

BAB IV

STRATEGI PEMERINTAH SWEDIA MENERAPKAN *WASTE to ENERGY*

Pada bab ini terdapat kebijakan yang menjadi strategi pemerintah Swedia menerapkan *Waste to Energy* sebagai upaya Swedia dalam mewujudkan *Fossil Fuel Free* pada tahun 2030 yaitu kebijakan luar negeri dan kebijakan dalam negeri Swedia.

4.1 Kebijakan Luar Negeri Pemerintah Swedia

4.1.1 Impor Sampah Swedia

Swedia telah menunjukkan pengelolaan sampah yang baik adalah bagian dari kesejahteraan masyarakat Swedia dan menjadikannya penting kontribusi kepada negara lain. Secara historis, Swedia telah menunjukkan komitmen yang kuat untuk prakarsa dan kebijakan perlindungan lingkungan, khususnya di bidang pengelolaan sampah. Undang-Undang Perlindungan Lingkungan memberlakukan kewajiban lingkungan yang luas pada pengolahan limbah baru. Beberapa peraturan baru mulai berlaku selama tahun 1990-an memberikan peningkatan pentingnya tanggung jawab produsen dan upaya terkonsentrasi pada langkah-langkah untuk mengurangi penimbunan limbah.

Swedia mendaur ulang 99 persen sampah, berkat kepekaan warganya terhadap lingkungan dan teknik pengumpulan yang canggih. Artinya, negara ini sejauh ini adalah yang terbaik di dunia dalam hal mendaur ulang dan menggunakan kembali limbah, setelah membuat kemajuan besar dalam revolusi

daur ulang. Berkat inovasi program limbah ke energi di negara Swedia tersebut, pembakaran limbah di pabrik insinerasi di Swedia memasok panas ke lebih dari satu juta rumah di negara tersebut (trtworld.com, 2018). Adanya program *Waste to Energy* (WTE) yang inovatif, Swedia berada di posisi yang sebenarnya terpaksa mengimpor sampah dari negara lain. Pada tahun-tahun sejak revolusi energi Swedia telah membantu secara virtual menghilangkan limbahnya sambil membantu produsen sampah lainnya membuang sampah (Zellers, 2021). Swedia memiliki salah satu tingkat daur ulang tertinggi di dunia. Pada tahun 2017, 99,5% limbah rumah tangga dialihkan dari tempat pembuangan akhir dan didaur ulang dengan satu atau lain cara.

Swedia tidak hanya menghemat uang dengan mengganti bahan bakar fosil dengan limbah untuk menghasilkan energi hal tersebut dapat menghasilkan 100 juta USD setiap tahun dengan mengimpor sampah dan mendaur ulang limbah yang dihasilkan oleh negara lain. Negara Swedia mengimpor hampir 800.000 ton sampah dari Kerajaan Inggris, Norwegia, Irlandia, dan Italia bersedia membayar 43 USD untuk setiap ton limbah yang diimpor Swedia hingga saat ini. Sampah yang diimpor biasanya berupa sampah plastik, kertas, kain, dan limbah lainnya (Bergman, 2019). Berkat inovasi program sampah menjadi energi, Swedia memiliki 34 pabrik yang menghasilkan energi dengan membakar sampah. Empat ton sampah mengandung energi setara dengan satu ton minyak, 1,6 ton batu bara atau lima ton limbah kayu. Proses ini menghasilkan panas

selama bulan-bulan dingin bagi hampir 10 juta penduduk di negara Swedia. Energi dari sampah sama dengan kebutuhan pemanas 1,25 juta apartemen dan listrik untuk 680.000 rumah lainnya.

Menurut pemerintah Swedia, 4.600.000 ton sampah rumah tangga dikelola pada tahun 2020, yang setara dengan 449 kilogram per orang per tahun. 54% limbah rumah tangga dan sejenisnya diubah menjadi energi pada tahun 2020. 86% botol PET dan 87% kaleng aluminium dalam sistem deposit telah didaur ulang pada tahun 2020. Ini sedikit di bawah target nasional sebesar 90% untuk keduanya. 61% dari seluruh bahan kemasan telah didaur ulang pada tahun 2020, dengan target yang diinginkan sebesar 65%. Karena kebijakan tanpa limbah telah menyebabkan negara kehabisan sampah, Hampir 2,3 juta ton limbah diimpor dari Inggris, Norwegia, Irlandia, dan negara lain (esg news.bg, 2022).

