data deskriptif mengenai *Sudokwon Landfill* dan pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSA) gas *landfill* di *Sudokwon Landfill*. Data-data yang terdapat dalam karya tulis ini didapatkan penulis dari internet dan buku.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan karya tulis ini adalah sebagai berikut:

1. BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, alasan pemilihan judul, tujuan penulisan, batasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan.

2. BAB II: PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tinjauan sampah, sampah di Korea Selatan, pengelolaan sampah di Korea Selatan, kebutuhan energi di Korea Selatan, kebijakan

pemerintah Korea Selatan mengenai *waste-to-energy*, jenis-jenis pembangkit listrik, pengelola PLTSa di Korea Selatan, Sudokwon *Landfill*, pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) Gas *Landfill* Sudokwon .

3. BAB III: KESIMPULAN

Bab terakhir ini berisi kesimpulan dari seluruh pembahasan yang telah dijelaskan oleh penulis di bab sebelumnya. Kesimpulan pada bab ini akan ditulis dalam bahasa Indonesia dan Korea.



BAB II

PEMBAHASAN

2.1 Tinjauan Tentang Sampah

Sampah-sampah yang sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan hasil akhirnya. Benda atau barang yang tidak digunakan dapat dikatakan sebagai sampah. Sedangkan limbah adalah sisa hasil produksi.

Stigma masyarakat terkait sampah adalah semua sampah itu menjijikkan, kotor, dan lain-lain sehingga harus dibakar atau dibuang sebagaimana mestinya (Mulasari, 2012). Hal ini tidak hanya menjadi tanggung jawab pemerintah daerah akan tetapi juga dari seluruh masyarakat untuk mengolah sampah agar tidak berdampak negatif bagi lingkungan sekitar (Hardiatmi, 2011).

Membangun kesadaran masyarakat tidak semudah membalikkan telapak tangan. Perlu kerja sama dari semua pihak, baik masyarakat, pemerintah maupun pihak ketiga sebagai pendukung. Diperlukan waktu yang cukup lama untuk membangun kesadaran itu. Diperlukan pula contoh dan teladan yang positif serta konsistensi dari pihak pengambil kebijakan di suatu wilayah tertentu. Kegiatan sosialisasi secara langsung tentang pengelolaan sampah dapat mendorong partisipasi masyarakat dalam hal pengelolaan sampah (Rizal, 2011).

2.1.1 Sampah

Menurut KBBI online, sampah merupakan barang atau benda yang dibuang karena tidak terpakai lagi dan sebagainya; kotoran seperti daun, kertas. Kemudian menurut Sejati (2009: 12), sampah ialah suatu bahan yang terbuang atau dibuang, merupakan hasil aktivitas manusia maupun alam yang sudah tidak digunakan lagi karena sudah diambil unsur atau fungsi utamanya. Sedangkan menurut UU tentang Pengendalian Sampah di Korea Selatan, “sampah adalah zat yang sudah tidak berguna untuk kehidupan manusia atau kegiatan bisnis, contohnya adalah zat yang dibakar, lumpur, limbah minyak, asam limbah, limbah alkali, mayat hewan, dll.”

Setiap aktivitas manusia pasti menghasilkan buangan atau sampah. Sumber sampah bisa berasal dari rumah tangga, pertanian, perkantoran perusahaan, rumah sakit, pasar, dan sebagainya. Jumlah atau volume sampah sebanding dengan tingkat konsumsi manusia terhadap barang/material yang digunakan sehari-hari.

Menurut Hadiwiyoto (1983:23), ada beberapa penggolongan sampah. Penggolongan sampah dapat didasarkan atas beberapa kriteria, yaitu: asal, komposisi, bentuk, lokasi, proses terjadinya, sifat, dan jenisnya.

1. Penggolongan sampah berdasarkan asalnya
 - 1) Sampah hasil kegiatan rumah tangga, termasuk di dalamnya sampah rumah sakit, hotel, dan kantor.
 - 2) Sampah hasil kegiatan industri/pabrik.

- 3) Sampah hasil kegiatan pertanian meliputi perkebunan, kehutanan, perikanan, dan peternakan.
 - 4) Sampah hasil kegiatan perdagangan, misalnya sampah pasar dan toko..
 - 5) Sampah hasil kegiatan pembangunan.
 - 6) Sampah jalan raya.
2. Penggolongan sampah berdasarkan komposisinya
- 1) Sampah seragam. Sampah hasil kegiatan industri yang umumnya termasuk dalam golongan ini. Sampah dari kantor sering hanya terdiri atas kertas, karton, kertas karbon, dan semacamnya yang masih tergolong seragam atau sejenis.
 - 2) Sampah campuran. Misalnya, sampah yang berasal dari pasar atau sampah dari tempat-tempat umum yang sangat beraneka ragam dan bercampur menjadi satu.
3. Penggolongan sampah berdasarkan bentuknya
- 1) Sampah padatan (*solid*), misalnya daun, kertas, karton, kaleng, plastic, dan logam.
 - 2) Sampah cairan, misalnya bekas air pencuci, bekas cairan yang tumpah, dan limbah industri yang cair.
 - 3) Sampah berbentuk gas, misalnya karbondioksida, ammonia, H₂S dan lainnya.
4. Penggolongan sampah berdasarkan lokasinya
- 1) Sampah kota (urban) yang terkumpul di kota-kota besar.
 - 2) Sampah daerah yang terkumpul di daerah-daerah luar perkotaan.

5. Penggolongan sampah berdasarkan proses terjadinya

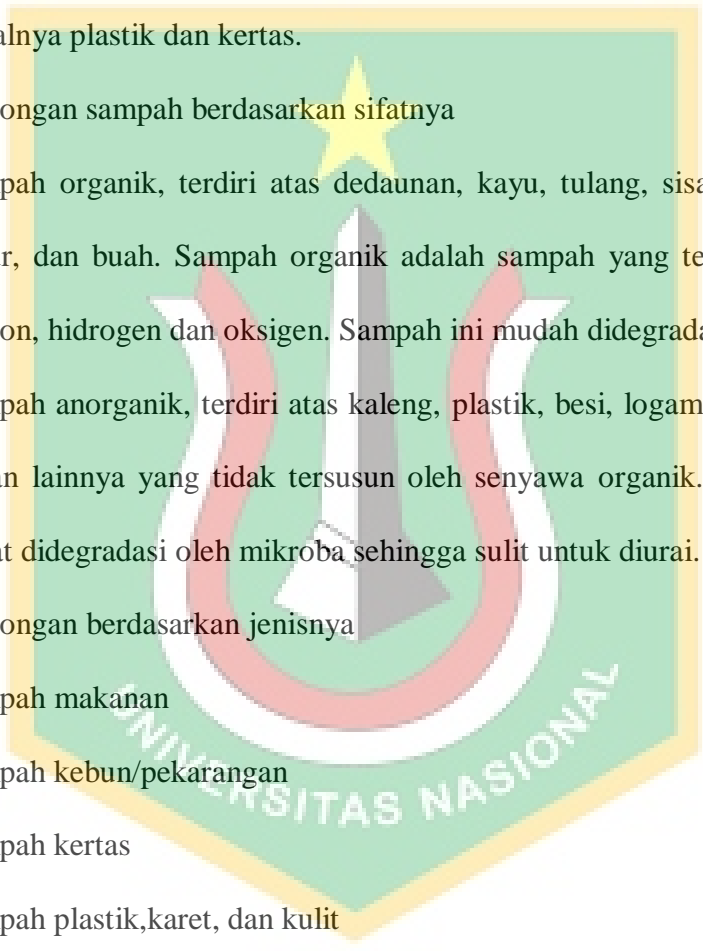
- 1) Sampah alami, ialah sampah yang terjadinya karena proses alami. Misalnya rontokan dedaunan.
- 2) Sampah nonalami, ialah sampah yang terjadinya karena kegiatan manusia. Misalnya plastik dan kertas.

6. Penggolongan sampah berdasarkan sifatnya

- 1) Sampah organik, terdiri atas dedaunan, kayu, tulang, sisa makanan ternak, sayur, dan buah. Sampah organik adalah sampah yang tersusun oleh unsur karbon, hidrogen dan oksigen. Sampah ini mudah didegradasi oleh mikroba.
- 2) Sampah anorganik, terdiri atas kaleng, plastik, besi, logam, kaca, dan bahan-bahan lainnya yang tidak tersusun oleh senyawa organik. Sampah ini tidak dapat didegradasi oleh mikroba sehingga sulit untuk diurai.

7. Penggolongan berdasarkan jenisnya

- 1) Sampah makanan
- 2) Sampah kebun/pekarangan
- 3) Sampah kertas
- 4) Sampah plastik, karet, dan kulit
- 5) Sampah kain
- 6) Sampah kayu
- 7) Sampah logam
- 8) Sampah gelas dan keramik
- 9) Sampah abu dan debu



Namun secara garis besar, Sejati (2009: 15) membedakan sampah menjadi tiga saja, yaitu sebagai berikut.

1) Sampah organik/basah

Sampah basah adalah sampah yang berasal dari makhluk hidup, seperti daun-daunan, sampah dapur, sampah restoran, sisa sayuran, sisa buah, dll. Sampah jenis ini dapat terdegradasi (membusuk/hancur) secara alami.

2) Sampah anorganik/kering

Sampah kering adalah sampah yang tidak dapat terdegradasi secara alami. Contohnya: logam, besi, kaleng, plastik, karet, botol, dll.

3) Sampah berbahaya

Sampah jenis ini berbahaya bagi manusia. Contohnya: baterai, jarum suntik bekas, limbah racun kimia, limbah nuklir, dll. Sampah jenis ini memerlukan penanganan khusus.

2.1.2 Limbah

Menurut KBBI online limbah merupakan sisa proses produksi. Kemudian menurut Mahida (1984), limbah adalah sisa dari suatu usaha maupun kegiatan yang mengandung bahan berbahaya atau beracun yang karena sifat, konsentrasi, dan jumlahnya, baik yang secara langsung maupun tidak langsung dapat membahayakan lingkungan, kesehatan, kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya.

Jenis - jenis limbah dari zat pembentuknya adalah:

- 1) Limbah organik. Limbah ini dapat terurai secara alami, contoh: sisa organisme (tumbuhan, hewan).
- 2) Limbah anorganik. Limbah ini sukar terurai secara alami, contoh: plastik, botol, kaleng, dll.

Jenis - jenis limbah dari bentuk fisiknya adalah:

- 1) Limbah padat atau yang lebih dikenal sebagai sampah. Bentuk fisiknya padat. Contoh: sisa – sisa organisme, barang dari plastik, kaleng, botol, dll.
- 2) Limbah cair. Bentuk fisiknya cair. Contoh: air buangan rumah tangga, buangan industri, dll.
- 3) Limbah gas dan partikel. Bentuk fisiknya gas atau partikel halus (debu). Contoh: gas buangan kendaraan (dari knalpot), gas buangan pembakaran industri.

Contoh sederhana dari penghasil limbah dari bentuk fisiknya adalah manusia. Tubuh manusia menghasilkan limbah padat (tinja), limbah cair (kencing) dan limbah gas (karbondioksida atau CO₂). Pembuangan limbah dari manusia pun harus dikelola agar tidak mengganggu kesehatan dan lingkungan hidup mereka. Disamping pembagian berdasarkan zat pembentuk dan bentuk fisiknya, ada yang disebut Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3), limbah ini dapat berbentuk padat, cair dan gas. Limbah B3 ialah setiap bahan sisa (limbah) suatu kegiatan proses produksi yang mengandung bahan berbahaya dan 5 beracun (B3) karena mudah meledak, mudah terbakar, bersifat reaktif, beracun, menyebabkan infeksi, bersifat korosif, dan lain – lain yang bila diuji dengan toksikologi dapat diketahui termasuk limbah B3,

serta konsentrasi atau jumlahnya yang baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak, mencemarkan lingkungan, atau membahayakan kesehatan manusia. Contoh: limbah medis (suntikan, botol obat), limbah industri, baterai, accu (aki), oli bekas, dll (Soenarno, 2011).

