



DISERTASI

**PENGELOLAAN LIMBAH CAT PADA INDUSTRI KEMASAN
PLASTIK KECANTIKAN DENGAN PENDEKATAN TEKNOLOGI
DAN *LIFE CYCLE ASSESMENT (LCA)***

**Disusun oleh:
ARI DINA PERMANA CITRA
NIM : 30000215510008**

**PROGRAM DOKTOR ILMU LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2020**

DISERTASI

**PENGELOLAAN LIMBAH CAT PADA INDUSTRI KEMASAN PLASTIK
KECANTIKAN DENGAN PENDEKATAN TEKNOLOGI DAN *LIFE CYCLE*
*ASSESSMENT (LCA)***

**Ari Dina Permana Citra
NIM : 30000215510008**

**Telah dipertahankan pada ujian tertutup pada tanggal 13 Maret 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima**

Telah disetujui oleh :

Promotor :

Co Promotor :

**Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA
NIP. 19611228 198603 1 004**

**Dr. Henna Rya Sunoko, Apt, MES
NIDK. 0025085204**

**Mengetahui :
Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro Semarang**

**Program Doktor Ilmu Lingkungan
Sekolah Pasca Sarjana
Universitas Diponegoro Semarang
Ketua,**

Dekan,

**Dr. RB. Sularto, SH., M.Hum
NIP. 196701011991031005**

**Dr. Hartuti Purnaweni, MPA
NIP. 19611202 198803 2 002**

DISERTASI

**PENGELOLAAN LIMBAH CAT PADA INDUSTRI KEMASAN PLASTIK
KECANTIKAN DENGAN PENDEKATAN TEKNOLOGI DAN *LIFE CYCLE*
*ASSESSMENT (LCA)***

**Ari Dina Permana Citra
NIM : 30000215510008**

**Dr. RB. Sularto, SH., M.Hum
(Penanggung Jawab/ Ketua Sidang Ujian)**

**Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA
(Promotor)**

**Dr. Henna Rya Sunoko, Apt, MES
(Ko Promotor)**

**Prof. Dr. Ir. Syafrudin, CES. MT
(Penguji)**

**Dr. Sudarno, ST. MT
(Penguji Eksternal)**

**Dr. Sudarno, ST. MSc
(Penguji)**

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa disertasi dengan judul “ Pengelolaan Limbah Cat Pada Industri Kemasan Plastik Kecantikan Dengan Pendekatan Teknologi dan *Life Cycle Assesment (LCA)* benar-benar karya asli saya sendiri yang disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor pada Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan Sekolah Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.

Hasil karya orang lain yang saya kutip pada bagian-bagian tertentu disertasi saya, telah ditulis sumbernya secara jelas dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah secara benar. Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian disertasi ini bukan hasil karya saya sendiri atau plagiat, maka saya bersedia menerima pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Semarang, 3 Februari 2020

Ari Dina Permana Citra

BIODATA PENULIS

ARI DINA PERMANA CITRA, SKM, M. Kes



Penulis lahir di Lampung pada tanggal 22 juni 1982, Pendidikan yang pernah ditempuh penulis yaitu Sekolah Dasar Negeri 6 Bandar Lampung Lulus 1991, SMP Negeri 1 Bandar Lampung Lulus 1997, SMU Negeri 1 Bandar Lampung Lulus 2000. Kemudian melanjutkan pendidikan strata 1 (S1) Fakultas Kesehatan Masyarakat Studi Kesehatan Keselamatan Kerja (K3) di Universitas Diponegoro Program Studi Kesehatan Keselamatan Kerja (K3) Lulus 2004 dengan IPK 3.05, judul Skripsi ” Studi Implementasi Penggulangan Bahaya Kebakaran Menggunakan Standar Penanggulangan Bahaya Kebakaran di Sebuah Perusahaan Pembuatan dan Perbaikan Kapal”. Tahun 2009 melanjutkan pendidikan strata dua (S2) Magister Promosi Kesehatan, Program Studi Kajian Promosi Kesehatan Keselamatan Kerja (K3) di Universitas Diponegoro dengan IPK 3.67, Tesis yang disusun penulis sebagai syarat menempuh program S-2 adalah “ Analisis Implementasi Program Man Machine Interface (MMI). dan tahun 2015 melanjutkan pendidikan Program Doktor Ilmu Lingkungan di Sekolah Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.

