

UPAYA PENYELESAIAN PRAKTIK DAUR ULANG PALSU LIMBAH B3 INDUSTRI DI INDONESIA MELALUI PENDEKATAN *HOLISTIC ZERO WASTE MANAGEMENT*

Mohammad Ervin Ardani

Program Magister Ilmu Hukum, Universitas Indonesia, Jakarta

E-mail: ervintangselkampus@gmail.com

Abstrak

Konsep daur ulang limbah B3, seringkali disalahartikan dan disalahgunakan oleh perusahaan penghasil dan pengelola limbah B3 untuk meningkatkan jumlah penjualan produk dengan branding sebagai perusahaan ramah lingkungan. Praktik di lapangan, banyak perusahaan tersebut melakukan daur ulang limbah B3 dengan metode penimbunan (*dumping*), pembakaran melalui *incinerator*, penampungan, pemanfaatan ulang secara ilegal, dan pembuangan ke tempat pembuangan akhir yang bertentangan dengan konsep daur ulang limbah B3. Data pada Putusan Pengadilan Negeri di Indonesia pada kurun waktu tahun 2017 hingga 2021, setidaknya ada enam putusan pengadilan terkait pelanggaran pengelolaan limbah B3, diantaranya adalah putusan No.566/Pid.Sus/2017/PN.Kwg, No.917/Pid.B/LH/2020/PN.Bdg. Tujuan penelitian ini adalah membuktikan kelemahan penanganan limbah B3 secara konvensional yaitu kumpulkan, angkut dan buang ke tempat pembuangan akhir dan menawarkan pendekatan *holistic zero waste management* sebagai solusinya. Metode penelitian yang digunakan adalah *deskriptif-evaluatif*. Ringkasnya, praktik daur ulang palsu limbah B3 di Indonesia dalam kurun tahun 2017 hingga 2021, disebabkan karena paradigma pengelolaan limbah B3 yang masih konvensional. Pendekatan *holistic zero waste management*, sebagai solusi daur ulang limbah B3 memiliki empat tahapan dalam penerapannya yaitu membuat regulasi yang menekan industri memproduksi limbah B3, melakukan upaya pengelolaan dan pengolahan limbah B3 yang aman bagi lingkungan, membangun kegiatan ekonomi masyarakat yang berkelanjutan, dan penerapan indeks *zero waste management* sebagai indikator kadar limbah B3 yang di produksi di masyarakat.

Kata Kunci: Daur ulang palsu, *Holistic zero waste management*, Limbah B3

Abstract

The concept of recycling B3 waste is often misunderstood and misused by companies producing and managing B3 waste to increase the number of product sales by branding them as environmentally friendly companies. In practice in the field, many companies recycle B3 waste using dumping methods, burning through incinerators, holding, illegal reuse and disposal to final landfills which is contrary to the concept of recycling B3 waste. Data from District Court Decisions in Indonesia from 2017 to 2021, there are at least six court decisions regarding violations of B3 waste management, including decision No.566/Pid.Sus/2017/PN.Kwg, No.917/Pid.B/LH/2020/PN.Bdg. The aim of this research is to prove the weakness of handling B3 waste conventionally, namely collecting, transporting and disposing of to final disposal sites and offering a holistic zero waste management approach as a solution. The research method used is descriptive-evaluative. In summary, the practice of false recycling of B3 waste in Indonesia in the period 2017 to 2021 is due to the B3 waste management paradigm which is still conventional. The holistic zero waste management approach, as a solution for recycling B3 waste, has four stages in its implementation, namely creating regulations that suppress industry producing B3 waste, making efforts to manage and process B3 waste that is safe for the environment, building sustainable community economic activities, and implementing the zero index. waste management as an indicator of B3 waste levels produced in the community.

Keywords: Fake recycling, *Holistic zero waste management*, B3 waste

I. PENDAHULUAN

Konsep daur ulang limbah B3, seringkali digunakan oleh perusahaan penghasil limbah dan pengelola limbah untuk mempromosikan dan membranding produknya sebagai perusahaan yang menjual produk ramah lingkungan, meski praktiknya dilapangan melakukan daur ulang palsu limbah. Konsep daur ulang palsu limbah B3 tidak seharusnya dijalankan oleh perusahaan penghasil dan pengelola limbah untuk menutupi ketidakmampuan mengelola limbah dengan benar dan moral hazard perusahaan untuk menyalahgunakan konsep daur ulang untuk mendapatkan keuntungan ekonomi. Pendekatan *holistic zero waste management*, bisa menjadi alternatif solusi dalam menyelesaikan praktik daur ulang palsu limbah B3 di Indonesia.

Philip L. Comella (1993) dalam studinya menjelaskan istilah daur ulang palsu (*sham recycling*) identik dengan pengolahan (*treatment*) limbah B3. Daur ulang palsu berbeda dengan daur ulang limbah yang berpijak pada ekonomi sirkular. Daur ulang palsu adalah klaim suatu perusahaan telah menjalankan proses pemanfaatan limbah B3 untuk bahan baku suatu produk, melalui proses pengolahan limbah konvensional yaitu penimbunan, pembakaran, pembuangan ke TPA, penampungan, pemanfaatan secara ilegal. Misalnya, kasus *Marine Shale Processors* yang berada di Morgan City, Louisiana Amerika Serikat, di mana *Marine Shale* menggunakan *incinerator* dari bahan kapur yang digunakan membakar berbagai limbah B3 termasuk *creosote* (Roy Varando, 1990).

Ditinjau berdasar kasus di lapangan, praktik daur ulang palsu limbah B3 dilakukan dalam dua bentuk, yaitu: Pertama, perusahaan penghasil limbah B3 mengklaim telah melakukan proses daur ulang limbah B3, sehingga produknya disebut ramah lingkungan. Misalnya, pemanfaatan limbah abu terbang dan abu dasar hasil pembakaran batubara (*fly ash and bottom*) yang dimanfaatkan untuk proyek infrastruktur, yaitu PLTU Paiton 1 dan 2, PT Pembangkit Jawa Bali yang telah memanfaatkan 100% abu batu bara untuk *green pozzolan* material pembangunan jalan tol Manado-Bitung, Sulawesi Utara, PLTU Asam yang memanfaatkan abu batu bara untuk lapisan jalan dalam pembuatan jalan, PLTU Suralaya yang memanfaatkan abu batu bara untuk bahan batako dan bahan baku industri semen.

Kedua, perusahaan pengelola limbah B3 melakukan proses penimbunan, pembakaran, pembuangan, penampungan dan daur ulang secara ilegal yang kemudian diklaim sebagai proses daur ulang. Misalnya, kasus PT NTS yang merupakan perusahaan jasa pengolah limbah B3 yang tertangkap tangan oleh Gakkum KLHK pada 21 Januari 2020, terbukti melakukan pembuangan limbah B3 dalam bentuk *sludge* minyak, minyak kotor, *bottom ash*, sehingga mengakibatkan tanah terkontaminasi logam berat, yaitu *arsen*, *barium*, *Chrom Hexavalen*, Tembaga, timbal, merkuri, seng, dan nikel di daerah Bekasi. PT NTS juga melakukan pengelolaan limbah B3 berupa minyak pelumas bekas tanpa izin. Kasus lain terjadi di kampung Cengkok, Desa Sentul, Kecamatan Balaraja, Kabupaten Tangerang, di mana PT Sukses Logam Indonesia (SLI) selaku perusahaan pengolahan limbah B3 dihentikan sementara proses pengolahan limbah B3 oleh Bupati Tangerang melalui surat Nomor: 700/1374-DLHL/2022 per tanggal 3 Februari 2022. Penghentian sementara itu berdasar laporan warga yang mengeluh dengan polusi bau dan abu limbah B3 yang berasal dari penyimpanan limbah B3 PT SLI.