4.2 Implementasi Paris Agreement (Perjanjian Paris) Di Level Nasional dan Lokal

Perjanjian Paris adalah perjanjian iklim global yang dirancang untuk membatasi pemanasan global dan mendukung mereka yang terkena dampak perubahan iklim. Hampir semua negara di dunia telah meratifikasi Perjanjian Paris, setuju untuk secara teratur melaporkan emisi mereka dan apa yang mereka lakukan untuk menguranginya. di bawah Perjanjian Paris, semua negara memiliki tanggung jawab bersama untuk memerangi perubahan iklim global. Target-target ini dikomunikasikan

oleh negara-negara dalam Kontribusi yang Ditentukan Secara Nasional (NDC). Target jangka panjang dari perjanjian Paris untuk membatasi pemanasan global hingga jauh di bawah 2 °C dibandingkan dengan tingkat pra-industri, dengan target 1,5 °C – mengharuskan negara-negara meningkatkan komitmen mereka setiap lima tahun (Swedish Energy Agency, 2022).

Pada Juni 2017, Riksdag (lembaga legislatif nasional dan badan pengambil keputusan tertinggi di Swedia) Swedia memperkenalkan kerangka kerja kebijakan iklim dengan Undang-Undang iklim untuk Swedia. Kerangka kerja tersebut menetapkan implementasi Perjanjian Paris di Swedia pada level nasional yang ditetapkan pada 1 Januari 2018. Pengurangan emisi yang ditetapkan pada tahun 2045, Swedia akan mengurangi emisi dari transportasi domestik, tidak termasuk penerbangan domestik, paling sedikit 70% dan akan mengurangi emisi dari sektor-sektor yang dicakup oleh Peraturan Pembagian Upaya Uni Eropa paling sedikit 63% (Climate-laws.org, 2017). Kebijakan pemerintah Swedia yang menginginkan pada tahun 2030 emisi karbon dari kegiatan di Swedia harus lebih rendah dari tahun-tahun sebelumnya. Kerangka kerja tersebut berisi beberapa tujuan iklim untuk Swedia (Government.se, 2021).

1. Pada tahun 2045, Swedia akan mencapai nol emisi gas rumah kaca ke atmosfer. Hal ini berarti bahwa emisi gas rumah kaca dari kegiatan di Swedia setidaknya harus 85 persen lebih rendah dibandingkan tahun 1990. Sisanya yang sebesar 15 persen dapat dicapai melalui langkah-langkah tambahan seperti

peningkatan penyerapan karbon di hutan dan lahan, teknologi penangkapan dan penyimpanan karbon (CCS) dan upaya pengurangan emisi di luar Swedia. Setelah tahun 2045, Swedia harus mencapai emisi negatif, yang berarti jumlah emisi gas rumah kaca lebih sedikit dari jumlah yang dapat dikurangi melalui siklus lingkungan alami atau melalui tindakan tambahan.

2. Pada tahun 2030, emisi dari transportasi domestik akan berkurang setidaknya 70 persen dibandingkan tahun 2010. (Tidak termasuk penerbangan domestik yang termasuk dalam Sistem Perdagangan Emisi Uni Eropa.)
3. Pada tahun 2030, emisi di Swedia pada sektor-sektor yang tercakup dalam Peraturan Pembagian Upaya UE harus setidaknya 63 persen lebih rendah dibandingkan tahun 1990, dimana 8 persen dari jumlah tersebut dapat dicapai melalui langkah-langkah tambahan.
4. Pada tahun 2040, emisi di Swedia pada sektor-sektor yang akan dicakup oleh Peraturan Pembagian Upaya UE harus setidaknya 75 persen lebih rendah dibandingkan tahun 1990, dimana 2 persen dari jumlah tersebut dapat dicapai melalui langkah-langkah tambahan.

Kesepakatan iklim global merupakan tonggak sejarah bagi dunia dan untuk kerja sama dalam pembangunan berkelanjutan. Swedia telah lama mendorong kesepakatan yang memperkuat upaya iklim. Perjanjian Paris ini merupakan perjanjian iklim global yang dilakukan oleh pemerintah Swedia untuk pertama kalinya. Pada pasal 6 Perjanjian Paris yang menawarkan peluang kerja sama internasional untuk

meningkatkan ambisi terhadap mitigasi global agar dapat dilakukan dengan benar, dengan mempertimbangkan integritas lingkungan dan pembangunan berkelanjutan, serta dengan adanya potensi tindakan iklim yang hemat biaya dengan manfaat tambahan yang substansial (Swedish Energy Agency, 2017).