Penulis pernah bekerja sebagai *Safety Officer* pada Departemen Environment Health and Safety (EHS) PT. Techpack Asia, Penyusun dan Implementasi ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, HIRAC, Penyusun Dokumen UKL UPL, Sertifikat Penyusun AMDAL, Sertifikat Ahli K3 Umum, Trainer Bekerja Pada Ketinggian, dan bekerja dalam keadaan bertegangan listrik, dan saat ini bekerja sebagai staf pengajar di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKES) Widya Husada.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang dengan segala Rahmat dan Karunianya yang berlimpah penulis dapat menyelesaikan penulisan Disertasi yang berjudul “ Pengelolaan Limbah Cat Pada Industri Kemasan Plastik Kecantikan Dengan Pendekatan Teknologi dan *Life Cycle Assesment (LCA)*” . Pada kesempatan ini saya sampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA dan Dr. Henna Rya Sunoko, Apt, MES, selaku Promotor dan Ko-Promotor yang setulus hati dengan sabar membimbing mencurahkan pemikiran dan perhatiannya, dan memberikan kepada penulis agar segera menyelesaikan disertasi, dan kewajiban publikasi artikel ilmiah.
2. Dr. Hartuti Purnaweni, MPA ., Dr. Ing. Sudarno, M.Sc selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan sekaligus sebagai penguji yang memberikan dorongan, semangat, bimbingan, dan arahan untuk penyelesaian disertasi agar dapat diselesaikan.
3. Prof. Dr. Ir. Syafrudin, CES, M.T dan Dr. Sudarno S.T, M.T. Selaku penguji yang memberikan masukan, dorongan, dan arahan dalam penyempurnaan penulisan disertasi.
4. Orang yang saya cintai dan putra putri saya “ Abida amalia syifa, Tegar Shofa Ikhsan, Iqlima Marwa Sakhi” yang selalu memberikan doa dan dukungan dengan kemandiriannya sehingga menjadi penyemangat dalam penyelesaian disertasi ini.
5. Semua pihak yang telah membantu terutama teman-teman Program Doktor Ilmu Lingkungan angkatan 9 dalam suka maupun duka bersama-sama menjalani proses pendidikan ini.
6. Direktorat Jenderal Sumber Daya Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi - Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dana Penelitian Disertasi Doktor (PDD)

Semarang, Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Pernyataan Keaslian Disertasi.....	iv
Biodata Penulis.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar.....	xi
Glosary.....	xiii
Daftar Singkatan.....	xvi
Abstrak.....	xvii
Abstract.....	xviii
Ringkasan.....	xix
Summary.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Pertanyaan Penelitian.....	5
C. Orisinalitas.....	5
D. Tujuan Penelitian.....	14
E. Manfaat Penelitian.....	14
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	15
A. Industri Kemasan Kosmetik.....	15
B. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).....	17
C. Limbah Cat Industri Kemasan Kosmetik.....	19
D. Kebijakan Pengelolaan Limbah B3.....	22
E. Teknologi Pengelolaan Limbah Cat.....	30
F. Life Cycle Assessment (LCA).....	43
G. Dampak Limbah Cat.....	48
H. Strategi Pengelolaan Limbah Industri.....	51

BAB 3 KERANGKA TEORI DAN KONSEP.....	54
A. Kerangka Teori.....	54
B. Kerangka Konsep.....	55
 BAB 4 METODE PENELITIAN.....	 56
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	56
B. Alur Penelitian.....	56
C. Desain Penelitian.....	60
D. Teknik Pengumpulan Data.....	61
E. Prosedur Penelitian.....	65
F. Teknik dan Analisis Data.....	77
 BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 79
A. Timbulan dan Karakteristik Limbah Industri Kemasan Kosmetik.....	79
B. Kondisi pengolahan limbah cat yang telah dilakukan oleh industri kemasan kosmetik.....	87
C. Pengelolaan Limbah Cat Menjadi Produk (Waste to Product) dan Rekayasa Proses.....	89
D. Dampak Lingkungan Limbah Cat berdasarkan Life Cycle Assesment (LCA).....	112
E. Strategi Pengelolaan Limbah Cat Industri Kemasan Kosmetik.....	128
 BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	145
B. Saran.....	148