Daur ulang palsu limbah B3 juga terjadi di Amerika Serikat pasca Undang-Undang konservasi dan pemulihan sumber daya Amerika Serikat (*Resource Conservation and Recovery Act*) atau disingkat RCRA disahkan pada akhir 1970-an. Van Guilder (2018) dalam studinya menjelaskan bahwa banyak perusahaan di Amerika Serikat mengklaim telah melakukan proses daur ulang limbah B3, yang rielnnya melakukan jual-beli limbah B3, kemudian menyimpannya atau mengubur limbah B3 tersebut di dalam tanah. Ada juga yang melakukan pembakaran limbah B3 secara serampangan dengan mengklaim telah melakukan pemulihan energi melalui pembakaran limbah. Ada juga melakukan daur ulang limbah B3, namun dengan prosedur yang sangat buruk dan fasilitas yang tidak memadai. Seharusnya, perusahaan tidak bisa seenaknya mengklaim secara sepihak kegiatan pengolahan limbah B3 yang dilakukan sebagai konsep daur ulang limbah B3.

Van Guilder (2018) berpendapat bahwa limbah B3 pada dasarnya memiliki kandungan zat yang berbahaya yang beresiko ketika diproses daur ulang, seperti limbah dioksin yang banyak ditemukan dalam kasus kerusakan lingkungan di *Love Canal*, Amerika Serikat dan asam klorida yang mengandung halogen yang banyak ditemukan di tungku asam halogen. Kedua jenis limbah B3 tersebut sangat beracun dan memerlukan penanganan khusus. Penanganan limbah B3 untuk didaur ulang menjadi produk yang bernilai ekonomis, membutuhkan model, tahapan, pengawasan dan

kontrol yang ketat sehingga bisa mencapai tujuan dari konsep daur ulang limbah B3 tersebut. Praktik daur ulang di limbah B3 di Amerika Serikat dan Indonesia yang kemudian di pahami sebagai daur ulang palsu limbah B3, memunculkan permasalahan lingkungan yang besar.

Penulis melihat ada dua permasalahan dari praktik daur ulang palsu limbah B3. Pertama, kesalahan dalam mendefinisikan konsep daur ulang limbah B3 yang dilakukan pelaku produksi limbah dan pengelola limbah B3. Kecenderungan definisi daur ulang masih didasarkan pada paradigma pengelolaan limbah secara konvensional, yaitu kumpulkan-angkut dan buang ke tempat pembuangan akhir. Akibatnya, definisi daur ulang dipahami identik dengan pengelolaan angkut limbah ke tempat pembuangan akhir (*cradle to grave*) bukan angkut dan olah limbah menjadi sumber daya yang bernilai ekonomis (*cradle to cradle*). Kedua, solusi yang tidak integral dalam penyelesaian problem pengelolaan limbah B3 di Indonesia, yaitu pengolahan dengan teknologi sederhana, tidak memperhitungkan tingkat efisiensi, nilai ekonomi limbah, budaya dan sosiologis masyarakat terhadap limbah, dan keberlanjutan lingkungan. Berdasarkan dua isu masalah diatas, penulis tertarik melakukan riset tentang praktik daur ulang palsu limbah B3 di Indonesia dan penyelesaiannya melalui pendekatan *holistic zero waste management*.

II. METODE PENELITIAN

Riset ini akan menggunakan metode penelitian hukum doktrinal, yaitu melakukan analisis permasalahan berdasar teori hukum yang relevan dengan permasalahan penelitian tersebut. Adapun sistematika penulisan dimulai dengan pendahuluan yang menjelaskan latar belakang permasalahan penelitian. Bagian kedua praktik daur ulang palsu limbah B3 di Indonesia. Bagian ketiga akan menjelaskan konsep dan tahapan daur ulang limbah B3. Bagian keempat menjelaskan model pendekatan *holistic zero waste management*. Bagian kelima, akan menjelaskan pendekatan *holistic zero waste management* sebagai solusi atas praktik daur ulang palsu limbah B3. Terakhir, akan dibuatkan simpulan dan saran dalam bagian penutup.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Daur Ulang Palsu Limbah B3 di Indonesia

Dalam kurun tahun 2017 hingga 2021, penulis mendapatkan beberapa putusan kasus daur ulang palsu limbah B3 yang sudah di putuskan oleh pengadilan negeri. Pertama, Putusan Pengadilan Negeri Karawang Nomor 566/Pid. Sus/2017/PN. Kwg, yang menyatakan Aprildo Tri Husodo selaku direktur PT. Bintang Sarana Perkasa yang melakukan tindak pidana memberi perintah melakukan dumping ke media lingkungan tanpa izin dan menjatuhkan hukuman penjara satu tahun dengan masa percobaan dua tahun. Kedua, Putusan Pengadilan Negeri Padang Nomor 722/Pid.Sus-LH/2019/PN.Pdg yang menyatakan terdakwa Afridal Pgl. DAL terbukti melakukan tindak pidana pengelolaan limbah B3 tanpa izin dari yang berwenang dan dijatuhkan pidana penjara selama satu tahun. Ketiga, Putusan Pengadilan Negeri Mojokerto Nomor 224/Pid.B/LH/2018/PN.Mjk yang memutuskan terdakwa Miko Suharianto, terbukti melakukan tindak pidana penampungan limbah B3 berupa abu aluminium dan pembuangan air limbah B3 ke media lingkungan.

Keempat, Putusan Pengadilan Negeri Bandung Nomor 917/Pid.B/LH/2020/PN.Bdg yang menyatakan PT. Tjimindi Subur yang diwakili direktornya Agus Kartawidjaja, terbukti melakukan tindak pidana membuang air limbah B3 tanpa melalui proses IPAL ke saluran media lingkungan ke sungai Cendrawasih yang terintegrasi ke sungai Citarum secara ilegal. Kelima, Putusan Pengadilan Negeri Bandung Nomor 1128/Pid.B/2020/PN.Bdg, yang menyatakan PT JOA Texville yang diwakili oleh Jung Hyun Young terbukti bersalah melakukan tindak pidana menimbun limbah B3 berupa oli bekas dan lampu TL sebanyak 320 buah secara ilegal dan memberikan pidana denda sebesar Rp. 125.000.000. Keenam, Putusan Pengadilan Negeri Bandung Nomor 492/Pid.B/LH/2020/PN Bdg, yang menyatakan PT. Central Sandang Prima yang diwakili Andri Kurniawan Sutanto Wijaya, terbukti melakukan tindak pidana dumping limbah B3 ke media lingkungan tanpa izin dan menjatuhkan hukuman pidana denda Rp. 90.000.000 dan pidana tambahan berupa melakukan pembersihan limbah B3 berupa *bottom ash* dari Kawasan area PT. Central Sandang Prima dengan melalui pihak ketiga yang berizin.

Adanya enam putusan pengadilan tentang kasus daur ulang limbah B3 dalam kurun tahun 2017 hingga 2021, menunjukkan bahwa program pengolahan limbah B3 masih menjadi wacana normatif yang tidak bisa diterapkan secara tepat dan maksimal di Indonesia. Dunia industri yang menyumbang

besar limbah B3, seakan tidak memiliki langkah yang konkret dan diterapkan secara tepat dan efisien dalam pengelolaan limbah B3 yang dihasilkannya. Praktik penimbunan limbah B3 melalui perusahaan yang didirikan untuk menampung limbah B3, bukan mengolah limbah B3, merupakan bentuk nyata kejahatan dalam lingkungan. Pemerintah, lembaga swadaya masyarakat dan koalisi masyarakat sipil yang peduli lingkungan, seharusnya mendorong para pelaku industri yang menghasilkan limbah B3, agar menjalankan fungsinya dalam pengelolaan dan pengolahan limbah B3 pada titik yang maksimum dan beresiko kecil bagi kerusakan lingkungan.