Pemerintah Swedia telah memutuskan bahwa Swedia akan memiliki emisi nol bersih selambat-lambatnya pada tahun 2045. UE dan Swedia telah memutuskan sub-tujuan untuk mencapai hal ini. Emisi Swedia dari sektor mana saja pada tahun 2030 harus setidaknya 63% lebih rendah dari emisi pada tahun 1990. Meskipun berada di garis lintang utara, sebagian besar Swedia beriklim sedang. Swedia selatan didominasi pertanian, sedangkan utara berhutan lebat. 7% dari total luas adalah lahan pertanian dan 63% adalah kawasan hutan. Swedia bertujuan untuk menjadi negara terdepan dalam pekerjaan global dengan mewujudkan tujuan ambisius Perjanjian Paris dan bertanggung jawab atas emisi sejarah negara kita (Global Research Alliance, 2017).

Swedia memegang peringkat ke-5 di CCPI tahun ini, menerima peringkat tinggi secara keseluruhan. Sementara Swedia berkinerja sangat tinggi dalam kategori Emisi Gas Rumah Kaca, dengan emisi per kapita yang rendah sebesar 0,47 tCO dan menggunakan energi terbarukan yang tinggi, kinerjanya jauh lebih baik dalam kebijakan iklim dan penggunaan energi, dengan rata-rata dan sangat rendah, masing-masing (CCPI, 2022). Kepemimpinan internasional Swedia dalam pelestarian

lingkungan dan perubahan iklim, menyoroti pekerjaannya dalam membantu negara-negara dalam implementasi Perjanjian Paris.

Swedia memiliki target 100% pembangkit terbarukan di sektor listrik pada tahun 2040, dan energi 50% dan target pengurangan di bawah tingkat tahun 2005 pada tahun 2030. Swedia mempertahankan 1,5°C lintasan sepanjang dekade berikutnya menurut jalur yang diturunkan, adalah tahun 2030 target pengurangan emisi. Swedia relatif non-karbon intensif, dengan konsumsi bahan bakar fosil yang hanya sedikit yang tersisa. Permintaan batu bara dan minyak sebagian besar telah digantikan oleh energi efisien, yang kemungkinan akan menjadi bagian besar dari permintaan masa depan di sektor industri dekarbonisasi. Penggunaan bahan bakar fosil yang tersisa sebagian besar harus dihapuskan tahun 2030 (Climate Analytics, 2021). Swedia memulihkan semua limbahnya yang tidak dapat didaur ulang dengan pembakaran, mengubah limbah menjadi listrik dan pemanasan distrik.

Kebijakan pemerintah Swedia dalam menekankan bebas penggunaan bahan bakar fosil tentu untuk dapat mengatasi perubahan iklim sesuai dengan ratifikasi yang dilakukan pemerintah Swedia dalam Perjanjian Paris. Swedia masih memiliki jalan yang harus ditempuh, tetapi inovasi yang dibuat sekarang menunjukkan bahwa menjaga lingkungan kita dan mengembangkan masyarakat adalah bagian dari tantangan yang sama. Swedia memiliki sejarah panjang tentang iklim. Sejarah lingkungan Swedia sebagai perintis lingkungan dimulai lebih dari setengah abad yang lalu. Undang-Undang Perubahan Iklim menetapkan hal-hal berikut:

1. Kebijakan iklim Pemerintah harus didasarkan pada tujuan iklim.
2. Pemerintah diwajibkan menyajikan laporan perubahan iklim setiap tahun dalam RUU Anggarannya.
3. Setiap tahun keempat, Pemerintah diharuskan menyusun rencana aksi kebijakan iklim untuk menggambarkan bagaimana tujuan iklim ingin dicapai.
4. Sasaran kebijakan iklim dan sasaran kebijakan anggaran harus berjalan bersamaan (Sweden Sverige, 2022).

Sejalan dengan Perjanjian Paris dan sebagai anggota Uni Eropa, Swedia berkomitmen untuk menjadi netral iklim. Seperti banyak kota-kota lain di Swedia dan di dunia, salah satunya kota Malmö juga berupaya mencapai tujuan tersebut sebagai implementasi pada level lokal di Swedia. Pada tahun 2021, Malmö menetapkan target untuk mengurangi 70 persen emisi karbonnya di seluruh kota pada tahun 2030. Selanjutnya, sejalan dengan ambisi negara, kota juga berharap untuk menjadi netral karbon di negara mereka operasi pemerintah pada tahun 2030. Sejak 2014, Malmö telah menerapkan daur ulang limbah makanan wajib bagi semua orang rumah tangga dimana sampah dimanfaatkan produksi kompos dan biogas.