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel Penelitian Terdahulu	11
Tabel 2.1 Tingkatan Pengelolaan Limbah.....	52
Tabel 4.1 Komposisi pencampuran bahan pembuatan benda uji dari lumpur cat.....	68
Tabel 4.2 Komposisi pencampuran bahan pembuatan benda uji dari limbah cat kering.....	69
Tabel 5.1 Kuantitas timbulan limbah cat tahun 2016-2017.....	82
Tabel 5.2 Bahan utama penyusun cat dan komposisinya.....	84
Tabel 5.3. Kategori Limbah Cat sebagai Limbah B3 berdasar PP 101 Tahun 2014.....	84
Tabel 5.4 Hasil Uji TCLP Limbah.....	85
Tabel 5.5. Informasi LD50 pada cat pelapis.....	86
Tabel 5.6 Peluang pemanfaatan limbah industri kemasan kosmetik.....	88
Tabel 5.7. Hasil uji kuat tekan paving block (21 cm x 10,5 cm x 6 cm) pada masing-masing konsentrasi limbah cat.....	94
Tabel 5.8. Rerata pengujian peresapan air.....	99
Tabel 5.8. Komposisi pencampuran bahan pembuatan benda uji.....	102
Tabel 5.9. Kuat tekan paving block berbahan campuran limbah cat kering.....	106
Tabel 5.10. Penyerapan air paving dengan bahan campuran dari limbah cat kering.....	108
Tabel 5.11. Kajian dampak lingkungan menggunakan metode LCA.....	110
Tabel 5.12. Strategi pemanfaatan limbah cat sebagai bahan campuran paving block.....	125
Tabel 5.13. Analisis risiko lingkungan pengelolaan limbah cat.....	131
Tabel 5.14. Hasil Uji TCLP Paving Block.....	137

Tabel 5.15. Langkah-langkah pemanfaatan limbah cat sebagai bahan <i>paving block</i>	142
Tabel 5.16. Kebutuhan lahan usaha dan bangunan paving block.....	143

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-Jenis Sumber Volatile Organic Compounds (Voc).....	21
Gambar 2.2 Epa's Cradle-To-Grave Hazardous Waste Management.....	24
Gambar 3.1 Kerangka Teori Penelitian.....	54
Gambar 3.2 Kerangka Konsep Penelitian.....	55
Gambar 4.1 Alur Penelitian.....	59
Gambar 4.2 Batasan Sistem LCA.....	73
Gambar 5.1 Proses pembuatan kemasan kosmetik.....	80
Gambar 5.2 Desain sistem rekayasa proses.....	90
Gambar 5.3 Penimbangan limbah cat fase cair.....	92
Gambar 5.4. Bentuk limbah cat setelah dikeringkan.....	92
Gambar 5.5 Pencampuran limbah cat dengan pasir dan semen.....	93
Gambar 5.6 Pembuatan <i>paving block</i> dengan mesin pencetak.....	94
Gambar 5.7 Pengujian kuat tekan <i>paving block</i>	96
Gambar 5.8. Kuat tekan sebagai fungsi penambahan paint sludge	97
Gambar 5.9. Prosentase penyerapan air paving fungsi kadar limbah cat.....	99
Gambar 5.10. Hasil cetakan <i>paving block</i> dengan campuran limbah cat kadar 2,5 %.....	101
Gambar 5.11. Bentuk fisik dan warna paving block.....	101
Gambar 5.12. Desain mesin pengering limbah B3.....	102
Gambar 5.13. Mesin pengering limbah cat (tampak depan dan samping).....	103
Gambar 5.14. Limbah cat kering hasil proses pengeringan.....	104