3.2 Konsep dan Tahapan Daur Ulang Limbah B3

Philip L. Comella (1993) dalam studinya menjelaskan konsep daur ulang limbah berpijak pada tingkat efisiensi penggunaan kembali limbah dari proses daur ulang yang diklaim. Tingkat efisiensi penggunaan kembali limbah akan dihitung berdasar lima Langkah. Pertama, mengidentifikasi kandungan zat dalam limbah B3. Identifikasi ini diperlukan untuk mengetahui kadar bahaya zat yang ada dalam limbah B3, sebagai bahan pengganti untuk produk daur ulang. Misalnya, limbah berbahaya yang mengandung logam seperti seng, timbal dan kromium yang di ditemukan di limbah B3, bisa menjadi bahan baku dalam pembuatan produk tertentu, seperti semen.

Kedua, menentukan konsentrasi atau massa dari kandungan umum yang ditemukan di limbah B3. Misalnya, limbah B3 mungkin mengandung 1000 ppm logam seng, timbal, dan kromium, yang semuanya diperlukan dalam pembuatan suatu produk. Bahan baku yang normal digunakan untuk sebuah produk, membutuhkan kandungan logam sebesar 1500 ppm dari pabrik A. Selanjutnya, pabrik B memiliki kandungan logam 5000 ppm dari limbah B3 yang di hasilkan. Rasio kandungan logam perlu dibuat berdasar yang dapat didaur ulang, yang ditemukan dalam bahan baku normal dan bahan baku sekunder (limbah B3). Rasio ini dinyatakan sebagai X/Y , dimana X sama dengan konsentrasi atau massa dari kandungan zat yang bisa didaur ulang di dalam limbah B3, dan Y adalah jumlah konsentrasi atau massa dari kandungan yang ditemukan bahan mentah suatu produk. Berdasar contoh diatas, rasio untuk produk daur ulang limbah dari pabrik A adalah $1000/1500$ ppm, dan rasio $1000/5000$ ppm untuk produk dari limbah B3 pabrik B. Semakin tinggi tingkat rasionya, semakin baik calon limbah B3 tertentu untuk di daur ulang.

Ketiga, mengidentifikasi kandungan berbahaya dari limbah B3, yang tidak bisa di daur ulang karena sifat kimianya. Misalnya, limbah B3 yang menjadi bahan sekunder suatu produk mengandung 1000 ppm zat arsenik dan merkuri yang tidak masuk dalam bahan baku normal. Jumlah unsur berbahaya yang tertinggi di dalam limbah B3, kemudian di kode dengan huruf "Z". berdasar pada formulasi identifikasi kandungan limbah B3 diatas, Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (*U.S. Environmental Protection Agency*) atau disingkat EPA membuat rumusan rasio kandungan zat berbahaya di dalam limbah B3, yaitu $Y/X (z) = N$, di mana N adalah menyatakan tingkat efisiensi minimum daur ulang limbah B3.

Rumusan tingkat efisiensi kadar zat berbahaya di dalam limbah B3 versi EPA, bertujuan untuk meningkatkan efektifitas substitusi bahan baku produk yang berasal dari daur ulang limbah B3 dan pencegahan terhadap pelaku pengelolaan limbah B3 yang buruk. Sebagai ilustrasi, misalnya EPA menetapkan 2000 ppm sebagai nilai maksimum dari tingkat efisiensi zat di dalam limbah B3 yang bisa didaur ulang (N). Jika ada pabrik daur ulang limbah B3 yang mendapat nilai N diatas 2000, maka pabrik tersebut dikategorikan "pengelolaan limbah" bukan sebagai "pendaur ulang" limbah B3.

Undang-Undang Konservasi dan Pemulihan Sumber Daya Amerika Serikat (*Resource Conservation and Recovery Act*) atau disingkat RCRA mengajukan standar nilai efisiensi daur ulang limbah B3 (N) yang berbeda. Misalnya, RCRA menetapkan rasio maksimum substitusi dari limbah B3, yaitu 50%, yang bisa digunakan menjadi bahan baku daur ulang produk. Oleh karena itu, residu zat berbahaya di dalam limbah B3 harus dikelola sebagai limbah B3 non daur ulang. Jika proses pembakaran limbah B3 lebih dari 50%, dianggap sebagai residunya bernilai negatif bagi lingkungan, maka tidak bisa dikategorikan sebagai proses daur ulang limbah B3. Sebaliknya, jika kandungan zat di dalam limbah B3 bisa mensubstitusi kurang dari 50% bahan baku sebuah produk, maka bisa dikategorikan bukan daur ulang limbah B3. Rasio efisiensi daur ulang limbah B3 versi RCR adalah X/Y senilai $50/100$. Terkait nilai maksimum kandungan zat berbahaya di dalam suatu limbah B3, adalah tidak boleh lebih dari 500 ppm, atau nilai maksimum dari N adalah 1000 ppm.

Keempat, permudah prosedur perijinan pendirian fasilitas penyimpanan limbah B3 untuk daur ulang. Misalnya, di Amerika Serikat yang menganut ketentuan daur ulang tidak memerlukan ijin dari

RCRA. Sebaliknya, penyimpanan limbah B3 sebelum didaur ulang, harus mendapatkan izin dari RCRA. Infrastruktur daur ulang limbah B3 yang legal, kemudian akan menjadi hilang dengan keharusan mendapatkan izin dari RCRA terkait penyimpanan limbah B3. Kurangnya fasilitas truk pengangkut limbah B3, menyebabkan limbah B3 diangkat dengan dasar proses daur ulang, padahal sejatinya kegiatan yang dilakukan adalah penyimpanan. Ini adalah bentuk pemecahan praktis dari pabrik penghasil limbah B3 dalam menyasiasi aturan dari RCRA.

Kelima, mempermudah proses perizinan pendirian fasilitas penyimpanan limbah B3 diluar proses daur ulang. Misalnya, EPA mengizinkan pendirian fasilitas penyimpanan baru tanpa melalui prosedur perizinan penyimpanan limbah B3, asalkan fasilitas baru tersebut akan digunakan untuk mengolah limbah B3 sesuai dengan program pembatasan pembuangan limbah di lahan terbuka. Selanjutnya, EPA akan mengeluarkan surat izinnya maksimal 180 hari dari pengajuan, dengan satu kali perpanjangan 180 hari untuk unit penyimpanan dan pengolahan baru limbah B3.

3.3 *Pengertian Holistic Zero Waste Management*

Penerapan *zero waste management* dalam pengelolaan limbah B3 di Indonesia akan menghadapi kesulitan yang luar biasa, karena tiga hal yaitu (1) sifat limbah B3 yang sulit didaur ulang baik secara fisikawi, kimiawi dan biologis, (2) keterbatasan teknologi pengolahan limbah di Indonesia, serta budaya dan paradigma masyarakat Indonesia tentang pengelolaan limbah B3 yang buruk. Perlu upaya modifikasi terhadap pendekatan *zero waste management* dalam pengelolaan limbah B3 di Indonesia, melalui tiga tahapan yaitu pencegahan limbah (*waste prevention*), penghindaran limbah (*waste avoidance*) dan mereduksi limbah (*waste reduction*) (Atiq Uz Zaman, 2015).