Biogasnya menggerakkan bus, truk sampah, dan mobil masuk kota. Dari armada transportasi kota, totalnya dari 851 mobil penumpang menggunakan biogas atau listrik, dan sekitar 200 bus. Pada tahun 1970-an, kota ini memulai proses pemulihan panas dari pembakaran, dilanjutkan dengan proses ekstraksi gas dari TPA pada tahun 1980an (Iclei, 2021). Saat ini, Armada kendaraan kota Malmö beroperasi sekitar 92

persennya adalah biogas dan listrik. Meskipun limbah menjadi energi melalui proses insinerasi yang menghasilkan CO₂ dan polutan lainnya, alternatif ini menghasilkan emisi yang lebih sedikit dibandingkan dengan timbunan sampah limbah. Namun, pemerintah kota mengakuinya pentingnya diversifikasi investasi matriks energi pada energi terbarukan energi ketika menggunakan sumber daya tersebut efisien.

Pemulihan energi melalui pembakaran sampah langsung dialirkan ke jaringan pemanas distrik lokal di Malmö. Panas yang dihasilkan dari pemulihan limbah merupakan produksi beban dasar di Malmö dan mencakup hingga 60 persen kebutuhan pemanasan tahunan. Pemulihan energi mengacu pada konversi sampah yang tidak dapat didaur ulang menjadi energi bentuk panas, listrik, atau bahan bakar. Ini merupakan alternatif bagi lokal pemerintah untuk mengurangi aliran limbah sementara mengurangi konsumsi bahan bakar fosil. Energi daur ulang dari limbah merupakan sebuah langkah penting menuju energi terbarukan energi masa depan, meminimalkan pembuangan sampah serta dapat memproduksi listrik dan panas. Kota Malmö telah menunjukkan strateginya dengan mekanisme implementasi aktif energi daur ulang, sehingga mengurangi pemulihan energi dari pembakaran demi penggunaan kembali dan mendaur ulang sampah.

4.3 Kebijakan Dalam Negeri Swedia

4.3.1 Pembentukan Undang- Undang Nasional Swedia

Perundang-undangan adalah alat utama di Swedia dengan prinsip-prinsip kebijakan lingkungan yang diubah menjadi tindakan praktis. Kode lingkungan merupakan kerangka undang-undang yang berisi ketentuan umum tentang perlindungan lingkungan. Kode lingkungan berlaku untuk siapa saja yang dapat melakukan kegiatan atau tindakan yang dapat mempengaruhi pemenuhan tujuannya. Standar kualitas lingkungan adalah jenis instrumen kebijakan yang mengikat secara hukum yang dapat diperkenalkan secara nasional atau untuk wilayah geografis tertentu.

Pada tahun 1960-an Swedia menghadapi tantangan lingkungan diakibatkan kondisi iklim, kemudian Swedia mendirikan Environmental Protection Agency (EPA) pada tahun 1967 dan memprakarsai Perserikatan Bangsa Bangsa untuk fokus pada interaksi manusia dengan lingkungan. Pada tahun 1969 Swedia memperkenalkan The Environmental Protection Act, undang-undang yang mengatur polusi udara dan pengelolaan limbah berbahaya. Undang-undang tersebut berlaku pada tahun 1970 dan berhasil membawa perubahan, namun undang- undang tersebut hanya menargetkan mengenai polusi industri di satu sisi dan pengelolaan sumber daya melalui daur ulang disisi lain.

Kemudian langkah selanjutnya pemerintah Swedia mengeluarkan undang-undang mengenai daur ulang dan pembuangan limbah yang disahkan pada tahun 1975 yang bertujuan untuk meningkatkan tingkat praktik daur ulang dan pengelolaan limbah di negara Swedia (Bergquist et al., 2023). Pemerintah Swedia melihat daur ulang dan pengelolaan limbah sebagai solusi terhadap lingkungan yang tercemar dan kesadaran akan keterbatasan sumber daya alam termasuk energi di Swedia.