Gambar 5.15. Penggilingan dan pengayakan limbah cat kering.....	105
Gambar 5.16. <i>Paving block</i> menggunakan campuran limbah cat kering.....	107
Gambar 5.17. Grafik kuat kokoh paving sebagai fungsi penambahan limbah cat kering.....	109
Gambar 5.18. Penyerapan air paving block menggunakan campuran limbah cat kering.....	111
Gambar 5.19. Kuat tekan paving dengan limbah cat cair dan kering.....	112
Gambar 5.20. Diagram alir pengelolaan limbah cat oleh pihak ke-3.....	113
Gambar 5.21 Penilaian LCIA pengelolaan limbah cat oleh pihak ke-3.....	115
Gambar 5.22 Penilaian LCIA pengelolaan limbah cat melalui rekayasa teknis.....	116
Gambar 5.23. Penilaian LCIA limbah cat menjadi <i>paving block</i> komposisi lumpur cat 2% pada kuat tekan optimal sebesar 368,36 kg/cm ²	117
Gambar 5.24 Penilaian LCIA pengelolaan limbah cat pada mesin pengering.....	118
Gambar 5.25. Penilaian LCIA limbah cat menjadi <i>paving block</i> komposisi serbuk cat 2% pada kuat tekan optimal sebesar 390,60 kg/cm ²	119
Gambar 5.26. Potensi <i>Climate Change</i> hasil skenario pengelolaan limbah cat	123
Gambar 5.27. Potensi deplesi ozon hasil skenario pengelolaan limbah cat.....	124
Gambar 5.28. Potensi oksidan fotokimia hasil skenario pengelolaan limbah cat.....	126
Gambar 5.29. Model diagram tulang ikan pengelolaan limbah B3 kemasan kosmetik.....	128
Gambar 5.30. Neraca limbah cat dengan strategi pengelolaan.....	130
Gambar 5.31. Desain panel kontrol rekayasa proses.....	133

GLOSARI

Dampak	Perubahan yang terjadi dalam lingkungan akibat adanya aktifitas manusia termasuk didalamnya dampak pembangunan fisik dan non fisik
Eksplorasi	Tahapan kegiatan usaha pertambangan untuk memperoleh informasi secara terperinci dan teliti tentang lokasi, bentuk, dimensi, sebaran, kualitas dan sumber daya terukur dari bahan galian, serta informasi mengenai lingkungan sosial dan lingkungan hidup.
Gas rumah kaca	Gas-gas yang ada di atmosfer yang menyebabkan efek rumah kaca
Kebijakan	Usaha untuk mencapai tujuan tertentu dengan sasaran tertentu dan dalam urutan tertentu. Sedangkan kebijakan pemerintah mempunyai pengertian baku yaitu suatu keputusan yang dibuat secara sistematis oleh pemerintah dengan maksud dan tujuan tertentu yang menyangkut kepentingan umum
LCA	Suatu metode untuk menilai dampak lingkungan yang berhubungan dengan produk dan proses (<i>cradle to grave</i>) atau dari produksi bahan baku sampai pada pembuangan akhir. LCA dikembangkan dalam rangka untuk memperhitungkan masalah yang tidak dapat dipecahkan dengan alat manajemen lingkungan seperti analisis mengenai dampak lingkungan, sehingga terbukti bahwa teknik LCA ini sebagai teknik untuk membandingkan dua atau lebih pilihan alternative berdasarkan aspek dampak lingkungan dan keberlanjutan ekologi
LD 50	Besaran yang diturunkan secara statistik guna menyatakan dosis tunggal suatu senyawa yang diperkirakan dapat mematikan atau menimbulkan efek toksik yang berarti pada 50% hewan coba setelah perlakuan.
Lingkungan	Kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain
Pemanfaatan	Kegiatan penggunaan kembali, daur ulang, dan/atau perolehan kembali yang bertujuan untuk mengubah limbah B3 menjadi produk yang dapat digunakan

sebagai substitusi bahan baku, bahan penolong, dan/atau bahan bakar yang aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan hidup