Qingbin Song, Jinhui Li, dan Xianlai Zeng (2015) menjelaskan bahwa modifikasi pendekatan *zero waste management* terhadap pengelolaan limbah B3, akan memiliki dua manfaat, yaitu (1) mengubah paradigma pengelolaan limbah B3 di Indonesia dari paradigma diangkut-ditimbun (*cradle to grave*) menjadi diolah-daur ulang (*cradle to cradle*), (2) meminimalisir resiko yang mungkin ditimbulkan dari pengelolaan limbah B3 yang buruk. Tian Song (2016) menjelaskan bahwa pendekatan *zero waste management* berpijak pada gagasan tentang kemungkinan terbentuknya masyarakat nihil sampah dikarenakan semua sampah di masyarakat bisa didaur ulang dan dapat digunakan kembali. Keberhasilan pendekatan *zero waste management* yang sangat tergantung pada dua aspek yaitu teknologi yang efisien dan manajemen sosial yang efisien. Limbah bahan berbahaya atau disingkat B3 merupakan limbah yang karena sifat fisikawi, kimiawi dan biologisnya berpotensi menyebabkan kerusakan lingkungan yang tidak dapat diperbaiki atau merusak kesehatan manusia (M. Narayana Rao, Razia Sultana, Sri Harsha Kota, A. Shah, dan N. Davergave, 2016). Limbah B3 bersifat sangat korosif, beracun, mudah terbakar dan reaktif akan sangat mengancam kelangsungan hidup, keselamatan dan lingkungan hidup manusia.

Media ANTARA seperti dikutip [Idntimes.com](https://www.idntimes.com) mencatat kasus kebocoran limbah B3 yang ada di Indonesia antara tahun 2018-2021 yaitu (1) kasus kebocoran limbah B3 di kolong jalan tol lingkaran luar Jakarta, Cakung, Jakarta Utara yang berasal dari pipa gas milik PT Perusahaan Gas Negara (PGN) pada Januari 2021, (2) keracunan gas di Mandailing Natal, Sumatera Utara, disebabkan kebocoran pipa gas milik PT Sorik Merapi Geothermal Plant (SMGP) yang berakibat sedikitnya 24 orang pingsan dan 5 orang meninggal dunia, (3) ledakan di SPBU di Kawasan Margomulyo Surabaya, Jawa Timur pada Januari 2021 yang disebabkan oleh kebocoran konstruksi bangunan SPBU sehingga ada rembesan zat mudah terbakar di dalam saluran air, (4) tumpahan bahan bakar minyak (BBM) di perairan Cempae, Pare-Pare, Sulawesi Selatan pada tahun 2019 dengan perkiraan mencapai 800 liter oleh kapal Golden Pearl XIV milik PT Soechi Lines Tbk (SOCHI) yang disewa PT Pertamina, (5) tumpahan minyak di Teluk Balikpapan, Kalimantan Timur pada April 2018 dengan lima orang meninggal dan hewan laut banyak yang mati, (6) pembuangan limbah medis di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung, Bandar Lampung pada Februari 2021.

Beberapa contoh kasus kebocoran limbah berbahaya yang terjadi di Indonesia, berakibat timbulnya korban dari pihak masyarakat, menunjukkan konsep *zero waste management* masih dilaksanakan di Indonesia secara parsial dan tidak sistematis. Model *zero waste* seperti itu, tidak akan bisa mencapai nol limbah dalam manajemen pengelolaan limbahnya. Hal ini disebabkan teknik dan strategi implementasi pengelolaan limbah B3 hanya didasarkan pada formalitas dan model

konvensional dalam pengelolaan limbah seperti yang terjadi dalam pengelolaan sampah di Indonesia yaitu model pengumpulan, pemindahan, penampungan di tempat pembuangan akhir.

Untuk itu model *holistic zero waste management*, hendak mengatur ulang konsep dari model konvensional menjadi model yang berteknologi tinggi dan penerapan manajemen pengelolaan limbah yang integralistik dari tahap awal hingga akhir. Model ini akan menerapkan upaya yang optimum dalam mereduksi munculnya limbah dari tingkat hulu hingga ke hilir. Model ini akan mengedepankan konsep nol limbah dari tahap produksi limbah yang merupakan produksi sampingan dari industri produk tertentu, kemudian dilakukan pengolahan dengan teknik tertentu untuk mengurai limbah berbahaya menjadi limbah yang terkendali, dan sisa atau residu limbah yang ada bisa di simpan dalam tempat pembuangan akhir yang aman bagi lingkungan.

3.4 Model Pendekatan *Holistic Zero Waste Management*

Model *Holistik Zero Waste Management* seringkali diimplementasikan dalam menangani limbah industri. Hal ini tercermin dalam banyak penelitian tentang penanganan limbah industri dari perusahaan fashion (Carrico dan Kim, 2014, Martin dkk., 2013, Ninimaki, 2014). Model zero waste adalah meminimalkan limbah industri hingga pada titik terendah, sebagai paradigma dalam mencapai tujuan dari pengolahan limbah industri (Anastas dan Zimmerman, 2003). Tahap pertama dari model *holistic zero waste management* adalah penerapan prinsip diolah-daur ulang (*cradle to cradle*), yang akan mengurangi pemborosan dalam produksi barang dalam industri suatu barang (Black dan Philips, 2010, Braungart dkk., 2007, Paez dkk., 2004).

Limbah industri yang menjadi produk sampingan yang dihasilkan dari industri, akan bisa menjadi di daur ulang, dan membentuk simbiosis mutualisme dari industri tersebut (Lin, 2012, Termsinvanich, dkk., 2013). Model diolah-daur ulang, juga akan menjadi unsur penting dari filosofi pengolahan limbah, khususnya jika didasarkan pada efektivitas untuk penggunaan material dalam produksi barang. Model *Holistik Zero Waste Management* dengan pola diolah-daur ulang, juga akan mendukung dan mendorong pembangunan lingkungan yang berkelanjutan secara menyeluruh.

Tahap kedua, melakukan kegiatan konsumsi yang berkelanjutan untuk meminimalisir produksi limbah. Konsumsi sumber daya yang berkelanjutan adalah untuk mencapai tujuan dari *holistic zero waste management*. Konsumsi yang berkelanjutan bukan berarti mengonsumsi secara sedikit, namun mengonsumsi secara efisien untuk meningkatkan kualitas hidup, sehingga berdampak minimnya limbah dan kerusakan lingkungan (Jackson, 2005, UNEP, 1999). Konsumsi yang berlebihan akan mendorong lahirnya limbah yang berlebihan (Clapp, 2002, Gutberlet, 2003, Wahab dan Lawal, 2011). Praktik konsumsi yang berkelanjutan akan mendorong perilaku konsumsi yang bertanggungjawab sehingga akan tumbuh budaya *zero waste management*. Selain itu, akan berakibat mencegah terjadinya limbah yang tidak diinginkan dan berlebihan. Konsumsi berkelanjutan merupakan transformasi yang sistematis dalam sistem industri yang tidak efisien.

Tahap ketiga, pengelolaan dan pengolahan tanpa limbah. Model *holistic zero waste management*, merupakan sistem yang mengintegrasikan teknologi menghindari timbulnya limbah, melakukan daur ulang limbah dan pengolahan limbah secara canggih. Dalam sistem pengolahan limbah secara tradisional, sampah dianggap produk yang habis masa pakainya. Oleh karena itu teknik pengolahannya adalah pengumpulan-pengangkutan-pembuangan sampah ke tempat pembuangan sampah (*end of pipe solution*). Dalam model *holistic zero waste management*, limbah di transformasi menjadi limbah yang bisa di jadikan produk konsumsi kembali. Sistem yang demikian merupakan kombinasi antara pengelolaan limbah yang terpadu dan filosofi nol limbah (Zaman, 2014).