2.2 Sampah di Korea Selatan

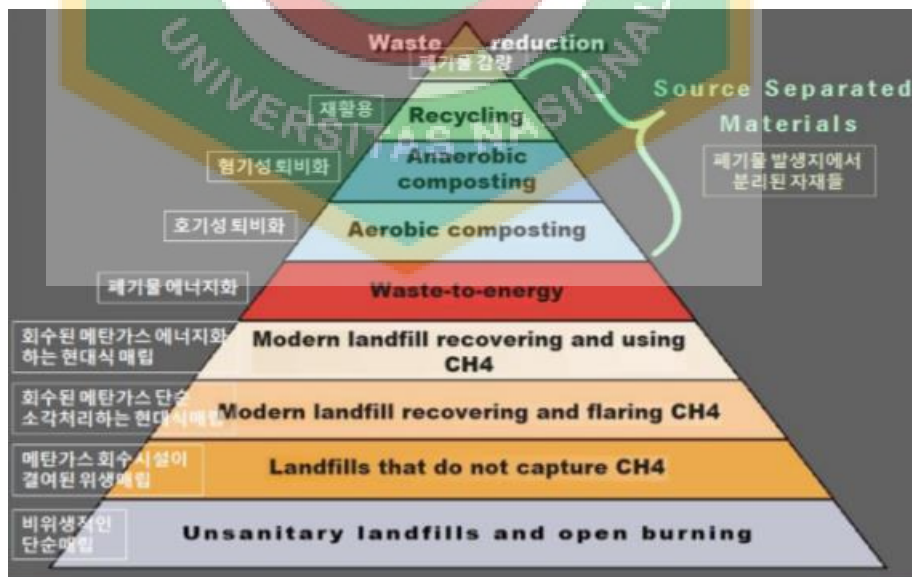
Menurut survey oleh Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan, 55 juta ton limbah rumah tangga dikeluarkan oleh satu warga negara Korea selama 70 tahun. Sampah meningkat pesat karena perluasan skala ekonomi, kemajuan industri, dan berbagai kebutuhan pembelian konsumen.

Menurut KBS World Radio jumlah penduduk Korea Selatan pada tahun 2018 mencapai 51,2 juta jiwa dan menempati urutan ke-27 dalam daftar jumlah populasi terbanyak di dunia. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh penduduk di Korea Selatan menghasilkan sampah dan berdasarkan data dari Water Journal, pada tahun 2017 sampah yang dihasilkan dari kegiatan satu orang di Korea Selatan yaitu 929,9 gram perharinya. Jika sampah-sampah tersebut dibiarkan atau tidak dikelola dengan baik dan benar tentunya akan membawa dampak yang buruk bagi lingkungan. Untuk itu pemerintah Korea Selatan membuat beberapa kebijakan-kebijakan terkait pengelolaan sampah.

2.2.1 Pengelolaan Sampah di Korea Selatan

Korea Selatan adalah salah satu negara di kawasan Asia Timur yang tergolong sukses dalam melakukan pengelolaan sampah bahkan mentransformasinya menjadi sumber daya yang menyerap ribuan tenaga kerja. Korea Selatan terus mengembangkan riset dalam rangka pengembangan industri hijau untuk penyelenggaraan pembangunan yang berwawasan lingkungan.

Pada sekitar tahun 1977, Korea Selatan masih menghadapi banyak kendala dalam pengelolaan lingkungan. Pada saat itu, *landfill* yang digunakan masih beroperasi secara *open dumping* dan mengakibatkan pencemaran ke sungai-sungai di sekitarnya serta menuai protes keras dari masyarakat. Kebijakan tentang pengelolaan sampah di Korea Selatan senantiasa berubah ke arah yang lebih baik mulai dari *safe disposal* (1980-an), menjadi *reduce, recycle, safe disposal* (1990-an) dan terakhir menjadi *reduce, recycle, energy recovery, safe disposal* (2000-an) (Hendra, 2016:78).



Gambar 2.1 Hirarki Pengelolaan Sampah di Korea Selatan
Sumber: Seo, Yoonjung, 2013: 9

1) Pengurangan Limbah (*Reduce*)

Pengurangan dan pencegahan limbah mencakup pengurangan dalam penggunaan bahan kemasan, penggunaan barang yang dapat digunakan kembali dan bukan sekali pakai, dan perancangan produk yang bertahan lebih lama. Pengurangan jumlah limbah yang dihasilkan adalah pengurangan biaya yang timbul dari penanganan, transportasi, perawatan dan pembuangan limbah serta pengurangan jumlah metana yang dihasilkan.

Membuat produk baru membutuhkan ekstraksi bahan baku dari bumi, energi untuk memproses dan mengubah bahan baku itu menjadi produk, dan bahan bakar untuk mengangkut produk-produk tersebut kepada konsumen. Dengan demikian, menggunakan kembali menghemat sumber daya alam dan ekonomi dan juga melindungi lingkungan.

Barang-barang yang tidak lagi diinginkan dalam masyarakat makmur mungkin memiliki nilai di negara berkembang. Misalnya, limbah makanan dari hotel dilelang sebagai pakan untuk unggas dan peternak babi di India. Bahan-bahan dari semua jenis limbah konstruksi, kertas, karton, gelas, plastik, dan logam semuanya dapat dimanfaatkan oleh negara-negara Asia. Barang-barang rumah tangga yang tidak diinginkan seperti pakaian bekas dan barang-barang dapat diberikan kepada yang membutuhkan melalui badan amal. Dengan demikian, banyak hal yang tidak perlu berakhir di *landfill*.

2) Daur ulang (*recycle*)

Daur ulang adalah pemanfaatan bahan-bahan tertentu yang dapat diolah kembali dan digunakan kembali. Contoh barang yang dapat didaur ulang termasuk gelas, logam, plastik dan kertas. Barang-barang yang dapat didaur ulang dapat dikumpulkan di tepi jalan, di pusat pengiriman atau melalui program setoran atau pengembalian uang. Barang-barang daur ulang kemudian dibawa ke fasilitas pemrosesan untuk disortir, dibersihkan, dan dibuat menjadi bentuk yang dapat digunakan dalam pembuatan daur ulang. Barang-barang umum yang terbuat dari bahan daur ulang termasuk koran, handuk kertas, dan wadah minuman.

3) Pencernaan anaerob dan pengomposan aerob

Pengomposan adalah daur ulang bahan yang kaya nutrisi untuk pupuk. Pencernaan aerobik bahan organik, seperti sisa makanan, akan menghasilkan humus, bahan mirip tanah yang dapat digunakan untuk menyuburkan tanah. Pengomposan dapat dibantu dengan penambahan udara, air, karbon dan nitrogen .

Pencernaan anaerob bahan organik terjadi di *landfill* dan menghasilkan metana, gas rumah kaca yang kuat. Dengan teknologi yang tepat, metana dapat dimanfaatkan dan dibakar untuk menjadi energi. Menurut EPA (*Environmental Protection Agency*), sisa makanan dan limbah halaman membentuk 20 hingga 30 persen dari MSW (*Municipal Solid Waste*). Pengomposan di rumah menjaga bahan-bahan ini keluar dari tempat pembuangan sampah di mana mereka mengambil ruang dan melepaskan metana.

4) *Waste-to-energy* (WTE)

Melalui pembakaran, energi dapat dimanfaatkan dari sampah sebelum dibuang ke *landfill*. Uap dan air dihasilkan dari insinerasi yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi. Selain menghasilkan energi, pembakaran mengurangi volume limbah yang dibuang ke *landfill*.

Di fasilitas pembakaran sampah kota, sampah kota dimuat ke dalam ruang bakar dan dibakar. Panas yang dilepaskan dari pembakaran ini digunakan untuk mengubah air menjadi uap, yang dikirim ke generator turbin untuk menghasilkan listrik. Abu yang tersisa dibawa ke *landfill* untuk digunakan sebagai penutup *layer landfill*. Di Jepang, Eropa dan negara-negara lain, insinerasi *waste-to-energy* telah digunakan untuk mengurangi volume limbah hingga 80 hingga 90 persen.

EPA telah menerapkan standar ketat pada emisi dioksin dan merkuri dari fasilitas WTE. Fasilitas WTE modern dilengkapi dengan perangkat pengontrol polusi canggih yang menggosok, mengendapkan dan menyaring asam, logam berat, dan abu terbang dari emisi insinerator. Akibatnya, tingkat polutan ini telah berkurang secara drastis.

5) *Landfilling*

Berdasarkan perspektif berkelanjutan, penimbunan sampah atau *landfilling* adalah metode yang dianggap paling tidak menguntungkan untuk pembuangan sampah. Namun, terbukti bahwa sampah yang tidak dapat dicegah atau didaur ulang berakhir di *landfill*. Tempat pembuangan akhir yang dirancang dengan benar dapat dengan

aman menampung limbah dengan sistem *liner* dan perlindungan lainnya untuk mencegah polusi pada air tanah. *Liner* dapat dibuat dari tanah liat atau plastik yang dipadatkan.

Liner mencegah penyaringan cairan, atau “air lindi,” dari tempat pembuangan sampah. Air lindi berpotensi mencemari air permukaan atau tanah, yang merupakan sumber air minum terbanyak. Saluran air dapat dipasang di bagian bawah tempat pembuangan sampah untuk mengumpulkan air lindi sebelum kontaminasi air dan tanah di sekitarnya dapat terjadi. Air lindi dari saluran dipompa ke titik pengumpulan air limbah untuk pengolahan. Tempat pembuangan sampah dipantau secara ketat untuk dampak lingkungannya oleh agen perlindungan lingkungan. Di *landfill*, sampah disebar menjadi lapisan, dipadatkan untuk mengurangi volume, dan ditutup setiap hari dengan tanah liat, abu atau tanah untuk meminimalkan bau dan mencegah serangga dan kutu.

Beberapa peraturan dan kebijakan terkait pengelolaan sampah penting yang diberlakukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan adalah:

1) *Waste Deposit Refund System* (1991)

Deposit Refund System (DRS) yang digerakkan pemerintah Korea Selatan pertama kali diperkenalkan dengan revisi "Undang-Undang Pengelolaan Sampah" pada tahun 1991 dan kemudian dalam "Undang-Undang tentang Promosi Penghematan dan Daur Ulang Sumber Daya" tahun 1992. Implementasi DRS mengharuskan pabrik membayar deposit untuk target produk dan mendapatkan

penggantian setelah mengumpulkan dan mengolah limbah yang terkait dengan produk ini. Baik kemasan dan limbah berbahaya dicakup oleh DRS. Dalam kasus ini, ketika barang tidak didaur ulang, deposit yang dipegang oleh pemerintah digunakan untuk mendukung proyek daur ulang di masa depan.

	Barang	Tarif per unit (USD)
Tempat minuman	Tetra paks	0.0003 – 0.0005
	Kaleng aluminium	0.003 – 0.005
	Botol kaca	0.002 – 0.004
	Botol PET	0.004 – 0.009
Baterai	Baterai merkuri	0.125
	Baterai perak teroksidasi	0.063
Ban	Ukuran besar	0.5
	Ukuran sedang ke kecil	0.125
	Ban sepeda	0.05
Oli pelumas	Oli pelumas	0.025 per liter
Elektronik besar	TV, Pencuci, AC, dll	0.038 per kg

Tabel 2.1 Tarif untuk pembuangan sampah
Sumber: Seo, Yoonjung 2013: 16

2) Undang-Undang tentang Promosi Penghematan dan Daur Ulang Sumber Daya (1992)

Untuk mengurangi dan mendaur ulang limbah secara lebih efektif, pemerintah Korea Selatan juga menerapkan “Undang-Undang tentang Promosi Penghematan dan Daur Ulang Sumber Daya” pada tahun 1992, yang sekarang telah direvisi lebih dari tiga puluh kali. Sejak diperkenalkannya Undang-Undang ini, produsen bertanggung jawab untuk mengurangi penggunaan bahan kemasan yang tidak perlu dengan

merancang metode pengemasan yang lebih ramah lingkungan. Pembatasan ukuran dan jumlah kemasan pada awalnya diterapkan pada 23 produsen, importir dan penjual. Penggunaan bahan daur ulang untuk kemasan direkomendasikan dan bahan resin sintetis seperti PVC dilarang atau sangat tidak dianjurkan. Pemerintah Korea Selatan menerima janji industri untuk pengurangan penggunaan tahunan.