Pada tahun 1999 pemerintah Swedia melakukan pemisahan dalam satu kode lingkungan dengan undang-undang *The Swedish Environmental Code* yang bertujuan untuk mengkoordinasi dan menyeragamkan tambahan undang-undang yang dibuat selama bertahun-tahun. Sejak tahun 1990-an pemerintah Swedia telah menerapkan serangkaian kebijakan yang efektif untuk mengurangi limbah, hal ini dilakukan untuk meningkatkan kesadaran di kalangan produsen dan warga untuk membuang sampah dengan benar dan dapat mengurangi emisi karbon secara signifikan (Setyorini, 2023).

The Swedish Environmental Code (Kode Lingkungan Swedia) dibuat pada tahun 1998 dan mulai berlaku 1 Januari 1999. Aturan yang terkandung dalam 15 tindakan telah digabungkan dalam Kode. Sebanyak yang serupa aturan dalam undang-undang sebelumnya telah diganti dengan umum aturan, jumlah ketentuan telah dikurangi. Itu Kode Lingkungan tetap merupakan bagian utama dari undang-

undang. Kode berisi 33 bab yang terdiri dari hampir 500 bagian (Naturvardsverket.se, 2017).

Tujuan dari Kode Lingkungan adalah untuk mempromosikan pembangunan berkelanjutan yang akan memastikan lingkungan yang sehat dan sehat untuk generasi sekarang dan mendatang. Untuk mencapai hal ini, Kode harus diterapkan sehingga:

1. Kesehatan manusia dan lingkungan hidup terlindungi dari kerusakan dan kerugian, baik yang disebabkan oleh polutan maupun dampak lainnya
2. Lingkungan alam dan budaya yang berharga dilindungi dan dilestarikan
3. Keanekaragaman hayati terjaga
4. Penggunaan tanah, air dan lingkungan fisik secara umum sedemikian rupa untuk menjamin pengelolaan yang baik dalam jangka panjang dalam hal ekologi, sosial, budaya dan ekonomi
5. Penggunaan kembali dan daur ulang, serta pengelolaan bahan, bahan mentah, dan energi lainnya didorong sehingga siklus alami terbentuk dan terpelihara (Duncker & Humblot, 2021).

Ruang lingkup Kode Lingkungan secara langsung terkait dengan promosi pembangunan berkelanjutan. Kode berlaku untuk semua kegiatan atau tindakan yang penting untuk mencapai tujuan ini. Oleh karena itu, hal ini menyangkut semua jenis tindakan dan operasi yang mungkin penting bagi kepentingan tersebut yang dimaksudkan untuk dilindungi oleh Kode Etik, terlepas dari apakah

tindakan tersebut merupakan bagian dari kehidupan sehari-hari individu pribadi atau beberapa bentuk aktivitas bisnis. Ruang lingkup Kode juga merupakan dasar yang memutuskan jenis masalah lingkungan apa yang dapat diperiksa di pengadilan.

Ketentuan yang lebih rinci ditetapkan dalam peraturan yang dikeluarkan oleh Pemerintah atau dalam peraturan yang dikeluarkan oleh lembaga pemerintah, seperti Environmental Protection Agency (EPA) Swedia. Isu lingkungan di Swedia memiliki aspek internasional yang kuat. Hal ini disebabkan oleh daerah saling ketergantungan ekonomi dan lingkungan (Swedish EPA, 2017). Kebijakan pengelolaan sampah lebih terfokus pada sampah perkotaan daripada sampah industri. Tingkat daur ulang untuk beberapa aliran limbah, seperti kertas/karton dan kaleng aluminium, sangat tinggi di Swedia. Kota memiliki menerapkan sistem pengumpulan terpisah untuk limbah rumah tangga, termasuk pemisahan limbah berbahaya, untuk mempromosikan daur ulang dan memastikan pembuangan yang tepat. Energi dari sampah, berupa gas TPA dan panas dari sampah insinerasi, sangat dimanfaatkan dan merupakan bagian penting dari pasokan energi (OECD, 2017).

Swedia telah menunjukkan komitmen yang kuat untuk prakarsa dan kebijakan perlindungan lingkungan, khususnya di bidang pengelolaan sampah. Swedia diatur oleh hirarki limbah yang diabadikan di bawah Petunjuk Kerangka Kerja Limbah UE. Pencegahan limbah sebagai prioritas, diikuti dengan penggunaan

kembali, daur ulang dan pemulihan lainnya seperti pembakaran sampah dengan pemulihan energi (Tam, 2017). Swedia memiliki sejarah panjang dalam menghasilkan energi dari limbah melalui insinerasi. Swedia mulai memperluas pemanasan distriknya secara signifikan jaringan yang menyediakan outlet untuk panas yang dihasilkan oleh limbah menjadi energi.