Pengangkutan	Kegiatan pengangkutan yang dilakukan oleh badan usaha yang memiliki rekomendasi pengangkutan limbah dan ijin pengelolaan limbah B3 untuk kegiatan pengangkutan, setelah itu limbah B3 diserahkan kepada pemanfaat limbah B3, pengolah limbah B3, dan/atau penimbun limbah B3..
Pengolahan	Proses untuk mengurangi dan/atau menghilangkan sifat bahaya dan/atau sifat racun. Pengolahan limbah cat dapat menggunakan teknologi pengolahan limbah secara fisik, kimia, dan biologi untuk mengurangi kadar parameter utama limbah yang dihasilkan
Pengumpulan	Kegiatan mengumpulkan limbah B3 dari penghasil limbah B3 sebelum diserahkan kepada pemanfaat limbah B3, pengolah limbah B3, dan/atau penimbun limbah B3. Residu cat yang tercecer jika tidak ditangani dengan baik akan mencemari lingkungan merusak ekosistem.
Penimbunan	Kegiatan menempatkan limbah B3 pada fasilitas penimbunan dengan maksud tidak membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Tujuan penimbunan ini adalah untuk menampung dan mengisolasi limbah B3 yang sudah tidak dimanfaatkan lagi dan menjamin perlindungan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan dalam jangka panjang.
Penyimpanan	Kegiatan menyimpan limbah B3 yang dilakukan oleh penghasil limbah B3 dengan maksud menyimpan sementara limbah B3 yang dihasilkannya
Perilaku	Merupakan respon/reaksi seorang individu terhadap stimulus yang berasal dari luar maupun dari dalam dirinya. Respon ini dapat bersifat pasif (tanpa tindakan : berpikir, berpendapat, bersikap) maupun aktif (melakukan tindakan). Sesuai dengan batasan ini, perilaku kesehatan dapat dirumuskan sebagai bentuk pengalaman dan interaksi individu dengan lingkungannya, khususnya yang menyangkut pengetahuan dan sikap tentang kesehatan.
Sikap	Reaksi atau respon yang masih tertutup dari seseorang terhadap suatu stimulus atau objek. Sikap juga merupakan kesiapan atau kesediaan untuk bertindak dan juga merupakan pelaksanaan motif tertentu.

Sistem	Gabungan beberapa elemen yang saling bekerja bersama sama untuk mencapai tujuan
Skenario	Gambaran situasi yang mungkin dimasa yang akan datang
Tempat pemrosesan akhir (TPA)	Tempat untuk memproses dan mengembalikan sampah ke media lingkungan secara aman bagi manusia dan lingkungan
Tindakan	Realisasi dari pengetahuan dan sikap suatu perbuatan nyata. Tindakan juga merupakan respon seseorang terhadap stimilus dalam bentuk nyata atau terbuka

DAFTAR SINGKATAN

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
BTM	Bending Testing Machine
CO	Carbon Monoksida
CO ₂	Carbon Dioksida
GRK	Gas Rumah Kaca
GWP	<i>Global Warming Potential</i> (potensi pemanasan global)
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i>
LD 50	<i>Lethal Dose</i>
MSDS	<i>Material Safety Data Sheet</i>
NACE	Statistical Classification of Economic Activities for European Community
POHCs	Principle Organic Hazardous Constituents
PP	Peraturan Pemerintah
PPI	Pengendalian Perubahan Iklim
RCHW	Regulation on Control of Hazardous Waste
SDGs	<i>Sustainable Development Goals</i>
TCLP	<i>Toxicity Characteristic Leaching Procedure</i>
UU	Undang - Undang
VOC	<i>Volatile Organic Compounds</i>
WHO	World Health Organization
WWTP	<i>Waste Water Treatment Plant</i>

ABSTRAK

Industri kemasan kosmetik memproduksi aneka jenis kemasan yang digunakan untuk pewadahan produk produk kosmetik. Limbah yang dihasilkan industri berupa limbah padat, limbah cair, air limbah dan emisi udara. Timbulan limbah baik yang bersifat berbahaya dan beracun (B3) maupun limbah non B3 merupakan persoalan yang dihadapi oleh industri. Pengelolaan limbah cat yang merupakan limbah B3 ditujukan untuk mentaati peraturan perundangan, dilakukan oleh pihak ketiga yang memerlukan biaya untuk transportasi dan penimbunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi timbulan limbah B3 dan pengelolannya, dampak lingkungan pengelolaan limbah cat melalui kajian *life cycle assessment* (LCA), pemanfaatan limbah cat sebagai bahan baku produk paving block, dan strategi pengelolaan limbah cat berdasarkan aspek ekonomi, lingkungan dan kesehatan.