Di bawah "Undang-Undang tentang Promosi Penghematan dan Daur Ulang Sumber Daya", pemilik bisnis didorong untuk mengganti produk sekali pakai dengan yang dapat digunakan kembali dan dilarang menyediakan kantong plastik secara gratis. Juga, beberapa restoran, kafetaria, dan katering berpartisipasi dalam sistem yang membebani pelanggan dengan biaya untuk wadah pembungkus sekali pakai dan mengembalikan biaya ketika barang bekas dibawa kembali untuk didaur ulang (sistem pengembalian dana yang dihasilkan pasar).

Sebagian besar bisnis makanan cepat saji dan kopi mengganti wadah plastik dan gelas dengan produk kertas. Beberapa pemilik bisnis ini memfasilitasi penggunaan barang-barang yang dapat digunakan kembali dengan memberi pelanggan diskon minuman ketika mereka membawa mug sendiri.

Kebijakan peraturan pemerintah Korea melalui "Undang-Undang tentang Promosi Penghematan dan Daur Ulang Sumber Daya", bersama dengan "*Deposit Refund System*", berkontribusi terhadap pengurangan total sampah kota secara bertahap yang dihasilkan dari pemotongan porsi pengemasan dan sampah plastik, dan juga dengan mendorong kegiatan daur ulang.

3) *Volume Based Waste Fee System* (1995)

Pemerintah Korea Selatan berkonsentrasi pada minimalisasi timbulnya sampah dan memaksimalkan daur ulang sampah dengan penerapan *Volume Based Waste Fee System* (VBWF) pada tahun 1995 berdasarkan revisi Undang-Undang Pengelolaan Sampah yang diatur pada tahun 1991. Sistem VBWF membebani warga dengan biaya pengumpulan sampah berdasarkan jumlah sampah yang dihasilkan, menggantikan sistem perpajakan tarif tetap sebelumnya.

Sesuai dengan sistem VBWF, rumah tangga, bisnis dan institusi diharuskan untuk memisahkan MSW mereka menjadi dua: bahan daur ulang dan semua sampah lainnya. Mereka juga diwajibkan untuk membeli dan menggunakan tas VBWF untuk membuang sampah yang tidak dapat didaur ulang.



Gambar 2.2 Tas VBWF
Sumber: Seo, Yoonjung, 2013:17

Pemerintah kota setempat mengumpulkan tas VBWF dan menyediakan layanan pengumpulan gratis untuk sampah daur ulang yang telah disortir untuk

kemudian didaur ulang. Dengan demikian, sistem ini memberikan insentif ekonomi untuk menghasilkan lebih sedikit sampah dan mendaur ulang lebih banyak.

Untuk memudahkan masyarakat, berbagai ukuran tas VBWF mulai dari 3 liter hingga 100 liter tersedia di toko bahan makanan lokal, toko serba ada dan supermarket. Harga tas VBWF bervariasi tergantung pada ukuran tas dan juga tergantung kota, misalnya pada tahun 2009, tas VBWF untuk 20 liter di Seocho-gu, sebuah wilayah Seoul, adalah 30 sen, sedangkan tas ukuran yang sama di Jin-gu, sebuah wilayah di Busan dihargai 90 sen.

4) *Extended Producer Responsibility Initiatives* (2003)

Extended Producer Responsibility Initiatives (EPR) didasarkan pada prinsip bahwa produsen bertanggung jawab atas seluruh siklus hidup produk mereka mulai dari pemilihan bahan dan desain produk hingga perawatan dan pembuangan produk. Menanggapi tren internasional negara-negara OECD (*The Organisation for Economic Co-operation and Development*), pemerintah Korea Selatan pada tahun 2003 memprakarsai EPR untuk merevisi dan memperluas DRS sebelumnya.

Dalam sistem baru ini, meskipun produsen memainkan peran utama dalam daur ulang produk dan bahan kemasan setelah digunakan melalui pembayaran ke akun khusus untuk perbaikan lingkungan, tanggung jawab pemerintah dan konsumen telah diperluas. Persyaratan desain khusus untuk membatasi kemasan berlebihan dan barang sekali pakai diterapkan untuk semua barang. Distribusi gratis kantong vinil

sekali pakai di pasar benar-benar dilarang seperti juga sekali pakai lainnya seperti peralatan plastik, wadah dan pasta gigi di lokasi bisnis tertentu.

5) Perintah untuk Pemisahan Limbah Makanan (2006)

Pemerintah Korea telah berfokus pada pengurangan limbah makanan melalui berbagai kegiatan seperti kampanye TV dan radio sejak akhir 1990-an. Penimbunan limbah makanan tanpa pra-pengolahan sepenuhnya dilarang pada tahun 2005 dan penduduk diharuskan untuk memisahkan limbah makanan dari limbah non-daun ulang lainnya yang masuk ke kantong VBWF.

Kota-kota di Korea Selatan mulai menyediakan wadah gratis untuk pembuangan limbah makanan dan membuat tas VBWF khusus limbah makanan. Dengan menyediakan layanan pengumpulan gratis untuk limbah makanan yang dipisah mulai tahun 2006, pemerintah Korea Selatan telah memfasilitasi daur ulang limbah makanan untuk pupuk dan pakan ternak (Seo, Yoonjung, 203:15-19).

2.3 Kebutuhan Energi Listrik di Korea Selatan

Korea Selatan terbagi menjadi 10 provinsi dan 7 area metropolitan (Seoul, Incheon, Busan, Gwangju, Daegu, Daejeon dan Ulsan). Berdasarkan data sensus kependudukan dan perumahan, populasi di Korea Selatan berjumlah 51,09 juta jiwa pada tahun 2018. Tingkat kepadatan penduduk di Korea Selatan adalah 534 jiwa perKm² (total luas daratan: 97.230 Km². 81,4% dari populasi tersebut berada di perkotaan (41.511.797 jiwa pada tahun 2018) dan 18,6% berada di pedesaan yaitu

sejumlah 9.578.203 juta jiwa. Seoul merupakan provinsi terpadat di Korea Selatan dengan populasi yang berada di kawasan metropolitan sekitar 25,6 juta jiwa di tahun 2017 dengan kepadatan penduduk 17.000 jiwa perKm². Provinsi Gyeonggi menunjukkan peningkatan industrialisasi dan urbanisasi yang signifikan sejak tahun 1970 dengan jumlah penduduk sebanyak 12,3 juta jiwa pada tahun 2017. Provinsi Gyeongnam dan kota Busan masing-masing memiliki sekitar 3,4 juta penduduk pada tahun 2017. Korea Selatan menghadapi peningkatan pada penduduk kelas menengah yang signifikan dengan *Gross Domestic Product* (GDP) perkapita \$15.761 pada tahun 1995 dan meningkat menjadi \$25.976 pada tahun 2017 (kostat.go.kr).

Korea Selatan mengkonsumsi energi listrik sebesar 235,7 TOE (*tonne of oil equivalent* (1 TOE = 11,63 MWh)) dari energi primer dan berada di posisi sembilan dari negara yang mengkonsumsi energi terbanyak. Hanya 3% dari energinya diperoleh dan dihasilkan secara swasembada, sedangkan 97% dari total konsumsinya bergantung pada impor. Peningkatan yang stabil dalam konsumsi gas alam, batu bara, dan energi nuklir dikaitkan dengan penggunaan energi baru dan terbarukan yang didapat dari angin, matahari, hidro, limbah, dan *biofuel*.

Tahun	2006	2010	2020	2030
Jumlah Permintaan Energi Listrik (dalam satuan TOE (1 TOE = 11,63 MWh))	233	259	312	343
Konsumsi Energi Listrik per Kapita (dalam satuan TOE)	4,8	5,3	6,3	7,1

Tabel 2.2 Proyeksi Permintaan Energi Listrik Korea Selatan
Sumber: Youjung, Kim & Oh Hwasoo, 2010: 2

Total permintaan energi listrik di Korea Selatan diperkirakan akan meningkat sebesar 47% selama periode 2006 (233 TOE) hingga 2030 (343 TOE), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. Korea Selatan sedang berjuang untuk menciptakan solusi di bawah visi "*Low Carbon, Green Growth*". Pemerintah Korea Selatan melakukan investasi guna meningkatkan penggunaan energi baru dan terbarukan dari 2 persen menjadi lebih dari 11 persen pada 2030 dan menjadi lebih dari 20 persen pada tahun 2050. Untuk memenuhi rencana nasional untuk energi baru dan terbarukan, pemerintah Korea Selatan berencana untuk membangun 13 "*Energy Town*" agar siap menghadapi permintaan energi dan menurunkan penggunaan bahan bakar fosil (Kim & Oh,2010:1-2).

2.4 Kebijakan Pemerintah Korea Selatan Mengenai *Waste-to-Energy*

Dunia saat ini menderita krisis sumber daya alam seperti kenaikan tajam harga minyak dan krisis lingkungan yang diwakili oleh perubahan iklim, sumber daya dan konsumsi energi yang meningkat karena ekspansi kegiatan ekonomi diakibatkan oleh kemajuan liberalisasi perdagangan dan globalisasi serta munculnya BRICS (asosiasi ekonomi yang terdiri dari Brazil, Rusia, India, Cina dan Afrika Selatan). Korea Selatan yang menduduki posisi ke-sembilan sebagai konsumen energi terbesar, bergantung pada impor untuk 97% dari kebutuhan energi. Oleh karena itu, sangat penting bagi Korea Selatan untuk menghasilkan metode demi mengurangi ketergantungannya pada energi impor dengan memperluas produksi dan distribusi

energi baru dan terbarukan yang dapat menggantikan energi primer seperti minyak bumi atau batubara.

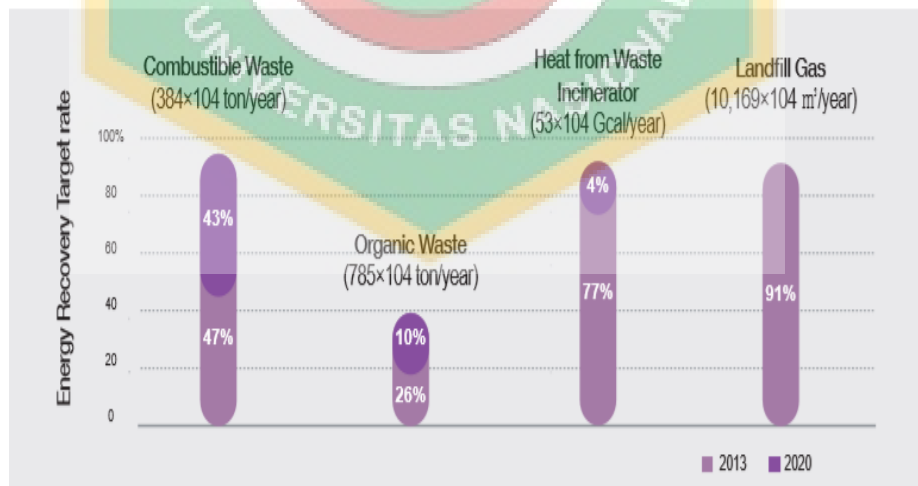
Pada tahun 2007, rasio total energi primer domestik terhadap energi baru dan terbarukan hanya 2,37%, tetapi pemerintah Korea Selatan berencana untuk meningkatkan porsi energi baru dan terbarukan menjadi 20% pada tahun 2050. Di Korea Selatan saat ini lebih dari 76% dari energi baru dan terbarukan diproduksi dari sampah, dan biaya produksinya lebih murah 10% dari tenaga surya dan lebih murah 66% dari tenaga angin. Dengan demikian, produksi energi menggunakan sampah telah muncul sebagai metode yang dapat mewujudkan energi baru dan terbarukan dengan cara yang paling efektif.

Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan telah mendorong kebijakan *waste-to-energy* sebagai langkah untuk mengubah sumber daya limbah menjadi energi sejak dimumkannya “Undang-undang untuk Sumber Daya Sampah dan Energi Biomassa” pada tahun 2008 yang dirancang untuk mewujudkan visi nasional Korea Selatan yaitu “*Low-carbon, Green Growth*” dan Undang-Undang No.8 tentang Pengendalian Sampah (Tanggung Jawab Negara). Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan terus menyediakan anggaran dan teknologi untuk pemerintah daerah dalam mendukung perluasan fasilitas untuk mengkonversi sumber daya sampah menjadi energi. Kebijakan domestik untuk mengubah sumber daya sampah menjadi energi difokuskan pada sumber daya sampah yang mudah terbakar, sumber daya organik, panas sisa dari insinerasi sampah dan gas *landfill* (Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan, 2013: 156).

2.4.1 Pemanfaatan Energi dari Sampah Mudah Terbakar

Sampah mudah terbakar merupakan sampah yang apabila berdekatan dengan api, percikan api, gesekan atau sumber nyala lain akan mudah menyala atau terbakar, dan apabila telah nyala akan terus terbakar hebat dalam waktu yang lama. Contohnya sampah yang mengandung alkohol kurang dari 24% volume atau pada titik nyala tidak lebih dari 60 derajat Celcius (bppt.go.id).

Pada tahun 2007, setiap sampah larut dan sampah yang mudah terbakar yang dapat dikonversi menjadi energi adalah sekitar 3,84 juta ton / tahun, tetapi hanya 1,5% dari sampah-sampah tersebut (58.000 ton/tahun) yang digunakan. Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan bertujuan untuk mengubah 47% (1,82 juta ton / tahun) sampah yang dapat larut dan mudah terbakar menjadi energi, dan mendorong untuk melakukan tindakan untuk mewujudkan target tersebut.



Gambar 2.3 Target Pemanfaatan Energi
Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan, 2013:156

Untuk mencapai konversi 47% (1,82 juta ton / tahun) sampah yang dapat larut dan mudah terbakar menjadi energi, Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan menyediakan dana nasional sebesar 110,1 miliar won untuk 18 fasilitas pengolahan sampah yang mudah terbakar menjadi energi dan 53,5 miliar won untuk menyediakan 4 *solid boiler* bahan bakar antara tahun 2007 dan 2012. Fasilitas untuk mengubah sampah menjadi energi (untuk pra-pemrosesan) yang dijalankan oleh kota Wonju telah beroperasi sejak 2007, dan pada bulan April 2010, sebuah fasilitas eksperimental untuk mengubah sampah rumah tangga setiap harinya untuk memproduksi RDF (*refuse-derived fuel*)¹.

RDF yang diproduksi di Wonju dan Sudokwon *Landfill* telah digunakan sebagai bahan bakar pengganti untuk pabrik kertas, pabrik semen dan pembangkit termoelektrik. Pada awalnya RDF yang diproduksi diberikan secara gratis karena alasan kualitas, tetapi sejak 2010 telah dijual dengan harga 25.000 per ton. Selain fasilitas di Wonju, fasilitas pra-pemrosesan sampah perkotaan mulai beroperasi di Busan dan Gapyeong pada 2012, dan ditargetkan penyelesaiannya antara 2013 dan 2015, selain itu fasilitas produksi bahan bakar padat sedang dirancang atau dipasang di 12 lokasi termasuk Busan.

Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan mendorong desain dan pemasangan fasilitas produksi produk bahan bakar padat di 12 lokasi termasuk Busan,

¹ *Refuse Derived Fuel (RDF)* adalah hasil proses pemisahan limbah padat antara fraksi sampah mudah terbakar dan tidak mudah terbakar seperti metal dan kaca (Cheremisinoff, 2003).

yang dijadwalkan selesai antara tahun 2013 dan 2015. Khususnya *boiler* bahan bakar padat yang akan dipasang sehubungan dengan fasilitas manufaktur bahan bakar padat sedang didorong dalam bentuk pendanaan swasta di Busan, Pohang, Daegu, dan Daejeon. Ketika fasilitas selesai, listrik yang dihasilkan di *boiler* akan dijual ke KEPCO (*Korea Electric Power Corporation*) sedangkan panas yang dihasilkan akan disuplai untuk pemanasan distrik atau digunakan dalam proses pengeringan lumpur limbah. Selanjutnya, untuk manajemen sistematis dari seluruh proses termasuk pembuatan, distribusi, dan penggunaan produk bahan bakar padat, sistem informasi daur ulang bahan bakar padat telah dibuat dan dioperasikan, yang berkontribusi tidak hanya untuk manajemen kualitas yang dioptimalkan pada bahan bakar padat, tetapi juga untuk penciptaan pasar bahan bakar padat yang stabil.

2.4.2 Pemanfaatan Energi dari Sampah Organik

Sesuai dengan Protokol 1996 Konvensi London yang mulai berlaku pada bulan Maret 2006, peraturan yang lebih ketat telah didesak secara global terkait dengan pembuangan limbah ke laut. Pada tahun 2007, Korea Selatan telah membuang 53,8% air lindi² yang dihasilkan dalam proses daur ulang sampah makanan, 68,5% lumpur limbah, dan 4,1% kotoran ternak dengan membuangnya ke laut. Sementara itu, untuk mempromosikan konservasi laut dan perikanan yang aman, pembuangan lumpur dan kotoran ternak ke laut telah dilarang sejak Januari 2012 dan pembuangan

² Air lindi merupakan cairan yang keluar dari tumpukan sampah, dan ini salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh timbunan sampah. (Munawar, Ali, 2011:4)

air lindi sampah makanan ke laut dilarang pada Januari 2013. Oleh karena itu ada urgensi untuk membuang sampah-sampah tersebut di daratan. Tapi penguburan sampah akan membawa masalah, antara lain bau busuk dan juga keamanan dari *landfill* bagi lingkungan sekitar, sementara pembakaran menyebabkan polusi udara dan juga biaya pembuangan yang tinggi. Oleh karena itu, konversi sampah organik menjadi biogas lebih banyak dipilih daripada penguburan dan pembakaran, dan hal ini akan digunakan untuk menghasilkan energi baru dan terbarukan serta mengurangi gas rumah kaca.

Pada 2012, sebuah proyek untuk membangun fasilitas untuk mengkonversi 4.738 ton sampah organik per hari menjadi biogas dipromosikan oleh 20 pemerintah daerah di penjuru Korea Selatan dengan subsidi dari pemerintah pusat, dan beberapa desain fasilitas selesai atau konstruksi sedang berlangsung atau akan berlangsung, didanai dari anggaran 2013(atau anggaran yang diusulkan), hal ini menunjukkan pelaksanaan proyek yang cepat untuk mengubah sampah organik menjadi energi. Pemerintah distrik Dongdaemun di Seoul mengoperasikan fasilitas yang menjalankan generator 1MW menggunakan biogas sebagai bahan bakar yang diproduksi dengan mengolah 98 ton sampah makanan dalam sehari, dan kota Sokcho juga mengoperasikan fasilitas untuk memproduksi 40 ton biogas dalam sehari. Di situs Sudokwon *Landfill* dibangun untuk mengkonversi biogas yang dihasilkan dari sampah organik ke bahan bakar kendaraan.

Pada tahun 2013, fasilitas untuk mengkonversi air lindi sampah makanan menjadi biogas telah rampung di Jinju (150 ton air lindi sehari), di Daegu (300 ton air lindi sehari), dan di Goyang (260 ton air lindi sehari), diikuti oleh fasilitas di Seoul untuk mengubah air lindi menjadi biogas (500 ton sehari). Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan menyelesaikan 8 fasilitas untuk mengkonversi sampah organik menjadi biogas (1.960 ton per hari) pada 2013 dan 10 di antaranya (2.640 ton per hari) pada 2014, dan memasok biogas yang dihasilkan ke produksi listrik, pemanas distrik, operasi kendaraan, dan gas kota.

2.4.3 Pemanfaatan Panas Sisa Insinerasi

Pemanfaatan panas sisa insinerasi mengacu pada fasilitas yang memasok panas dan listrik ke fasilitas perumahan seperti air panas dan fasilitas pemanas distrik dengan memasang menara gas pendingin, *boiler*, dan generator dengan tujuan mengambil dan menggunakan limbah panas yang dihasilkan dalam insinerasi sampah.

Dengan mempertimbangkan perubahan pada kebijakan pengelolaan sampah (pembuangan yang aman → daur ulang → resirkulasi sumber daya) dan harga minyak yang tinggi, nilai dari penggunaan panas dari sisa sampah yang dibakar di insinerator meningkat lebih tinggi dari sebelumnya. Oleh karena itu, Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan berencana untuk mempromosikan pemanfaatan panas sisa insinerasi dengan menyediakan dana nasional untuk renovasi dan perbaikan insinerator yang ada untuk menghemat energi.

Ketika pemanfaatan sisa panas sedang beroperasi, laju pemanfaatan akan ditingkatkan dan fasilitas yang tidak memanfaatkan sisa panas insinerasi akan ditambah dengan fasilitas pemanfaatan sisa panas. Dana sebesar 5,3 miliar won disediakan untuk fasilitas pemanfaatan panas sisa insinerasi, pengumuman metode dan prosedur untuk kriteria pengujian untuk pengambilan energi diubah pada April 1999, kriteria untuk menghitung rasio pengambilan sisa panas insinerator dan laju penggunaan dibuat pada Desember 2012 dan diterapkan pada fasilitas yang ada untuk memanfaatkan sisa panas dalam insinerator. Sejak 2012, fasilitas pengolah sisa panas (750 ton per hari) telah beroperasi di Mapo, Seoul.

2.4.4 Pemanfaatan Energi dari Gas *Landfill*

Ada pergeseran paradigma dari fokus pada pengurangan sampah yang dihasilkan, perawatan yang dioptimalkan, dan peningkatan rasio penggunaan kembali untuk menciptakan 'sumber daya daur ulang'. Karenanya, sampah dianggap sebagai sumber daya baru, sementara kerangka daur ulang yang sebelumnya terbatas pada 'pengambilan substansi' sekarang berkembang menjadi 'pemanfaatan energi'. Sebagai bagian dari upaya untuk pemanfaatan energi, Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan mengambil dan memurnikan gas *landfill* yang dihasilkan dari situs *landfill* untuk memasoknya sebagai bahan bakar untuk fasilitas kogenerasi atau sebagai bahan bakar industri dan pemanas. Sebagai langkah-langkah untuk mencapai visi nasional "Low-Carbon, Green Growth", Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan mengumumkan "Undang-Undang untuk Sumber Daya Sampah dan Energi Biomassa"

pada Oktober 2008 dan rencana implementasi untuk UU tersebut adalah pada Juli 2009 sehingga mendorong pelaksanaan langkah-langkah untuk mengubah sampah menjadi energi.

Sejak tahun 2009 saat proyek gas *landfill* menjadi sumber daya ditekankan untuk situs *landfill* berukuran kecil dan sedang, Gupo *Landfill* di Gumi (450kWh), Masan *Residential Wastes Landfill* (900kWh), dan Jinju *Region Metropolitan Landfill* (750kWh) dilengkapi dengan subsidi nasional dan dioperasikan oleh pemerintah, sementara di Gwangju (1000 kWh), Mokpo (2000 kWh) dan Gwanyang (640 kWh) dioperasikan oleh perusahaan swasta.