Tahap keempat, dibentuknya kebijakan dan regulasi atau peraturan tanpa limbah. Kebijakan dan regulasi nol limbah akan berfokus pada penyelesaian limbah secara spesifik, seperti pengolahan tanpa menghasilkan sampah, hingga implementasi kebijakan tanpa limbah yang *holistic* (Yoo dan Yi, 2014, Zotos, dkk., 2009). Banyak kota di dunia telah menerapkan nol limbah dengan strategi, kebijakan dan perencanaan pengelolaan limbah yang baik. Kebijakan dan regulasi tentang *zero waste management*, penting untuk menjadi arah dan panduan dalam menerapkan *zero waste* di semua sektor masyarakat. Timlett dan Williams, (2011) mengusulkan model ISB (infrastruktur, pelayanan dan perilaku masyarakat), menjadi parameter dalam mengukur keberhasilan *zero waste management*. Model ISB, akan bisa digunakan oleh praktisi limbah dalam merencanakan pengelolaan limbah dan melakukan daur ulang limbah berdasar situasi dan konteks perilaku masyarakat. Alat ukur lain adalah indeks *zero waste* (disingkat ZW). Indeks ZW akan menjadi alat ukur dalam mengukur potensi

material murni yang bisa diolah oleh sistem *zero waste management*. Zaman dan Lehman (2013), memprediksi bahwa indeks ZW akan bisa memprediksi pemulihan lingkungan dari sistem pengelolaan limbah dengan mengukur arus balik dari limbah industri.

3.5 Pendekatan Holistic Zero Waste Management sebagai Solusi Praktik Daur Ulang Palsu Limbah B3

Pembuangan limbah B3, memerlukan langkah yang cermat dan terukur dalam pengelolaan limbah B3 agar menjadi efektif. Efektivitasnya pengelolaan limbah B3 akan sangat ditentukan pada pengolahan limbah B3 sebelumnya, misalnya pengumpulan, pencegahan, minimalisasi, pengolahan limbah B3. Dengan demikian, pembuangan limbah B3 merupakan kegiatan yang multi tahapan yang terdiri dari semua tahapan yang sudah dilakukan dari awal hingga akhir. Pengelolaan limbah B3 juga bisa sangat bergantung pada strategi dan teknis pelaksanaan pengolahan limbah yang di rancang. Strategi pengelolaan limbah B3 harus dirancang untuk mengurangi kuantitas dan kualitas limbah B3, sehingga akan memudahkan dalam pembuangan akhir limbah B3.

Merujuk pada *model holistic zero waste management* diatas, penulis akan mengajukan gagasan pengelolaan limbah yang memodifikasi dari model *holistic zero waste management*. Ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan agar bisa menerapkan model *holistic zero waste management* dalam pengelolaan limbah B3. **Tahap pertama**, membuat regulasi dan pengawasan yang ketat dalam praktik produksi barang di dunia industri yang menghasilkan produk sampingan berupa limbah B3. Regulasi yang dibuat oleh pemerintah serta pengawasannya terhadap praktik industri, harus secara efektif menekan pihak industri dalam melakukan kecurangan dalam produksi limbah B3 dan pengelolaannya. Praktik daur ulang palsu pada kasus limbah B3, perlu di berantas oleh pemerintah agar produksi limbah B3 bisa ditekan pada titik yang paling rendah.

Tahap kedua, melakukan upaya pengendalian, daur ulang dan pemisahan kandungan limbah B3 menjadi limbah yang terkendali dan aman bagi lingkungan. Ada beberapa model pengendalian limbah B3. **Pertama**, melakukan pembakaran terhadap limbah B3. Yang dimaksud dengan metode pembakaran adalah metode pembuangan akhir untuk limbah B3 yang tidak dapat didaur ulang, dikurangi atau disimpan dengan aman di tempat pembuangan akhir (TPA) limbah B3. Metode pembakaran merupakan proses oksidasi akhir, di mana limbah B3 diubah menjadi oksigen yang ada di udara, menjadi gas dan residu padat yang tidak mudah terbakar. Oleh karena itu metode pembakaran merupakan proses pengurangan volume dari timbal berat, detoksifikasi dan pemulihan energi.

Berdasarkan kisaran suhu operasional untuk melakukan pembakaran limbah B3, maka proses ini diklasifikasikan menjadi insinerasi suhu tinggi dan rendah. Limbah B3 dapat dibakar secara baik oleh individu atau fasilitas industri yang sudah ada, seperti semen dan kapur, ketel uap industri dan asap peledak, dan lain-lain. Proses pembakaran seperti itu bisa diistilahkan “insinerasi bersamaan”. Produk dari proses insinerasi ini akan dilepaskan ke atmosfer dan residu yang padat dan beracun akan ditimbun. Produksi gas sampingan dari insinerasi akan terkontaminasi dengan sejumlah kecil senyawa organik yang berbahaya. Penting untuk memperhatikan tentang menghindari perpindahan limbah dari fase padat atau cair ke fase gas, dengan memasang peralatan pembersih gas yang tepat.

Secara umum, limbah berbahaya yang bisa dilakukan pembakaran adalah limbah yang secara biologis berbahaya, limbah yang tahan terhadap biodegradasi, dan persisten di lingkungan, limbah cair yang mempunyai titik nyala di bawah 40⁰ celcius, sampah yang tidak dapat dibuang di tempat pembuangan sampah yang aman, limbah mengandung organ yaitu halogen, timbal, merkuri, cadmium, zinc, nitrogen, fosfor atau belerang. Namun dari sudut pandang ekonomi dan teknis, hanya limbah organik berbahaya yang paling cocok dilakukan pembakaran. Misalnya, limbah pelarut, minyak bekas, emulsi minyak dan campuran minyak, limbah plastic, karet dan lateks, limbah rumah sakit, limbah pestisida, limbah kilang seperti tar asam dan tanah liat bekas, limbah fenolik, limbah minyak dan lilin, sampah organik yang mengandung halogen, sulfur, fosfor atau senyawa nitrogen, benda padat yang terkontaminasi bahan kimia berbahaya seperti tanah mengandung minyak, kapasitor yang mengandung PCB, air terkontaminasi bahan kimia berbahaya.

Pengoperasian proses pembakaran sampah limbah B3, akan menjadi efektif sangat tergantung pada tiga hal, yaitu (1) suhu waktu pencampuran dimana suhu harus cukup tinggi agar limbah dapat dimusnahkan secara menyeluruh, sehingga kemungkinan terlepasnya limbah yang tidak terbakar ke atmosfer sangat rendah, (2) semakin lama limbah disimpan di *incinerator*, maka semakin baik pula

pemusnahannya. Meski demikian, waktu disimpan yang lebih lama di *incinerator*, akan berakibat volume *incinerator* menjadi lebih tinggi. (3) tingkat pencampuran antara limbah dengan oksigen yang tersedia di udara juga merupakan parameter yang penting dalam pembakaran limbah.

Kedua, dilakukan proses imobilisasi. Proses imobilisasi adalah proses di mana limbah B3 yang dicampur dengan bahan-bahan yang cenderung matriks padar yang sangat kedap air, sehingga akan bisa menangkap atau memperbaiki limbah di dalam struktur kandungannya. Mekanisme imobilisasi limbah B3 biasanya menggunakan beberapa bahan yang mengandung senyawa organik dan organologam. Imobilisasi dapat dicapai melalui beberapa tahapan yaitu stabilisasi dan solidifikasi. Proses solidifikasi adalah proses dimana massa padat monolit akan memiliki struktur kimia yang mampu diangkut dalam bentuk potongan yang berukuran sesuai dengan wadah sekunder. Stabilisasi kimia adalah proses imobilisasi sub unsur beracun dengan mereaksikannya secara kimia sehingga menghasilkan senyawa yang tidak larut dalam kisi kristal yang stabil.