The Swedish Environmental Code ini menyediakan aturan pusat tentang kewajiban umum pemegang limbah, tanggung jawab produsen dan kewajiban umum kotamadya setempat untuk pengumpulan, penanganan dan pengolahan limbah rumah tangga. Kode juga berisi otorisasi parlemen diberikan kepada pemerintah dan kepada otoritas nasional atau daerah maupun kota untuk menerbitkan peraturan mengenai jenis limbah tertentu. Perundang-undangan tentang aliran limbah tertentu atau pengolahan limbah dapat ditemukan dalam tata cara tertentu.

4.4 Pembangunan Infrastruktur Pengelolaan Sampah

4.4.1 Pembuatan Mesin Sampah Di Swedia

Swedia adalah salah satu negara yang memiliki hal baik dalam pemisahan sampah yang melekat dalam kehidupan sehari-hari. Swedia sangat menekankan teknologi, inovasi, dan aktivitas ramah lingkungan berdasarkan SDGs. Kebiasaan tersebut membawa dampak positif pada negara lain. Sampah inilah yang dijadikan

sumber energi untuk listrik, pemanas ruangan serta keperluan lainnya. Tidak mengherankan alasan Swedia mengupayakan partisipasi masyarakatnya untuk memilah sampah yang dipakai agar dapat menghasilkan energi. Cuaca yang lebih dingin dibandingkan negara-negara lainnya menyebabkan Swedia membutuhkan energi lebih banyak. Agar di dalam negeri mereka memiliki cukup energi untuk mengaktifkan pemanas dalam waktu yang cukup panjang, tentu hal yang paling masuk akal adalah mencoba memaksimalkan hal yang hemat dan lebih menjaga lingkungan.

Setiap kota di Swedia wajib memastikan bahwa jenis sampah rumah tangga diangkat dan didaur ulang atau dibuang. Hal ini mencakup jenis sampah yang tidak termasuk dalam tanggung jawab produsen yang Diperluas seperti sampah residu, sampah organik, sampah makanan, sampah besar, dan sampah rumah tangga yang berbahaya. Pemerintah kota bebas mengatur sendiri pengelolaan sampahnya (Naturvardsverket.se, 2018). Sampah yang dikumpulkan sebagian besar diolah di Swedia. Sisa sampah dibakar. Limbah makanan dikirim untuk pencernaan anaerobik. Sampah kebun sebagian besar dibuat kompos. Sampah berukuran besar dipisahkan menjadi beberapa fraksi dan didaur ulang secara material kemudian dibakar.

Berikut adalah *reverse vending machine* yang berada di Swedia yang dirancang untuk mempermudah masyarakat Swedia agar sampah di Swedia dapat kembali dimanfaatkan.



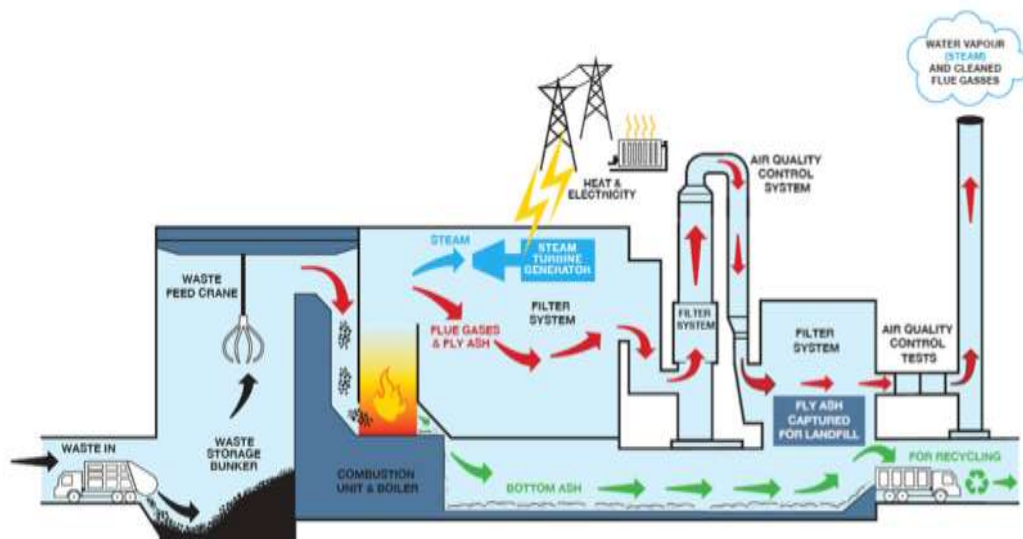
Gambar 4.1 *Vending Machine* Swedia

Sumber: (Roffi, 2021)