Kebanyakan dari *landfill* berukuran kecil dan berukuran sedang menyebarkan gas *landfill* ke atmosfer atau membakarnya, tetapi hal tersebut menghasilkan gas rumah kaca. Oleh karena itu, gas *landfill* perlu dimanfaatkan untuk sumber daya energi. Namun demikian, selama itu tidak ada data untuk mengestimasi jumlah yang dihasilkan atau berkurang dari gas *landfill*, pemerintah daerah dan industri dinilai pasif dalam berinvestasi dalam fasilitas. Dengan latar belakang ini, melalui survey *on-spot* dari 23 lokasi *landfill* nasional, Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan memberikan penilaian kelayakan ekonomi dan analisis proyek *Clean Development Mechanism* (CDM) di 10 lokasi (2009) dan melakukan proyek penelitian tentang sebuah metode untuk menciptakan sistem manajemen basis data yang diperlukan untuk memperkirakan jumlah gas *landfill* (Mei 2010 hingga

Desember 2010), sambil mengadakan lokakarya untuk mendorong landfill menjadi proyek sumber daya.

Pemerintah Korea Selatan membangun pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) gas *landfill* (50 MW) di Sudokwon *Landfill* yang mulai beroperasi pada Maret 2007 dan berdasarkan itu, produksi listrik 400 juta kW tahunan sedang direncanakan. Selain itu, setelah dimulainya pengoperasian PLTSa gas *landfill* tersebut, hak emisi karbon telah diberikan dari UNFCCC (*United Nation Framework Convention on Climate Change*) sebagai bagian dari proyek CDM, dan hak emisi untuk total 3.149.000 ton CO² hingga 2010, mewakili negara yang melanjutkan upaya untuk mengurangi pembangkit listrik *landfill* dan proyek CDM sedang diimplementasikan secara aktif tidak hanya di Sudokwon *Landfill* tetapi juga tempat pembuangan sampah rumah tangga yang dikelola oleh pemerintah daerah.

2.5 Jenis-Jenis Pembangkit Listrik

Pembangkit listrik adalah bagian dari alat industri yang dipakai untuk memproduksi dan membangkitkan tenaga listrik dari berbagai sumber tenaga. Bagian utama dari pembangkit listrik adalah generator, yakni mesin yang berputar yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip medan magnet dan penghantar listrik. Mesin generator ini diaktifkan dengan menggunakan berbagai sumber energi yang sangat bermanfaat dalam suatu pembangkit listrik (Bima et al, 2015: 1).

Setiap negara memiliki fasilitas dalam menyiapkan dan mengembangkan kebutuhan pasokan energi listriknya. Demi memenuhi pasokan listrik untuk mendukung aktivitas-aktivitas manusia, saat ini di seluruh dunia sudah dikembangkan berbagai macam pembangkit listrik yang secara umum ada 11 macam, yaitu:

1) Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)

PLTD adalah pembangkit listrik yang menggunakan tenaga mesin diesel sebagai penggerak untuk memutar turbin. Jenis pembangkit listrik ini menggunakan solar sebagai bahan bakarnya. PLTD biasanya hanya digunakan di desa-desa atau daerah-daerah terpencil karena energi listrik yang dikeluarkan kecil. Mesin diesel bertugas sebagai penggerak mula (*prime mover*). Saat bekerja, mesin diesel akan menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk menggerakkan motor generator.

2) Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

PLTA adalah suatu pembangkit energi listrik dengan mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik oleh turbin dan kemudian diubah lagi menjadi energi listrik oleh generator dengan memanfaatkan ketinggian dan kecepatan aliran air. Pola PLTA ini dapat menggunakan sistem bendungan atau aliran sungai (*run of river*).

3) Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Pembangkit Listrik Tenaga Uap merupakan pembangkit listrik yang mengandalkan energi kinetik dari uap untuk menghasilkan energi listrik. Bentuk utama dari pembangkit listrik ini adalah generator yang dihubungkan ke turbin yang digerakan oleh tenaga kinetik dari uap panas/kering. Pembangkit listrik tenaga uap menggunakan berbagai macam bahan bakar seperti:

- Gas (LNG, PLG maupun gas lainnya)
- Minyak (minyak ringan hingga minyak berat)
- Batu bara (berkualitas tinggi hingga rendah)
- MFO (*Marine Fuel Oil*)
- Biomassa lainnya (bahan lain yang bisa dibakar)

4) Pembangkit Listrik Tenaga Angin/Bayu (PLTB)

PLTB merupakan pembangkit listrik yang mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik oleh turbin untuk kemudian diubah lagi menjadi listrik oleh generator dengan memanfaatkan kecepatan dan tekanan angin. Sebagai salah satu energi yang terbarukan, pembangkit listrik tenaga angin tidak menimbulkan emisi sehingga ramah lingkungan. Energi listrik yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga angin biasanya akan disimpan ke dalam baterai sebelum dapat dimanfaatkan.

5) Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG)

PLTG merupakan sebuah pembangkit energi listrik yang menggunakan peralatan/mesin turbin gas sebagai penggerak generatornya. Turbin gas dirancang dan dibuat dengan prinsip kerja yang sederhana dimana energi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar diubah menjadi energi mekanis dan selanjutnya diubah menjadi energi listrik.

6) Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU)

PLTGU merupakan suatu instalasi peralatan yang berfungsi untuk mengubah energi panas (hasil pembakaran bahan bakar dan udara) menjadi energi listrik yang bermanfaat. Pada dasarnya, sistem PLTGU merupakan penggabungan antara PLTG dan PLTU. PLTU memanfaatkan energi panas dan uap dari gas buang hasil pembakaran di PLTG untuk memanaskan air di HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*), sehingga menjadi uap jenuh kering. Uap jenuh kering inilah yang akan digunakan untuk memutar sudu (balong-balong). Gas yang dihasilkan dalam ruang bakar pada PLTG akan menggerakkan turbin dan kemudian generator yang akan mengubahnya menjadi energi listrik.

7) Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB)

PLTPB merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi dari panas bumi untuk memanaskan ketel uap, kemudian uap yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan turbin. Cara kerja pembangkit listrik ini mirip dengan PLTU, namun

uap panas yang dihasilkan murni dari dalam perut bumi. Oleh karena itu PTLPB banyak dibangun di dekat gunung berapi (Bima et.al, 2015:2-5).

8) Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)

PLTN merupakan sebuah pembangkit daya termal yang menggunakan satu atau beberapa reaktor nuklir sebagai sumber panasnya. Prinsip kerja sebuah PLTN hampir sama dengan PLTU yaitu sama-sama menggunakan uap bertekanan tinggi untuk memutar turbin. Putaran turbin inilah yang diubah menjadi energi listrik. Perbedaannya ialah sumber panas yang digunakan untuk menghasilkan panas. Sebuah PLTN menggunakan uranium sebagai sumber panasnya. Reaksi pembelahan (fisi) inti uranium menghasilkan energi panas yang sangat besar (batan.go.id).

9) Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

PLTS merupakan pembangkit listrik yang menggunakan cahaya matahari sebagai energi utama. Energi matahari oleh panel surya dapat langsung diubah menjadi energi listrik oleh konverter generator dan disimpan di dalam baterai.

10) Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL)

Ombak memiliki kepadatan daya yang tinggi, memungkinkannya menjadi sumber energi terbarukan dengan biaya paling murah. Jenis pembangkit listrik ini menghasilkan emisi nol, alias sangat ramah lingkungan. PLTGL bekerja dengan cara aliran gelombang laut yang mempunyai energi kinetik masuk ke mesin konversi

energi gelombang. Kemudian dari mesin konversi aliran gelombang ini dialirkan menuju turbin. Di dalam turbin, energi kinetik yang dihasilkan gelombang digunakan untuk memutar rotor. Kemudian dari perputaran rotor inilah energi mekanik yang kemudian disalurkan menuju generator. Di dalam generator, energi mekanik ini dirubah menjadi energi listrik. Dari generator ini, daya listrik yang dihasilkan, dialirkan menuju sistem tranmisi (beban).

11) Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)

PLTSa sama halnya dengan pembangkit listrik yang lainnya. Namun yang membedakan pembangkit listrik jenis ini adalah dengan menggunakan gas yang berasal dari sampah yang mengalami penguraian secara alami dengan proses anaerobik maupun melalui proses insinerasi sampah yang tidak memenuhi kriteria *reuse, reduce, recycle* setelah sebelumnya dipilah terlebih dahulu melalui proses teknologi termal dan non-termal (Syarifudin,2012:26).

2.6 Pengelola PLTSa Korea Selatan

Korea Selatan merupakan salah satu negara yang memanfaatkan sampah menjadi energi listrik, tidak hanya pemerintah Korea Selatan yang membangun dan mengoperasikan fasilitas PLTSa yang berlokasi di Gumi, Masan dan Jinju. Selain itu, perusahaan swasta pun ikut serta dalam membangun dan mengoperasikan PLTSa, diantaranya:

1) Eco Management Korea (EMK)

EMK merupakan perusahaan investasi yang didirikan oleh manajemen dari perusahaan limbah domestik yang memiliki sumber dana swasta terbesar di Korea Selatan. Diluar dari operasi fasilitas regional yang ada, EMK menjalankan 6 anak perusahaan di Korea Selatan yang mengakuisisi 100% dari saham melalui sistem manajemen struktural dan investasi fasilitas, serta menyediakan layanan total untuk pengolahan limbah. Melalui fasilitas canggih dan teknologi mutakhir, EMK mengumpulkan dan membakar limbah industri dengan cara yang ramah lingkungan. Dengan menggunakan energi panas yang timbul dari proses tersebut, EMK menghasilkan uap, air panas dan juga listrik yang memasok energi listrik yang murah bagi komunitas lokal. EMK berkontribusi menjaga lingkungan dengan mengolah semua jenis limbah secara ramah lingkungan seperti limbah asam, lumpur, alkali, air, dan asbestos.

6 anak perusahaan dari EMK yaitu, Shindaehan Refined Fuel Co, Korea Environmental Development, Vinotec, Dana Energy Solution, EMK Seung Kyung, Green Energy. Diantara anak-anak perusahaan yang dimiliki oleh EMK, yang memiliki fasilitas pembangkit listrik tenaga sampah adalah Vinotec yang berlokasi di Hae-an ro (Wonsi-dong), Ansan-si, Gyeonggi-do. Sedangkan EMK Seung Kyung berlokasi di Gungseong-ro, Chunpo-myeon, Iksan-si, Jeonbuk. Fasilitas – fasilitas tersebut beroperasi sejak tahun 2002 dan 2010 (eco-management.co.kr).

2) Halla Energy & Environment Company Ltd

Halla Energy & Environment Company Ltd merupakan perusahaan di Korea Selatan yang berdiri sejak 40 tahun lalu. Halla Energy & Environment Company Ltd bergerak pada bidang industri lingkungan dan saat ini berkonsentrasi pada industri energi baru dan terbarukan seperti tenaga angin, energi matahari dan industri tenaga air untuk menggantikan bahan bakar fosil untuk mengurangi generasi CO₂ penyebab pemanasan global. Halla Energy & Environment Company Ltd memiliki fasilitas pengolahan sampah dan beberapa di antara fasilitas pengolahan sampah tersebut berkontribusi mengubah sampah menjadi energi listrik melalui proses pembakaran sampah. Fasilitas-fasilitas yang dapat mengubah sampah menjadi listrik tersebut terletak di Ulsan, Mapo, Hwaseong, Yayang dan Masan (hallasanup.com).

3) Posco Energy

Posco Energy merupakan perusahaan yang berdiri sejak tahun 1969 yang menyalurkan energi listrik ke daerah metropolitan selama kurang lebih 50 tahun. Posco Energy berkomitmen penuh kepada rencana aksi pemerintah Korea Selatan yaitu "*Renewable Energy 3020*". Posco Energy mengoperasikan fasilitas produksi listrik di Busan dengan berbahan bakar sampah rumah tangga sejak tahun 2013.