Penelitian bersifat eksploratif dan eksperimental dilakukan di industri kemasan kosmetik, industri pembuatan paving block, laboratorium universitas dan laboratorium analisis untuk memperoleh data primer. Penelitian menggunakan peralatan proses produksi untuk pengecatan, mesin pengering limbah cat, alat press paving block, dan peralatan untuk uji kuat tekan/kokoh, alat uji perembesan dan alat uji analisis *toxicity characteristic leaching procedure* (TCLP). Kajian dampak lingkungan berdasarkan LCA menggunakan perangkat lunak SimaPro versi edukasi.

Hasil penelitian menunjukkan jenis limbah yang ditimbulkan industry kemasan kosmetik berupa limbah padat plastik dan limbah non B3 lainnya serta limbah cat sebagai limbah B3. Pengelolaan limbah dilakukan mulai dari upaya pengurangan, daur ulang, pengolahan untuk memenuhi baku mutu lingkungan dan pengelolaan limbah cat pihak ketiga, dan peluang pemanfaatan limbah cat sebagai bahan campuran produk paving block. Pengurangan timbulan limbah cat dengan cara rekayasa proses dapat mengurangi limbah cat sebesar 17%-26%. Paving block menggunakan campuran limbah cat basah dengan kadar 1-15% Produk paving block dengan campuran limbah cat basah memenuhi mutu B dan C untuk kadar limbah sampai dengan 5% dari uji paving block menggunakan kadar 1-15%, sedangkan produk dengan limbah cat kering memenuhi mutu A dan B berdasarkan SNI 03-0691-1996. Uji TCLP terhadap bahan baku limbah cat dan produk paving block, nilai parameter uji memenuhi baku mutu. Strategi pengelolaan limbah cat didasarkan pada aspek ekonomi yang menguntungkan, aspek lingkungan dengan adanya penurunan dampak lingkungan hasil LCA dan pemenuhan baku mutu uji TCLP, serta penggunaan alat pelindung diri yang sesuai yaitu masker dan sarung tangan kimia dapat mencegah terjadinya efek negatif bagi kesehatan dan mencegah kecelakaan kerja.

Pengelolaan limbah industri kemasan kosmetik dapat dilakukan mulai dari tahapan pencegahan timbulan limbah dari proses produksi dilanjutkan dengan upaya-upaya pengurangan melalui rekayasa teknik, mendaur ulang limbah ke dalam proses dan memanfaatkan limbah B3 sebagai bahan baku untuk diproses menjadi produk yang berguna.

Kata-kata kunci : *pengelolaan limbah, industri kemasan kosmetik, paving block, LCA*

ABSTRACT

The cosmetics packaging industry produce various types of packaging that are used for cosmetic products. Waste generated by this industry in the form of solid and liquid waste, wastewater and air emissions. The generation of hazardous waste and non-hazardous waste is a problem faced by industry. The management of paint waste which is hazardous waste is intended to comply with laws and regulations, carried out by third parties who require fees for transportation and landfill. This study aims to identify the generation of industrial waste and its management, the environmental impact of paint waste management through a life cycle assessment (LCA), the use of paint waste as raw material for paving block products, and the paint waste management strategy based on economic, environmental and health aspects.

Research is explorative and experimental type carried out in the cosmetics packaging industry, paving block manufacturing industry, university laboratories and analysis laboratories to obtain primary data. The study uses production process equipment for painting, paint waste dryer, paving block press equipment, and equipment for compressive strength test, permeation test equipment and toxicity characteristic leaching procedure (TCLP) analyzer. An environmental impact assessment based on LCA uses the educational version of SimaPro software for calculation.