<https://id.linkedin.com/pulse/vending-machine-recycling-sulap-sampah-menjadi-uang-monstermac-id>

Banyak cara dilakukan pemerintah Swedia agar masyarakatnya mau terlibat dalam proses daur ulang sampah. Salah satunya adalah dengan membuat *vending machine* (VM), yaitu mesin yang menerima kaleng dan botol plastik bekas. Vending Machine Recycling menawarkan cara alternatif untuk mendaur ulang sampah dengan cara yang efisien, nyaman, dan solutif. Selain ramah lingkungan, *Vending Machine* jenis ini juga mudah dikelola dan efisien. Karena prosesnya yang sederhana dan niat positif untuk membantu lingkungan.

Vending Machine ini sendiri awalnya ditemukan oleh perusahaan Swedia, Wicanders pada akhir 1950-an (Roffi, 2021). Meskipun secara fungsional, itu sangat sederhana dan hanya menerima botol plastik saja. Namun *vending machine* ini mampu menginspirasi developer lainnya untuk membuat alat yang lebih sempurna. Berikut proses yang akan dijadikan energi dari limbah sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi bersih dan terbarukan.



Gambar 4.2 Proses Waste to Energy Swedia

Sumber: (Swegarb, 2017)

<http://swegarb.com/>

Energi dari limbah menggunakan limbah padat sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi bersih dan terbarukan. Limbah diproses di ruang bakar dimana panas diubah menjadi uap dan dikirim melalui generator turbin untuk menghasilkan listrik. Proses yang berawal dari penanganan limbah kemudian,

pembakaran limbah yang akan menghasilkan uap dan akan memutar turbin lalu dilakukan pembersihan gas yang akan menghasilkan 0.01 persen. Pada proses akhir akan disalurkan di pembangkit listrik yang ada di Swedia. Faktanya 1 ton sampah dapat memberikan 3,3 mWh energi (Swegarb, 2017). Ada berbagai macam teknologi dalam pengelolaan *waste to energy* salah satunya yaitu insinerasi. Insinerasi adalah teknologi pengelolaan sampah, proses insinerasi dapat mengubah material sampah menjadi panas yang akhirnya energi panas tersebut bisa dimanfaatkan sebagai energi listrik.

Swedia terkenal dengan sistem pengelolaan sampahnya yang inovatif, yang melibatkan konversi sampah menjadi energi. Berikut jenis sampah yang dimanfaatkan Swedia untuk menghasilkan listrik yaitu terdiri dari sampah-sampah kering. Termasuk limbah industri, Swedia juga menggunakan limbah industri untuk menghasilkan listrik. Misalnya limbah industri kertas dan pulp dibakar untuk menghasilkan listrik. Sampah menjadi energi adalah proses mengubah bahan sampah yang tidak dapat didaur ulang menjadi panas, listrik, atau bahan bakar yang dapat digunakan melalui berbagai proses, termasuk pembakaran.

Mengubah sampah menjadi energi sampah telah menjadi bahan bakar yang semakin penting dalam sistem pemanas distrik di Swedia. Pengolahan limbah menjadi energi adalah metode yang cocok untuk sampah yang tidak dapat didaur

ulang dengan cara lain. Ini adalah cara yang efisien dan aman bagi lingkungan metode untuk memulihkan energi dari limbah dan menyediakan pemanas distrik dan listrik Swedia. Swedia memiliki 20 pembangkit listrik dan panas gabungan, dengan kapasitas terpasang sebesar 465MW, yang menggunakan limbah kota untuk menghasilkan listrik dan panas (Cote et al., 2018). Swedia kini memiliki lebih dari 30 pabrik insinerasi sampah, yang kapasitasnya lebih besar dari sebelumnya pasokan limbah rumah tangga yang mudah terbakar. Pabrik limbah menjadi energi di Swedia memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan rekan-rekan yang di Eropa karena menghasilkan pemanas distrik dan listrik.