Berlokasi di Seonggok-dong, Gangseo-gu, Busan, pembangkit listrik tenaga sampah ini mengumpulkan 900 ton dari 4.000 ton sampah rumah tangga yang terkumpul setiap hari di Busan dan daerah sekitarnya, dan memproduksi listrik sebesar 190.000 MW setiap tahunnya untuk 57.000 rumah tangga untuk digunakan

setiap tahunnya dengan mengisi bahan bakar 500 ton sampah yang mudah terbakar (poscoenergy.com).

4) Hansol EME

Hansol EME berdiri sejak tahun 1965 merupakan salah satu perusahaan terkemuka yang memiliki spesialisasi dalam sektor lingkungan, energi dan mengembangkan pabrik - pabrik di Korea Selatan dan luar negeri. Hansol EME menyediakan solusi lingkungan dan pabrik secara keseluruhan yang berfokus pada WTE (*waste-to-energy*), limbah-ke-sumber daya (*waste-to-resource*), pengolahan limbah dan bisnis layanan lingkungan, dan bekerja untuk memaksimalkan sinergi masing-masing bisnis (hansoleme.com).

5) Sudokwon Landfill Site Management Corporation (SLC)

Sudokwon Landfill Site Management Corporation (SLC) didirikan pada Juli 2000 sebagai perusahaan yang berafiliasi dengan Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan dan telah bekerja bukan hanya untuk mengolah limbah dari wilayah metropolitan dengan cara yang ramah lingkungan dan mengubahnya menjadi sumber daya yang bermanfaat, tetapi juga menciptakan taman lingkungan yang menyenangkan bagi daerah sekitarnya yaitu “*Dreampark*” yang menjadi objek wisata lingkungan terbaik di Sudokwon *Landfill*. SLC memiliki pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSA) gas *landfill* berkapasitas 50MW yang terletak di dalam Sudokwon *Landfill*.

Pada tahun 2006, SLC mendirikan departemen proyek luar negeri untuk memenuhi kebutuhan dukungan teknis dari negara-negara berkembang di Asia, Afrika dan Amerika Latin. Proyek-proyek luar negeri dimulai dengan berpartisipasi dalam studi kelayakan untuk pembangunan fasilitas pengolahan limbah padat di Punjab, Pakistan sebagai kerja sama dengan KOICA (*Korea International Cooperation Agency*) dan Bank Dunia. Kegiatan dan upaya SLC mengenai pengelolaan limbah ramah lingkungan dan *energy town* sudah dikenal luas, tidak hanya di pasar domestik tetapi juga di luar negeri (slc.or.kr).

2.7 Sudokwon *Landfill*

Sudokwon *Landfill* adalah salah satu *sanitary landfill* terbesar di dunia dan tergolong *world-class sanitary landfill*. *Landfill* ini menggunakan lahan hasil reklamasi seluas 2000 hektar dan mulai beroperasi sejak tahun 1992. Pada tahap awal, Sudokwon *Landfill* banyak mendapatkan penolakan dari warga sekitar, namun pada akhirnya berkembang dan mendapatkan pengakuan dari dunia. Bahkan *landfill* ini menjadi percontohan *ecofriendly sanitary landfill* dan telah dikunjungi oleh ratusan ribu warga, termasuk warga asing (Hendra, 2016:7).

2.7.1 Sejarah Sudokwon *Landfill*

Sebelum Proyek Sudokwon *Landfill*, pemerintah kota Seoul menetapkan sebuah pulau kecil bernama Nanjido sebagai situs *landfill* pada tahun 1978. Para ahli

awalnya memperkirakan bahwa situs Nanjido *Landfill* mencapai kapasitas maksimum pada tahun 1984, namun pada kenyataannya situs *landfill* tersebut tetap beroperasi hingga tahun 1993 dan telah melebihi kapasitas karena pemerintah kota Seoul ini tidak dapat menemukan situs *landfill* alternatif. Nanjido *Landfill* adalah situs pembuangan sampah *open-dumping*, yang akhirnya menciptakan gunung sampah besar. Sejak 1978, sampah telah berserakan keluar, dan pada tahun 1988, *landfill* itu menerima 28.877 ton sampah perharinya. Terlebih lagi, Nanjido berada di dekat Sungai Han, yaitu sungai yang melintasi tengah kota Seoul. Timbunan sampah itu menyebabkan kontaminasi air, bau tak sedap, polusi udara dari pembakaran sampah, dan masalah lainnya. Seoul bukan satu-satunya pemerintah yang menghadapi masalah ini, Incheon dan provinsi Gyeonggi juga harus menemukan lokasi *landfill* baru, sehingga ketiga wilayah tersebut berkolaborasi dalam Proyek Sudokwon *Landfill*.

Pada Juni 1980, pengembang swasta mulai mereklamasi wilayah pesisir barat dekat Incheon untuk keperluan pertanian. Tanah reklamasi tersebut kemudian dibeli oleh pemerintah Korea Selatan pada Januari 1988 dan diubah menjadi *landfill* alternatif pengganti untuk Nanjido. Pekerjaan konstruksi *landfill* dimulai pada Februari 1989 dan selesai pada November 1991.

Lokasi Proyek Sudokwon *Landfill* terletak 30 kilometer di sebelah barat Seoul. Lokasi ini melayani tiga pemerintah daerah yang menghadapi kesulitan menemukan lokasi pembuangan sampah baru. Alasan utama dipilihnya lokasi tersebut karena

alasan berikut: situs harus cukup besar untuk memproses volume sampah yang meningkat, situs tersebut harus memiliki populasi minimum di sekitarnya untuk menghindari penolakan dari warga lokal, situs itu harus murah untuk dibeli. Karena ini merupakan upaya regional, Pemerintah Metropolitan Seoul, dalam konsultasi dengan dua pemerintah daerah lainnya, meminta Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan untuk memimpin dalam rencana fasilitas jangka panjang. Tanah reklamasi di sepanjang pantai barat Incheon pun dipilih. Meskipun kesulitan dalam pengelolaan air lindi dan jarak transfer yang panjang, tanah reklamasi ini memiliki keuntungan karena tidak mahal dan hanya sedikit penolakan publik terhadap pembangunan fasilitas pengelolaan limbah di sana. (Hendra. 2016: 82-84)

2.7.2 Definisi *Sanitary Landfill*

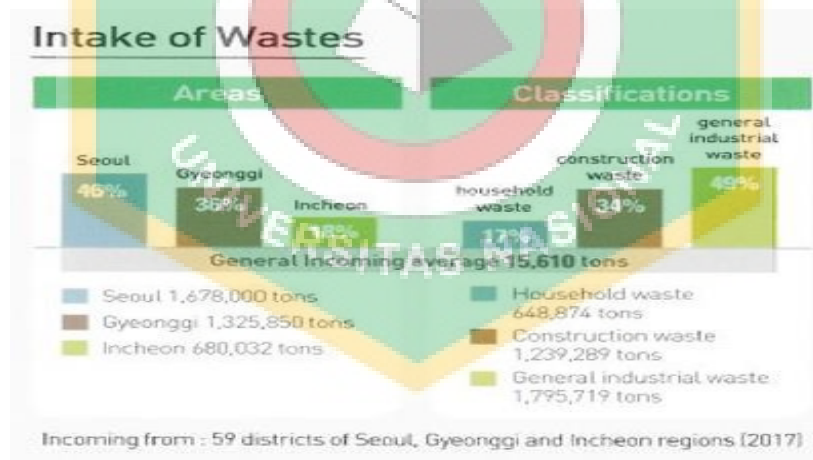
Sudokwon *Landfill* merupakan salah satu *landfill* yang memakai sistem *sanitary landfill*, makna dari *landfill* itu sendiri adalah penimbunan sampah pada suatu lubang tanah sementara *sanitary landfill* yaitu sistem pengolahan sampah terpadu yang didesain untuk mencegah perembesan air lindi ke dalam tanah. Di dasar *landfill* dipasang *clay liner* dan *geomembrane* yang berfungsi untuk mencegah merembesnya air lindi ke dalam tanah (Bagchi, 1994).

Di *landfill* sampah akan mengalami proses dekomposisi oleh mikroba yang mengakibatkan terjadinya perubahan fisik-kimia-biologis secara simultan dengan menghasilkan air lindi. Menurut Bagchi (1994), faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air lindi adalah komposisi sampah, umur *landfill*, kadar air limbah dan

ketersediaan oksigen. Secara umum, konsentrasi polutan yang terkandung pada tahun pertama lebih rendah dibandingkan dengan tahun-tahun berikutnya, dan mencapai puncaknya setelah beberapa tahun pengoperasian. Selain itu, kualitas air lindi juga dipengaruhi temperatur karena berpengaruh pada pertumbuhan bakteri dan reaksi-reaksi kimia yang berlangsung. Tujuan paling mendasar dari konstruksi *sanitary landfill* adalah untuk melindungi air tanah supaya tidak terkontaminasi oleh air lindi.

Di antara sistem pengolahan sampah di landfill, yang paling penting adalah teknik *capping* (menutup) lahan untuk mencegah lepasnya gas *landfill* (LFG) ke udara (Syarifudin, 2012: 20-21).

2.7.3 Sampah di Sudokwon *Landfill*



Gambar 2.4 Jumlah sampah di Sudokwon *Landfill* tahun 2017
 Sumber: HKWMA Hongkong Institute of Engineering Korea Study Trip June, 2018:5

Sampah yang dibawa masuk ke Sudokwon *Landfill* mencapai 200 ton perhari, dari sampah-sampah tersebut 94% merupakan jenis sampah yang dapat dibakar dan 6%

merupakan jenis sampah yang tidak dapat dibakar. Sampah itu berasal dari sampah rumah tangga (17%), industri (49%), dan konstruksi (34%) dari tiga daerah yang mempunyai total penduduk sebanyak 24 juta orang, yakni kota metropolitan Seoul, Incheon, dan Gyeonggi.

Sistem penerimaan sampah di Sudokwon *Landfill* menggunakan sistem penerimaan sampah terpadu, dimana tersedia status *real-time* dari jenis sampah, area dimana sampah tersebut diambil, jumlah sampah, lokasi transportasi pengangkut sampah, dll. Sampah-sampah yang masuk ke Sudokwon *Landfill* akan ditimbang terlebih dahulu di *integrated weighbridge* sebelum masuk ke situs *landfill* untuk proses *unloading*, kemudian setelah proses *unloading*, sampah-sampah tersebut akan disebar, dipadatkan dan ditutup oleh *cover* di atas situs *landfill* dengan menggunakan sistem *sanitary landfill*. Setelah seluruh proses itu selesai kendaraan pengangkut sampah akan dicuci sebelum keluar dari Sudokwon *Landfill* (HKWMA Hongkong Institute of Engineering Korea Study Trip June, 2018:5).

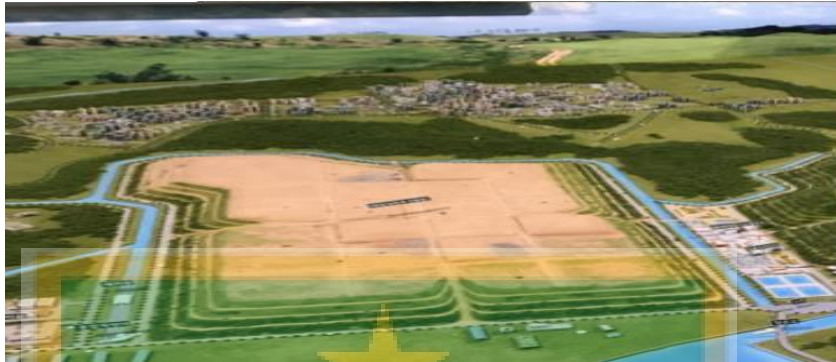
2.7.4 Fasilitas di Sudokwon *Landfill*

Sudokwon *Landfill* yang memiliki luas 2000 hektar memiliki bermacam-macam fasilitas utama yang terdiri dari:

- 1) *Sanitary Landfill*/Sistem Pengolahan Sampah (operasi *sanitary landfill* yang ramah lingkungan)
 - Sistem operasi *landfill* yang cepat, aman dan saniter.