Proses stabilisasi merupakan proses dimana limbah dalam bentuk lumpur atau semi padat dicampur dengan bahan penggembur, seperti abu bubuk, untuk menghasilkan padatan berstruktur padat berbutir kasar, yang mudah untuk diangkut ke tempat pembuangan akhir limbah B3. Semua proses imobilisasi limbah B3 ini akan menghasilkan suatu bahan yang penempatan fisiknya tidak menimbulkan dampak lingkungan atau masalah kesehatan bagi masyarakat setelah di buang. Berbeda dengan metode insinerasi, proses imobilisasi merupakan teknik pembuangan sampah yang kurang maksimal, lebih tepatnya dianggap sebagai tempat peralihan antara tahap *treatment* limbah dan pembuangan akhir limbah.

Proses stabilisasi dan solidifikasi dapat dibedakan menjadi lima kategori, yaitu (1) pemadatan berbahan dasar semen (proses perbaikan kimia), (2) pemadatan berbahan dasar kapur, (3) teknik polimer organik, (4) teknik enkapsulasi termoplastik, (5) verifikasi atau klasifikasi. Teknik solidifikasi berbahan dasar semen biasanya digunakan untuk lumpur yang terkontaminasi logam berat dan limbah radioaktif. Proses ini menggunakan semen *portland* dan lumpur dengan bahan tambahan, seperti abu untuk membentuk massa monolitik seperti batu. Bahan tersebut biasanya dibiarkan mengering setelah ditempatkan di tempat pembuangan akhir limbah. Teknik berbasis semen, banyak berhasil dalam pengendapan logam berat. PH campuran semen yang tinggi cenderung mempertahankan bahan dalam bentuk garam hidroksida atau karbonat yang tidak larut. Ion logam juga dapat diserap ke dalam matriks semen.

Ada beberapa kelebihan jika menggunakan teknik campuran semen, yaitu (1) bahan aditif yang tersedia bisa didapatkan dengan harga murah, (2) tekniknya berkembang dengan baik dan toleran dengan variasi bahan kimia dalam lumpur, (3) peralatan pemrosesan mudah dioperasikan dan mudah tersedia. Adapun kelemahannya, yaitu (1) semen dan bahan tambahan lainnya menambah secara signifikan berat dan massa lumpur, (2) campuran semen dan limbah menjadi berkekuatan rendah dan seringkali rentan mengalami pencucian kontaminan, (3) adanya garam Mn, Sn, Cu, dan Pb akan meningkatkan waktu pengendapan dan mengurangi kekuatan fisik matriks semen, dan (4) bahan organik seperti tanah liat akan menghambat proses pengendapan.

Proses solidifikasi berbahan dasar kapur, umumnya digunakan untuk senyawa anorganik berbahaya dan umumnya tergantung pada reaksi kapur dengan butiran halus yang bahannya mengandung silika dan air untuk menghasilkan bahan yang mengeras. Bahan seperti ini biasa disebut dengan beton *pozzolonic*. Pencampuran lumpur anorganik dan bahan tambahan semen bisa digunakan dalam teknik ini. Kedua bahan ini merupakan bahan produk limbah yang harus dibuang. Proses ini akan dapat mereduksi potensi kontaminasi limbah. Bahan akhir yang dihasilkan dari proses solidifikasi akan diperbolehkan di kerungkan di tempat pembuangan akhir limbah. Keuntungan teknik ini adalah (1) bahan tambahan tidak mahal dan tersedia secara luas, (2) peralatan pemrosesan mudah dioperasikan. Namun demikian, produk yang berat dan besar serta kontaminan dari produk tersebut merupakan kelemahan dari teknik ini.

Kategori ketiga, teknik polimer organik. Teknik ini biasa digunakan dalam proses urea-formaldehida. Dalam proses ini, monomer organik akan ditambahkan ke limbah dan tercampur rata. Proses katalisasi akan dilakukan ke dalam campuran dan pencampuran berlanjut sampai katalis terdispersi. Campuran itu kemudian dibiarkan mengeras dalam wadah lain. Bahan yang terpolimerisasi membentuk massa seperti spon yang memerangkap partikel padat limbah sekaligus memungkinkan adanya cairan untuk melarutkan diri. Massa polimer dapat dikeringkan sebelum dibuang tetapi seringkali dikubur tanpa dikerangkan dalam wadah. Teknik ini dapat diterapkan pada

lumpur basah atau kering dan menghasilkan campuran polimer limbah dengan kepadatan rendah. Bahan katalis yang digunakan dalam proses urea-formadehida adalah asam kuat yang logamnya mudah larut (pl-rendah) sehingga ada kemungkinan keluarnya logam dengan cairan tidak terperangkap dalam matrik resin selama proses polimerisasi.

Kategori keempat, teknik enkapsulasi termoplastik. Bahan-bahan non-plastik seperti aspal, bitumen, polietilen, poli propilena dan kaleng nilon seringkali digunakan untuk membuat pelapis atau pelindung diatas limbah. Bahan plastik yang digunakan umumnya adalah plastik organik yang mampu melunak dan mengeras secara fleksibel saat dipanaskan dan didinginkan. Teknik ini akan mengambil keuntungan dari sifat fisikawi tersebut. Limbah padat yang dikerangkan dicampur dengan bahan polimer ubin dan dipanaskan hingga suhu yang lebih tinggi, lalu dibiarkan hingga dingin. Saat campuran mendingin, matriks akan mengeras, dengan membentuk jaket polimer tipis diatas massa limbah. Seringkali belerang ditambahkan ke dalam matriks enkapsulasi untuk meningkatkan ketahanan fisik dan integritas struktural. Penghalang polimer yang tahan akan mencegah limbah terkontaminasi larut dalam lingkungan.

Proses enkapsulasi akan memberikan pengendalian yang tinggi terhadap pelepasan limbah berbahaya dalam jumlah yang tidak diinginkan ke lingkungan. Keuntungan dari proses ini adalah (1) lumpur yang distabilkan melalui proses ini benar-benar terisolasi dari lingkungannya dan oleh karena itu, kontaminan yang sangat larut dapat disimpan dengan mudah, (2) biasanya tidak diperlukan wadah sekunder dalam proses ini. Kelemahan model enkapsulasi adalah bahan yang digunakan dalam proses ini mahal dan mudah terbakar, sehingga memerlukan perawatan khusus dalam tahap operasionalnya dengan menggunakan alat yang khusus pula.

Kategori kelima, verifikasi atau klasifikasi. Proses ini dilakukan dengan limbah berbahaya dicampur dengan silika dan dipanaskan dalam suhu yang sangat tinggi dan dibiarkan mendingin menjadi padatan suhu seperi kaca yang dapat dengan mudah dibuang. Proses pemanasan ini dihasilkan dengan menggunakan elektroda grafit yang ditanam dalam campuran limbah dan diberi tegangan tinggi. Karena konsumsi energi sistem ini yang sangat tinggi, penerapannya hanya terbatas pada limbah radioaktif tingkat tinggi atau limbah berbahaya lainnya.

Ketiga, yaitu pengelolaan tempat pembuangan akhir limbah B3. Tempat pembuangan akhir merupakan fasilitas pembuangan dimana limbah B3 ditempatkan dan disimpan di dalam tanah. Jenis tempat pembuangan akhir (TPA) limbah B3 dapat diklasifikasi dalam tiga kelompok. Pertama, proses penguraian limbah dimana dalam proses detoksifikasi terjadi di dalam TPA menggunakan mekanisme pengenceran dan *disperse* serta penyebaran perkolasi ke dalam lapisan geologi bumi. Kedua, proses isolasi limbah yang bertujuan limbah terisolasi dan air lindi dari lingkungan sekitar dalam jangka waktu yang cukup lama. Lokasi yang menjadi penyimpanan limbah B3 dirancang khusus untuk menampung limbah tanpa batas waktu, namun juga memungkinkan identifikasi dan pengambilan di kemudian hari.