Satu ton sampah di Swedia menghasilkan energi antara 3-3,5 MW/jam, dimana 20-25 MW/jam di antaranya persennya adalah listrik dan sisanya adalah panas setiap ton sampah yang dibakar mencegah pelepasan satu ton CO₂. Cara ini juga jauh lebih ramah iklim dibandingkan dengan pembuangan TPA karena dapat mencegah bocornya gas metana dari tempat pembuangan sampah. WtE dapat mengurangi volume TPA hingga lebih dari 90%.

4.4.2 Pemberian Reward Kepada Masyarakat Untuk Pengelolaan Sampah Secara Mandiri dan Kolektif

Swedia sudah menjalankan sistem pemberian reward kepada masyarakat dalam pengelolaan sampah ini sejak tahun 1984. *Vending Machine* yang disediakan

pemerintah Swedia bekerja dengan konsep *return deposit*, Uang deposit itulah yang dikembalikan setelah pembeli mengembalikan sampahnya ke dalam *vending machine*. Di dalam mesin ini, botol plastik dan kaleng akan ditipiskan sehingga lebih mudah dibawa ke tempat daur ulang (Harsianti, 2018). Cara kerja *vending machine* dalam memberikan reward kepada masyarakat seperti setiap membeli minuman kaleng atau plastik, harga yang dibayar sudah termasuk harga kemasan, uang pembelian kemasan tersebut akan dikembalikan setelah pembeli memasukkannya ke dalam *vending machine*.

Biasanya *vending machine* tersedia di supermarket atau toko kelontong yang berada tidak jauh dari rumah. Di dalam *vending machine* ini, botol plastik dan kaleng akan ditipiskan sehingga lebih mudah dibawa ke tempat daur ulang. Buang Sampah dapat uang salah satu insentif yang diberikan adalah menghargai sampah senilai \$10.000 hingga \$25.000. Beberapa sampah memiliki harga yang cukup besar. Sampah ini umumnya adalah sampah botol plastik, dan kaleng. Kaleng minuman beralkohol juga memiliki nilai yang besar. Ada tempat sampah khusus untuk membuang sampah ini. Kemudian masukkan botolnya satu per satu. Mesin secara otomatis akan menghitung jumlah uangnya. Jika selesai kita akan mendapatkan pukulan. Struk ini bisa ditukar dengan uang di loket kasir (Monster mac.id, 2022). Jumlah penempatan uang yang cukup besar membuat sampah ini sering dicari orang. Ada beberapa orang yang mencari dan mengumpulkan sampah

ini untuk mendapatkan sedikit uang tambahan. Biasanya hari sabtu dan minggu banyak botol dan kaleng di tempat sampah.

4.5 Memperkuat kemandirian Energi

Kebijakan pemerintah Swedia yang lebih memilih kebijakan yang mendukung efisiensi energi dibandingkan fosil yang kapan saja dapat habis, sehingga menyebabkan krisis fosil. Komitmen kuat yang dilakukan pemerintah Swedia dalam menangani perubahan iklim dengan pemanfaatan energi alternatif limbah. *Waste to Energy* yang dilakukan Swedia sudah terjadi sejak tahun 1975 yang bertujuan untuk meningkatkan tingkat praktik daur ulang dan pengelolaan limbah di negara tersebut. WTE adalah salah satu dari beberapa keharusan dalam pengelolaan sampah berkelanjutan. Sistem WtE dapat menjadi pelengkap yang efektif terhadap sumber listrik berbasis bahan bakar fosil sekaligus mengurangi kebutuhan TPA di lingkungan perkotaan, menghasilkan energi terbarukan dan menghasilkan pendapatan bagi pemerintah kota dan pemerintah. Dengan semakin terbatasnya ketersediaan lahan dan pertumbuhan kota yang stabil, pemerintah perlu menerapkan solusi pengelolaan sampah yang efektif dan berkelanjutan termasuk program WtE (kpmg.com, 2019).

Komitmen yang dilakukan pemerintah Swedia untuk mengurangi jumlah sampah di tempat pembuangan akhir serta mengurangi emisi karbon agar masyarakat memahami arti kebersihan dan energi untuk membuat Swedia menjadi negara maju di masa yang akan datang. Kebijakan pemerintah Swedia diawali dari pengurangan

volume sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir hingga pemerintah Swedia menemukan bahwa sampah merupakan salah satu sumber daya yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Hal ini membuat keuntungan bagi pemerintah Swedia agar tidak lagi melakukan impor bahan bakar fosil sehingga dapat mengurangi pengeluaran negara. Menurut pemerintah Swedia memiliki energi yang dihasilkan sendiri dapat membuat kemandirian energi di Swedia pada masa mendatang.