- Teknologi pengolahan sampah yang ramah lingkungan.
- 2) Sistem Pengolahan Lindi (Teknologi Pengolahan Lindi)
- Kapasitas: 6.700 ton/d (jumlah pemrosesan harian:4300 ton/hari).
 - Bertujuan untuk sistem '*Zero discharge Leachate Treatment System*'.
- 3) Instalasi Pemanfaatan Bahan Bakar Padat
- Kapasitas: 200 ton/hari.
 - Menkonversi limbah menjadi bahan bakar dan juga energi listrik.
- 4) Proyek CDM untuk Daur Ulang Gas *Landfill*
- UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) mengeluarkan lebih dari 900.000 ton CO₂ CER(*Certified Emission Reduction*) setiap tahun kepada SLC.
- 5) Pabrik Pemanfaatan Lumpur Limbah
- Kapasitas: 200 ton/hari.
 - Berfungsi mengubah lumpur limbah menjadi energi.
- 6) Pabrik Biogas dari Limbah Makanan
- Kapasitas: 500 ton/hari.
 - Produksi biogas berbasis pencernaan anaerob (25.000 m³ / hari).





Gambar 2.5 *Landfill 2*

Sumber: HKWMA Hongkong Institute of Engineering Korea Study Trip
2018:8

Landfill yang ada di Sudokwon terdiri dari 2 situs, yaitu *landfill 1* yang sudah berhenti beroperasi sejak tahun 2000 memiliki luas sekitar 570 hektar dan tingginya sekitar 40m (130 kaki) dan memiliki 65 juta ton sampah. *Landfill 2* yang masih digunakan memiliki luas yang 15% lebih besar dari *landfill 1*, selain itu SLC sedang dalam tahap perencanaan proyek *landfill 3* dan 4 (Pierce, 2015:2).

Landfill 2 saat ini masih beroperasi dan mempunyai luas area sebesar 250 hektar, yang merupakan *landfill* tipe sandwich dengan total kapasitas *landfill* $86,7 \times 106 \text{ m}^3$. Dirancang dengan 8 lapisan (setiap lapisan: sampah 4,5 m dan penutup mengengah 0,5m), masing-masing dengan 25 blok (300 x 300m) perblok). Selain itu, *landfill 2* juga mengandung 669 sumur-sumur vertikal untuk mengumpulkan gas *landfill*, saluran pipa pengumpul horizontal 36km, 44 stasiun manifold untuk mengontrol pengumpulan tekanan, pembangkit listrik 50 MW LFG (turbin uap) dan fasilitas pengolahan air lindi (6.700 m³/hari) yang dibangun dengan mengaplikasikan metode nitrifikasi dan denitrifikasi.

Perencanaan *landfill* 3 difokuskan pada perampingan operasi dengan menerapkan proses pemisahan dan pemilahan untuk sampah sebelum dibuang ke *landfill*, dan membuang sampah hanya setelah menjalani sistem pemanfaatan energi sesuai dengan kerangka kerja sirkulasi sumber daya yang mulai berlaku di Korea Selatan sejak 1 Januari 2018 (Kim, D. et al, 2018:2).

Selain fasilitas-fasilitas tersebut, di bekas lahan *landfill* 1 sudah menjadi sebuah taman impian yang dikenal sebagai "*Dreampark*". Taman ini juga telah dimanfaatkan untuk tempat bermain golf, pacuan kuda, dan lomba renang pada Asian Games 2014 (Hendra, 2016:8). Di taman ini juga diadakan festival Crysanthemum dan *Flower Festival* setiap tahunnya (slc.or.kr).

2.7.5 Sudokwon *Landfill Energy Town*



Gambar 2.6 Skema Sudokwon *Landfill Energy Town*
Sumber: Youjung, Kim & Oh Hwasoo.2010:2

SLC sedang merencanakan pembangunan "*Sudokwon Environmental Energy Town*" seluas 4,6 juta m² sebagai bagian dari program untuk memenuhi rencana nasional untuk proyek energi baru dan terbarukan yang diprakarsai oleh pemerintah Korea Selatan. Kota ini memiliki situs *landfill* siaga yang bertujuan untuk mengembangkan dan memasok energi baru dan terbarukan seperti tenaga surya dan angin, *recovered heat*, RDF (*Refuse-Derived Fuel*) dan biofuel (termasuk biogas dari limbah) dan dengan demikian mengembangkan situs *landfill* yang berkelanjutan. *Energy town* terdiri dari 4 tema, yaitu:

1) Kota Energi Sumber Daya Sampah

Kota Energi Sumber Daya Sampah akan mengakomodasi bermacam-macam fasilitas *waste-to-energy* termasuk fasilitas manufaktur RDF dan *boiler* khusus, air lindi sampah makanan ke fasilitas biogas, fasilitas lumpur limbah ke energi dan pembangkit listrik tenaga sampah gas *landfill* akan menghasilkan energi dengan sampah yang sebelumnya dibuang ke laut. Saat ini, pembangkit listrik tenaga sampah gas *landfill* 50 MW, fasilitas pembuatan eksperimental RDF (200 ton sehari), fasilitas bahan bakar biogas ke kendaraan (10 m³ / mnt), fasilitas air lindi-ke-biogas (500 ton sehari), dan proyek RDF (1.000 ton per hari) sedang didorong.

2) Kota Energi Alam (Surya & Angin)

Kota Energi Alam (Surya & Angin) akan menggunakan sinar matahari dan angin untuk menghasilkan energi baru dan terbarukan.

3) Kota Bio Energi

Kota Bio Energi akan menghasilkan energi biomassa seperti hutan bio-sirkulasi dan rumput energi.

4) Kompleks Lingkungan & Budaya.

SLC akan memberikan pameran, publisitas dan konsultasi bagi pengunjung yang datang ke *Energy Town*.

Diharapkan bahwa rasio *waste-to-energy* nasional yang ditargetkan sebesar 43% akan tercapai dengan mengubah 1,44 juta ton sampah menjadi energi pada akhir tahun 2013 di Kota Sumber Daya Limbah yang akan dibuat di lokasi *landfill*. Selain itu, Sudokwon *Landfill* akan memperoleh hak emisi karbon sekitar 7 juta ton CO₂ selama satu dekade (April 2007 hingga April 2017) dengan menerapkan proyek CDM pada pembangkit listrik gas *landfill* 50 MW yang saat ini sedang beroperasi. Dikombinasikan dengan pengembangan teknologi untuk memperbaiki CO₂, proyek ini akan ditetapkan sebagai model terkemuka untuk respons terhadap perubahan iklim.

Jika selesai dibangun pada 2020, diperkirakan kota energi ini akan menghasilkan energi sebesar 2,8 juta Gcal. Jumlah itu akan menjadi substitusi 1,92 juta barrel minyak mentah dan mengurangi 1,17 juta ton karbon setiap tahun. (Kim&Oh,2010:3-5)

2.8 PLTSa Gas *Landfill* Sudokwon

PLTSa gas *landfill* di Sudokwon *Landfill* beroperasi sejak 15 Maret 2007. PLTSa gas *landfill* menggunakan gas dari *landfill* hasil dekomposisi sampah, yang kemudian akan dimanfaatkan gas metana yang terkandung di dalamnya sebagai bahan bakar generator (*gas engine*), yang kemudian akan menghasilkan energi listrik. Sebelum digunakan sebagai bahan baku pembangkit listrik, LFG akan menerima beberapa proses terlebih dahulu. LFG melalui beberapa proses anaerobik, kemudian gas ditangkap oleh sumur gas dan dibantu untuk dinaikkan ke permukaan dengan menggunakan *blower*.

Selain gas, output yang dihasilkan dalam proses tersebut adalah air lindi. Dengan adanya lapisan geomembran di dalam *landfill*, maka air lindi tidak akan mencemari tanah maupun air tanah yang kemudian air lindi akan dialirkan menuju *evaporator* air lindi melalui pipa-pipa yang telah di sediakan. (Syarifudin. 2012: 27)

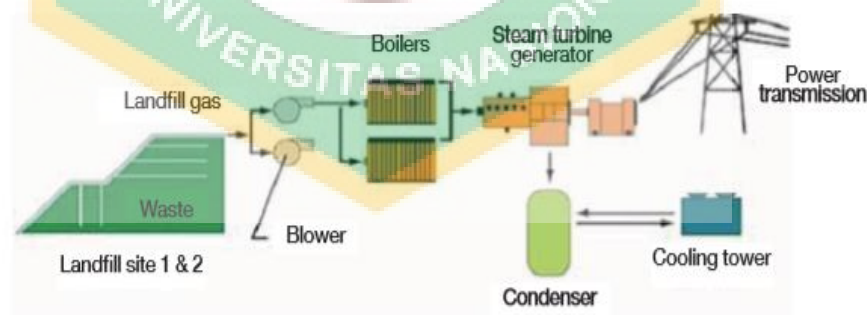
2.8.1 Gas *Landfill* (LFG)

Dalam PLTSa gas *landfill*, gas merupakan bahan bakar utama untuk menghasilkan energi listrik. Gas *landfill* merupakan gas yang dihasilkan oleh limbah padat yang dibuang ke *landfill*. Sampah ditimbun dan ditekan secara mekanik. Karena kondisinya menjadi anaerobik, bahan organik tersebut terurai dan menghasilkan LFG. Gas ini semakin terkumpul untuk kemudian perlahan-lahan terlepas ke atmosfer. (Syarifudin, 2012:21).

Kemudian menurut Klimek (2010), LFG terdiri dari campuran gas metana, karbondioksida dan nitrogen yang tercipta dalam proses biokimia dari dekomposisi zat organik di *landfill*. Komposisi dari LFG dihasilkan oleh beragam endapan zat organik, baik selama fase operasi (penerimaan sampah oleh *landfill*) dan setelah penutupan *landfill*. Intensitas dari produksi gas juga beragam, tergantung dari lama waktu berlalu sejak pengendapan sampah di *landfill*. Komposisi LFG dan alirannya adalah faktor kunci yang menentukan penggunaan potensi energi dari *landfill* yang benar dan menguntungkan.

Tujuan utama dari dibangunnya PLTSa gas *landfill* adalah untuk menghancurkan metana secara lebih efisien, mengurangi gas rumah kaca, untuk membangun sistem pembangkit bersih dengan energi terbarukan (Klimek, 2010: 6-7).

2.8.2 Alur Proses Pengolahan Sampah Menjadi Energi Listrik



Gambar 2.7 Alur Pembangkit Listrik Gas *Landfill* di Sudokwon *Landfill*
Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan, 2013:159

Berdasarkan gambar 2.5, LFG dikoleksi dari *landfill* 1 yang sudah tak beroperasi, dan *landfill* 2 yang masih beroperasi. LFG yang timbul dari dekomposisi sampah padat, sampah mudah terbakar dan sampah organik di *landfill* 1 dan 2 jumlahnya mencapai 790.000 m³ per hari. LFG dikumpulkan lewat cara penghisapan oleh sumur gas vertikal dan horizontal yang ditanam di dalam *landfill* 1 dan 2, kemudian sumur gas vertikal dan horizontal akan menyalurkan LFG menuju ke *blower* untuk diberikan tekanan yang berfungsi menyedot atau menarik gas-gas lainnya yang masuk ke sistem pemipaan.

Setelah itu LFG disalurkan ke *boiler* sebelum masuk ke generator untuk diubah menjadi energi listrik, dan pada akhirnya energi listrik tersebut dialirkan ke rumah-rumah penduduk lewat tower transmisi listrik. Sisa-sisa dari gas yang tidak bisa dijadikan energi listrik akan disalurkan ke *condenser* untuk dipisahkan dari air atau uap air, lalu kemudian disalurkan ke *cooler/chiller* untuk mendinginkan suhu LFG, hal ini dilakukan agar gas tersebut menjadi stabil dan tidak berbahaya akibat gas metan yang terkandung dalam LFG. Gas metan dapat meledak apabila memiliki suhu dan tekanan yang tinggi.