Pengisian lokasi TPA limbah dapat di laksanakan dengan tiga model. Pertama, pembuangan bersama (*co-disposal*), dimana limbah disimpan bersama atau ke dalam limbah rumah tangga atau limbah serupa dengan tujuan mengambil keuntungan dari proses pelemahan yang terjadi pada limbah tersebut. limbah harus dinilai secara kritis sebelum dimasukkan dalam TPA limbah yang bisa dipastikan mampu diolah dengan limbah rumah tangga. Kedua, model *mono-disposal* dimana semua limbah yang memiliki bentuk fisikawi dan kimiawi umumnya sama, seringkali ditampung dalam bentuk lumpur. Setelah disimpan, limbah belum tentu dalam bentuk fisik yang sama. Misalnya, lumpur yang tertinggal umumnya diperbolehkan untuk mengeringkan air, namun biasanya tetap dalam bentuk kimia yang sama. Limbah yang sangat berpolusi biasanya tidak dibuang dengan cara ini.

Model *multi-disposal* dimana model pembuangan limbah kimia yang berbeda pada tempat yang sama dengan tujuan untuk mengurangi potensi dari masing-masing limbah. TPA limbah merupakan cara pembuangan limbah berbahaya yang paling umum digunakan. Secara teknologi, ini dianggap sebagai metode pembuangan yang tidak canggih. Meski demikian mengintia kenyataan bahwa hal ini merupakan cara yang sederhana dan perlu hati-hati dalam merancang tempat pembuangan sampah limbah yang tepat, khususnya tempat penimbunan limbah B3. Tempat pembuangan sampah harus dirancang dan dioperasikan dengan baik sesuai dengan kepentingan kesehatan masyarakat dan lingkungan yang perlu dilindungi.

TPA limbah yang aman harus aman secara lingkungan dan teknis harus memasukkan perlindungan dalam desainnya. Mislanya, memasang pelapis perlindungan yang sangat kedap air

(bahan sintetis atau tanah liat) untuk melindungi air tanah dari air lindi yang terkontaminasi dan beracun serta pengendalian limpasan. Hal lain adalah penyediaan penutup dari bahan kedap air (tanah liat) yang melapisi TPA dan lereng untuk meminimalkan infiltrasi dan memungkinkan limpasan yang cukup serta menghindari genangan air. Berikutnya, dilakukan pemasangan sistem pengumpulan dan pengolahan lindi yang memadai ditambah sumur pantau. Oleh karena itu pemilihan lokasi TPA limbah yang aman harus mencakup identifikasi karakteristik tanah dan batuan, tingkat air tanah, tingkat banjir, akses terhadap transportasi dan akseptabilitas, dan lain-lain. Selain itu, sistem timbunan sampah berlapis ganda akan sangat aman bagi limbah. Sistem berlapis ini untuk mencegah migrasi limbah seperti air lindi keluar dari TPA ke permukaan air bawah. Pelapis harus dibuat dari bahan yang memiliki sifat kimia serta kekuatan dan ketebalan yang cukup mencegah kegagalan karena (1) gradien tekanan, (2) kontak fisik dengan limbah atau air lindi yang terpapar, (3) kondisi iklim, (4) tegangan instalasi, (5) tegangan pengoperasian sehari-hari.

Keempat, pembuangan limbah B3 pada sumur dalam. Metode ini dilakukan dengan penempatan dan pembuangan limbah cair di reservoir yang dapat diterima secara geologis. Limbah pada juga dapat ditempatkan pada formasi geologi yang seharusnya homogen, padat, masif dan harus menjamin stabilitas hidrologi dan mekanik. Diantara berbagai metode pembuangan limbah B3, yang paling ekonomis adalah penempatan limbah di fasilitas pembuangan limbah lahan dangkal. Selain unsur anorganik dari limbah tersebut, sebagian besar terdiri dari bahan organik dan cairan, kontaminan limbah bersama dengan air infiltrasi menghasilkan lindi yang dapat diangkut keluar dari fasilitas di bawah pengaruh bahan kimia di tempat dan gradien hidraulik, untuk menghambat pergerakan kontaminan, maka TPA biasanya berlokasi di tempat geologis dengan lapisan tanah halus.

Kelima, metode pembuangan limbah di lepas pantai. Metode pembuangan limbah di lepas Pantai sebagian besar terdiri dari beberapa cara, yaitu (1) pembuangan ke laut, (2) pembakaran ke laut, (3) dan ekspor. Cara pembuangan yang terakhir terdiri dari ekspor langsung limbah berbahaya dari satu tujuan ke tempat lain. Bisa berupa perpindahan antara satu negara ke negara lain atau satu wilayah ke wilayah lain. Landasan utama pergerakan tersebut secara teoritis adalah karena alasan teknis atau ekonomis. Namun demikian, dalam praktiknya seringkali pergerakan limbah yang sangat beracun dari dunia barat, dimana berhadapan dengan undang-undang yang sangat ketat tentang pembuangan limbah. Faktanya, negara yang menampung limbah berbahaya, seringkali kurang memperhatikan pembuangan limbah yang aman.

Pembuangan limbah ke laut merupakan pembuangan limbah yang sudah lazim dilakukan dibanyak negara. Metode ini menganut prinsip pengenceran dan terurai yaitu ketika limbah di buang kelaut, limbah tersebut disebarkan ke laut sehingga segera diencerkan hingga pada konsentrasi yang dampaknya sangat kecil. Oleh karena itu, hanya limbah yang bisa diurai, dinetralkan atau ditransformasikan melalui proses mikrobiologi dan kimia alami dilingkungan laut yang bisa dibuang ke laut. Pembuangan bahan organik yang sangat beracun dan tidak dapat diurai atau persisten harus di galkan dalam model ini.

Tahap ketiga, pemerintah membuat kebijakan yang mampu membangun kesadaran hukum bagi setiap individu di masyarakat untuk bertindak konsumtif yang berkelanjutan. Masyarakat yang sehari-hari melakukan kegiatan konsumsi, akan menghasilkan produk sampingan limbah baik limbah rumah tangga dan industri. Kedua limbah tersebut harus dikendalikan hingga pada titik nol limbah, agar tidak menjadi beban yang berat bagi tahap pengendalian limbah dan pembuangan akhir limbah. Pemisahan sampah dan limbah B3 perlu dilakukan oleh setiap anggota masyarakat, sehingga akan memudahkan dalam pengelolaan limbah B3 pada tahap selanjutnya, apakah di daur ulang, dipisahkan, di insinerasi, ditimbun secara geologis.

Tahap keempat, pembentukan indeks *zero waste management* yang menjadi tolok ukur dalam pengelolaan limbah B3, pengendalian individu dan industri memproduksi limbah B3, dan kesadaran hukum bagi masyarakat secara luas akan daur ulang dan pengolahan limbah B3 yang tepat dan aman bagi lingkungan. Indeks *zero waste* akan memudahkan bagi pemerintah, pemerhati lingkungan, koalisi masyarakat sipil, untuk turut mengawasi jalannya implementasi dari penegakan peraturan pengelolaan limbah B3 yang aman dan tepat bagi lingkungan. Selama ini, di Indonesia belum diterapkan indeks zero waste, sebagai dasar bagi pemaku kebijakan publik, dalam membuat kebijakan hukum lingkungan yang tepat dan aman.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Praktik pengolahan limbah B3 melalui daur ulang palsu, yang banyak terjadi di Indonesia, disebabkan karena paradigma pengelolaan dan pengolahan limbah B3 yang masih bersifat konvensional, yaitu pengumpulan, pemindahan, penampungan dan penimbunan. Akibatnya, banyak terjadi kerusakan lingkungan dan korban manusia yang terpapar air lindi dari limbah B3 atau zat kontaminan yang bocor di dalam lingkungan. Konsep pengelolaan dan pengolahan limbah B3, seharusnya beralih kepada konsep yang bisa mereduksi sebesar-besarnya resiko dari bahaya limbah B3 terhadap lingkungan dan masyarakat. Oleh karena itu, pendekatan yang dilakukan tidak hanya bergeser dari model konvensional ke model *zero waste management*, akan tetapi harus melompat kepada model *holistic zero waste management*.