2.8.3 Hasil Pengolahan Sampah Menjadi Energi Listrik

PLTSA gas *landfill* yang beroperasi di Sudokwon memiliki kapasitas 50 MW dan menghasilkan energi listrik sebesar kurang lebih 340.000 juta kWh setiap tahunnya untuk disalurkan ke kurang lebih 100.000 rumah tangga di wilayah tersebut.

SLC memperoleh keuntungan senilai \$ 33 juta pertahun dengan menjual energi yang dihasilkan dari PLTSa gas *landfill* ini. Sebagai proyek *Clean Development Mechanism* (CDM), UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) mengeluarkan lebih dari 900.000 ton CO2 CER(*Certified Emission Reduction*) setiap tahun kepada SLC (slc.or.kr).



BAB III

KESIMPULAN

3.1 Kesimpulan dalam Bahasa Indonesia

Sudokwon *Landfill* di Korea Selatan beroperasi mulai tahun 1992 dan terletak di kota Incheon merupakan salah satu *landfill* terbesar di dunia dengan lahan seluas 2000 hektar yang menerima dan mengolah 200 ton sampah perharinya yang berasal dari kota metropolitan Seoul, Incheon dan Gyeonggi. Sampah-sampah yang diterima dan diolah di Sudokwon *Landfill* dikelola dengan sistem *sanitary landfill* untuk mencegah merembesnya air lindi sehingga tidak mencemari lingkungan. Saat ini Sudokwon *Landfill* memiliki 2 situs *landfill* yaitu *landfill* 1 yang sudah tidak beroperasi dan *landfill* 2 yang saat ini masih beroperasi. Selain itu pihak pengelola Sudokwon *Landfill* yaitu Sudokwon Landfill Management Corporation (SLC) juga merencanakan *landfill* 3 dan 4 yang akan digunakan masing-masing akan digunakan setelah *landfill* 2 berhenti beroperasi .

Gas *landfill* yang ada di *landfill* mengandung metana, karbondioksida dan nitrogen yang tercipta dalam proses biokimia dari dekomposisi zat organik di *landfill*. Metana merupakan gas pembentuk rumah kaca yang lebih besar 21 kali daripada karbondioksida. Jika terlepas ke atmosfer tentunya amat berbahaya karena merusak lapisan ozon. Hal ini menjadi salah satu perhatian dari pemerintah Korea Selatan. Lewat gerakan “*Low Carbon, Green Growth*” dan “*waste-to energy*”, pemerintah

Korea Selatan bersama SLC membangun sebuah PLTSa gas *landfill* yang memanfaatkan gas *landfill* dari *landfill* 1 dan 2 untuk diproses menjadi energi listrik guna menghancurkan metana secara lebih efisien, untuk mengurangi gas rumah kaca dan untuk membangun sistem pembangkit listrik yang bersih dengan energi terbarukan sebagai persiapan untuk menangani peningkatan dalam permintaan pasokan energi listrik akibat aktivitas penduduk dan meningkatnya industrialisasi di Korea Selatan.

Saat ini PLTSa gas *landfill* Sudokwon dapat menghasilkan sekitar 340.000 juta kWh dan dapat memasok listrik ke kurang lebih 100.000 rumah di area sekitarnya. Dari segi lingkungan, UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) mengeluarkan lebih dari 900.000 ton CO₂ CER (*Certified Emission Reduction*) setiap tahun kepada SLC sebagai bagian dari proyek CDM (*Clean Development Mechanism*). Di samping berdampak positif untuk lingkungan, proyek PLTSa gas *landfill* ini memberi untung bagi SLC sebesar US \$ 33 juta pertahun.

3.2 Kesimpulan dalam Bahasa Korea

대한민국의 수도권 매립장은 천구백구십이년에 가동을 시작하였고, 인천에 위치해있다. 수도권 매립장은 세계에서 가장 큰 쓰레기 매립지 중 하나이다. 서울, 인천 그리고 경기도의 대도시들에서 나오는 하루 이백톤의 쓰레기를 받아 처리하는 넓은땅이다. 수도권 매립장에서 접수, 처리된 폐기물은 위생처리와 침출수가 스며들지 않도록 하는 매립 시스템이다 현재 수도권 매립장에는 두개의 매립지가 있다. 첫번째는 더 이상 작동하지 않는 매립장과 현재 운영 중인 두번째 매립지가 있다. 수도권 매립장의 관리는 수도권매립지관리공사(수도권매립지공사)도 매립지 후보지를 세번째.네번째 후보지를 계획하고 있다. 두번째 매립지가 작동을 멈춘 후에 각각 사용되어야 한다.

매립지의 매립 가스는 메탄, 이산화탄소, 질소를 함유하고 있다. 유기물질의 분해의 생화학적 과정에서 생성되는 메탄가스는 온실가스를 발생시키는 가스의 하나로 이산화탄소에 비해 스물한배이다. 이산화탄소보다 큰 메탄이 대기 중으로 방출되면, 오존층을 손상시키기 때문에 확실히 매우 위험하다. 이것은 오존층을 파괴하는 가스중 하나이다. 이와 같은 고민을 해결하기위해 저탄소,녹색성장,그리고 에너지 낭비를 줄이기위해 한국 정부는 수도권 매립지공사와 함께 다음과 같은 쓰레기 매립 가스 발전소를 설립했다.

첫번째 매립지 두번째 매립지에서 나오는 매립 가스를 전기 에너지로 활용한다. 메탄을 더 효율적으로 파괴하고, 온실가스를 줄이고, 한국의 산업화의 증가와 인구 활동에 의한 에너지(전기) 수요의 증가에 대비하여 재생 가능한 에너지로 청정한 전기 발전 시스템으로 대처한다.

현재 수도권 가스 매립장 발전소는 주변에 생산할 수 있다. 연간 약 이천구백만 톤에 해당하는 삼천사백만 킬로와트시 및 주변의 약 십만 가구에 전기를 공급할 수 있다. 환경적 관점에서, 유엔기후변화협약(United Nations) 기후변화에 관한 기본협약) 구십만톤 이상 발행 이산화탄소 배출량(인증된 배출량 감소)은 매년 수도권매립지공사의 일부로서 클린 개발 메커니즘(청정개발체계) 프로젝트 뿐만 아니라 이 쓰레기 매립 가스 발전소 프로젝트는 환경에 긍정적인 영향을 준다. 연간 삼천삼백만 달러의 수도권매립지공사의 혜택이 있을것이다.



DAFTAR PUSTAKA

Sumber dari buku:

Bagchi, Amalendu. 1994. *Design, Construction, and Monitoring of Landfills*. New Jersey: Wiley Interscience.

Cheremisinoff, Nicholas P. 2003. *Handbook of Solid Waste Management and Waste Minimization Technologies*. Netherlands: Elsevier.

Hadiwiyoto, Soewedo. 1983. *Penanganan dan Pemanfaatan Sampah*. Jakarta: Yayasan Idayu.

Kementerian Lingkungan Hidup Korea Selatan. 2013. *ECOREA Environmental Review 2013*. Korea Selatan: Kementerian Lingkungan Hidup.

Klimek, Piotr. 2010. *Landfill Gas Technology*. Polandia: Krakow.

M, Nazir. 1988. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Munawar, Ali. 2011. *Rembesan Air Lindi (Leachate) Dampak pada Pangan dan Kesehatan*. Surabaya: UPN Press.

Nawawi, Hadari. 1993. *Metode Penelitian Bidang Sosial*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Sejati, Kuncoro. 2009. *Pengolahan Sampah Terpadu*. Yogyakarta: Kanisius.

Soenarno, S. M. 2011. *Pengelolaan Limbah*. Banyuwangi: Yayasan Pelestarian Alam dan Kehidupan Manusia.

Sugiyono. 2005. *Memahami Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Balai Pustaka.

Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.

Sumber dari skripsi, report, makalah dan jurnal:

Bima et al. 2015. *Pembangkitan Energi Listrik [Makalah]*. Surakarta (ID): Universitas Sebelas Maret.

Hardiatmi, Sri. 2011. *Pendukung Keberhasilan Pengelolaan Sampah Kota*. Jurnal. *Inovasi Pertanian*. 2011;10(1): 50-66.

Hendra, Yulia. 2016. *Perbandingan Sistem Pengelolaan Sampah di Indonesia dan Korea Selatan: Kajian Aspek Pengelolaan Sampah*. *Aspirasi*.7(1): 77-91.

HKWMA Hongkong Institute of Engineering Korea Study Trip June [Report]. 2018 .

Kim, Daeun et al. 2018. *The Influence of Energy Recovery from Waste on Landfill Gas: A Case Study from Korea*. *Pol. J. Environ. Stud*. 27(6): 2613-2622.

- Kim, Yoojung dan Oh Hwasoo. 2010 . A Study on the Construction of Environmental Energy Town in SUDOKWON Landfill Site for “Low Carbon, Green Growth” [Report]. Seoul (KR): SLC.
- Mulasari, Surahma A. 2012. Hubungan Tingkat Pengetahuan dan Sikap Terhadap Perilaku Masyarakat dalam Mengolah Sampah di Dusun Padukuhan Desa Sidokarto Kecamatan Godean Kabupaten Sleman Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*: 144-211.
- Pierce, Jeffrey. 2015. Development of a 50 MW Landfill Gas Fired Power Plant at South Korea’s Largest Landfill[Jurnal]. California (AS): SCS Energy.
- Rizal M. 2011. Analisis Pengelolaan Persampahan Perkotaan (Studi kasus pada kelurahan Boya Kecamatan Banawa Kabupaten Donggala). *Jurnal Sipil Mesin Arsitektur Elektro (SMARTek)* volume 9 nomor 2: 155-172
- Seo, Yoonjung. 2013. Current MSW Management and Waste-to-Energy Status in the Republic of Korea [Tesis]. New York (AS): Columbia University.
- Syarifudin. 2012. Analisis Manfaat dan Biaya Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Untuk Desa Terpencil di Indragiri Hilir (Studi Kasus: TPA SEI Beringin) [Skripsi]. Depok (ID): Universitas Indonesia.

Sumber online:

batan.go.id. (Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (diakses pada 4 Januari 2020)) .

Bppt.go.id. (BAB 3(diakses pada 19 Januari 2019)) .

eco-management.co.kr. (Company Introduction and Business (diakses pada 24 Desember 2019)).

hallasanup.com. (Company About (diakses pada 24 Desember 2019)).

hansoleme.com. (Company and Business (diakses pada 24 Desember 2019)).

kbbi.web.id. (Arti Kata Sampah dan Limbah (diakses pada 13 Januari 2020)).

kostat.go.kr. (Population and Housing Census (diakses pada 15 Januari 2020)).

poscoenergy.com. (Company Overview (diakses pada 24 Desember 2019)).

slc.or.kr. (Ecolandfill (diakses pada 5 Desember 2019)).

waterjournal.co.kr. (국민 1 인당 하루 생활폐기물 배출량 929.9g (diakses 11 Januari 2020)).

world.kbs.co.kr. (Jumlah Penduduk Korea Selatan Capai 51,2 Juta, Peringkat Ke-27 Dunia (diakses tanggal 8 Januari 2020)).

RIWAYAT HIDUP

Nama : Ariani Widianingtyas

Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 9 Januari 1997

Jenis Kelamin : Perempuan

Alamat : Jl. Persatuan Gg. H.Naidih No.132 Rt.01 Rw. 04
Cinere, Cinere, Depok

No. Telepon : 085779877019

E-mail : arianiwidianingtyas@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

- 2002-2008 : SD Negeri 02 Cinere
- 2008-2011 : SMP Negeri 37 Jakarta Selatan
- 2011-2014 : SMA Bakti Idhata Jakarta Selatan
- 2016-2020 : Universitas Nasional – Program Studi Bahasa Korea