Ada empat tahapan yang harus dilakukan dalam implementasi *holistic zero waste management* dalam pengelolaan dan pengolahan limbah B3 yang tepat dan aman bagi lingkungan. Pertama, pembuatan regulasi dan pengetatan yang mampu menekan sebesar-besarnya dalam proses produksi barang yang dilakukan industri untuk menghasilkan produk sampingan limbah B3. Proses pengendalian di tingkat hulu dalam produksi limbah B3, mutlak dilakukan untuk mengurangi jumlah dan kualitas limbah B3 yang tidak terkendali. Kedua, melakukan upaya pengelolaan dan pengolahan limbah B3 yang bisa mengendalikan limbah tersebut sehingga aman bagi lingkungan. Proses ini bisa berupa pembakaran, imobilisasi, pembuatan tempat pembuangan akhir limbah yang aman terhadap lingkungan. Ketiga, pemerintah membuat kebijakan yang membangun kegiatan konsumsi masyarakat yang berkelanjutan. Keempat, pemerintah membuat indeks *zero waste* baik model ISB yang dibuat oleh Timlett dan Williams, (2011) atau indeks *zero waste* yang dibuat oleh Zaman dan Lehman (2013).

4.2 Saran

Kementerian Lingkungan Hidup, atau penegak hukum seperti hakim, kejaksaan agung dan kepolisian yang menangani kasus-kasus kejahatan daur ulang palsu pengolahan limbah B3 perlu kiranya mengadopsi pendekatan *holistic zero waste management*. konsekuensinya, kebijakan penegakan pengolahan limbah B3 oleh industri dan kegiatan konsumsi masyarakat perlu di kontrol dan di awasi secara ketat. Selain, itu diperlukan hukuman maksimal bagi pelanggar yang melakukan penimbunan limbah B3 yang tidak sesuai prosedur pengolahan limbah yang aman bagi lingkungan. Hukuman itu bisa berupa pencabutan ijin usaha dan denda untuk pemulihan kerusakan lingkungan disebabkan pengolahan limbah B3 yang keliru.

DAFTAR PUSTAKA

- Anastas, Paul T., Zimmerman, Julie B. (2003). Peer reviewed: design through the 12 principles of green engineering. *Environ. Sci. Technol.* 37 (5). Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1021/es032373g>.
- Black, J.T., Phillips, D.T. (2010). The lean to green evolution. *Ind. Engr.* 42 (6).
- Braungart, Michael, McDonough, William, Bollinger, Andrew. (2007). Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions e a strategy for eco-effective product and system design. *J. Clean. Prod.* 15. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.08.003>.
- Carrico, M., Kim, V. (2014). Expanding zero-waste design practices: a discussion paper. *Int. J. Fashion Des. Technol. Educ.* 7 (1).
- Clapp, Jennifer. (2002). The distancing of waste: overconsumption in a global economy. *Confront. Consum.*
- Comella, Philip L. (1993). "Understanding a sham: When is recycling, treatment." *BC Envtl. Aff. L. Rev.* Vol. 20.
- EPA's Handling of the Marine Shale Case. (1990). Hearing before the Subcomm. on Environ-mental, Energy, and Natural Resources of the House Comm. on Government Operations, 101st Cong., 1st Sess. 41, (statement of Roy Varando, Coordinator of Louisiana Department of Environmental Quality) [hereinafter *Marine Shale Hearing*].
- Gutberlet, Jutta. (2003). Cities, consumption, and the generation of waste. *Aviso* 11.
- Jackson, Tim. (2005). Motivating Sustainable Consumption: a Review of Evidence on Consumer Behaviour and Behavioural Change. *Sustainable Development Research Network, Surrey*. Retrieved from <http://www.c2p2online.com/documents/MotivatingSC.pdf>.
- Lin, K.N. (2012). Cradle to cradle at CSC: through integrated recycling system and industrial symbiosis. In: *Paper Read at AISTech e Iron and Steel Technology Conference Proceedings*.

- M. Narayana Rao, Razia Sultana, Sri Harsha Kota, A. Shah, dan N. Davergave. (2016). Solid and hazardous waste management: science and engineering. *Butterworth-Heinemann*.
- Martins, I.S.B., Sampaio, C.P., Perez, U. (2013). Waste prevention and reuse of synthetic textiles: a case study in a Brazilian garment industry. In: *Paper Read at Green Design, Materials and Manufacturing Processes e Proceedings of the 2nd International Conference on Sustainable Intelligent Manufacturing*. SIM.
- Niinimäki, Kirsi. (2013). A renaissance in material appreciation: case study in zero waste fashion. *J. Text. Des. Res. Pract.* 1 (1).
- Paez, O., Dewees, J., Genaidy, A., Tuncel, S., Karwowski, W., Zurada, J. (2004). The lean manufacturing enterprise: an emerging sociotechnological system integration. *Hum. Factors Ergon. Manuf.* 14 (3).
- Qingbin Song, Jinhui Li, dan Xianlai Zeng. (2015). "Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy." *Journal of Cleaner Production* Vol. 104.
- Termsinvanich, P., Thadaniti, S., Wiwattanadate, D. (2013). Conceptual model for effective implementation of industrial symbiosis: a case study of Mab-Ta-Phut industrial estate. *Mediterr. J. Soc. Sci.* 4 (1).
- Tian Song. (2016). "An impossible ideal: the use and misuse of zero waste." *RCC Perspectives* Vol. 3.
- Timlett, R., Williams, I.D. (2011). The ISB model (infrastructure, service, behaviour): a tool for waste practitioners. *Waste Manag.* 31 (6).
- UNEP. (1999). Changing consumption patterns. *Ind. Environ.* 22 (4).
- Van Guilder, Cliff. (2018). Hazardous waste management: an introduction. *Stylus Publishing, LLC*.
- Wahab, A.B., Lawal, A.F. (2011). An evaluation of waste control measures in construction industry in Nigeria. *Afr. J. Environ. Sci. Technol.* 5 (3).
- Yoo, Kee-Young, Yi, Sora. (2014). Evaluation and development of solid waste management plan: a case of Seoul for past and future 10 years. *J. Mater. Cycles Waste Manag.* Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1007/s10163-014-0294-2>.
- Zaman, A.U. (2014). Identification of key assessment indicators of the zero waste management systems. *Ecol. Indic.* 36.
- Zaman, A.U., Lehmann, S. (2013). the zero waste index: a performance measurement tool for waste management systems in a "zero waste city". *J. Clean. Prod.* 50.
- Zaman, Atiq Uz. (2015). "A comprehensive review of the development of zero waste management: lessons learned and guidelines." *Journal of Cleaner Production* Vol. 91.
- Zotos, G., Karagiannidis, A., Zampetoglou, S., Malamakis, A., Antonopoulos, I.S., Kontogianni, S., Tchobanoglous, G. (2009). Developing a holistic strategy for integrated waste management within municipal planning: challenges, policies, solutions and perspectives for Hellenic municipalities in the zero-waste, lowcost direction. *Waste Manag.* 29 (5).