The results showed the type of waste caused by the cosmetic packaging industry in the form of plastic solid waste and other non-hazardous waste and mainly paint waste as hazardous waste. Waste management is carried out starting from the efforts to reduce, recycle, waste treatment to meet environmental quality standards and paint waste by third party. The opportunity for the use of paint waste as a mixture of paving block products provide benefit for the cosmetic industry. Reduction of paint waste generation by means of process engineering diminish paint waste by 17% -26%. The production of paving blocks use a mixture of sludge paint waste with 1-15% levels, meet the quality of B and C for waste levels up to 5%, while paving block products with dry paint waste meet the quality of A and B based on SNI 03-0691-1996. TCLP test carried out for paint waste and paving block products respectively, indicate the value of the test parameters meets the quality standard. The paint waste management strategy is based on profitable economic aspects, environmental aspects with a decrease in the environmental impact of LCA results and compliance with TCLP test quality standards, and the use of appropriate personal protective equipment ie masks and chemical gloves can prevent negative effects on health and prevent accidents work.

The waste management on the cosmetics packaging industry could be developed starting from preventing waste generation from the production process followed by reduction efforts through engineering design, recycling waste into the process and utilizing hazardous waste as raw material to be processed into useful products.

Keywords : *waste management, cosmetic packaging industry, paving block, LCA*

RINGKASAN

Industri kemasan kosmetik kecantikan adalah industri berbahan baku plastik, pigment, cat dan pelarut. Proses produksi pada tahap dekorasi pelapisan produk dengan cat berimplikasi pada produksi limbah yang dihasilkan, tidak terkecuali limbah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun atau yang lebih dikenal dengan limbah B3. Limbah B3 dari produksi kemasan plastik kecantikan salah satunya adalah limbah cat atau yang sering disebut paint sludge. Berdasarkan Undang- Undang Nomor 23 Tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan Lingkungan Hidup, Pemerintah menetapkan peraturan tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun yaitu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014. Pengelolaan limbah cat dengan pendekatan teknologi dan Life Cycle Assesment (LCA) dapat dijadikan pertimbangan dalam pengambil keputusan dan menentukan strategi terbaik pengelolaan limbah cat ditinjau dari lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi timbulan dan karakteristik limbah cat yang dihasilkan pada industri kemasan kosmetik, menganalisis kondisi pengolahan limbah cat yang telah dilakukan oleh industri kemasan kosmetik, mengembangkan pengelolaan limbah cat melalui pendekatan pengurangan timbulan limbah cat dan mengubah limbah cat menjadi produk (“*paving block*”), menganalisis potensi dampak lingkungan yang ditimbulkan dari pengelolaan limbah cat industri kemasan kosmetik dengan metode *Life Cycle Assesment (LCA)* dan mengembangkan strategi pengelolaan limbah cat pada industri kemasan kosmetik secara berkelanjutan (aspek ekonomi, lingkungan dan kesehatan).

Pengelolaan lingkungan industri yang dilakukan dengan baik dapat mengurangi risiko pencemaran. Faktor penyebab terjadinya pencemaran lingkungan ini umumnya adalah kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Pengurangan pencemaran lingkungan atau mencegah bertambah parahnya pencemaran lingkungan dapat dengan dilakukan pengelolaan limbah bagi pencemaran yang disebabkan aktivitas industri. Strategi pengelolaan limbah tersebut mempertimbangkan hirarki pengelolaan limbah, yang tercantum pada European Waste Directive, dan terintegrasi pada filosofi Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), (Andrade *et al.*, 2012).

Kegiatan Pemanfaatan limbah antara lain adalah penggunaan kembali (*reuse*) dengan fungsi yang sama ataupun berbeda, daur ulang (*recycle*) limbah menjadi lebih bermanfaat, dan

perolehan kembali (*recovery*) komponen limbah yang mempunyai nilai bermanfaat. Ketiga kegiatan tersebut merupakan mata rantai yang sangat penting dalam kegiatan pengelolaan lingkungan yang membedakan dari ketiga kegiatan tersebut adalah proses tambahannya apakah secara kimia, biologi, ataupun secara fisika/ termal.

Pemanfaatan limbah B3 menjadi produk '*Waste to product*' dilakukan dengan tujuan substitusi bahan baku dan energi dilengkapi dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan nomor registrasi dari Menteri atau Kepala lembaga pemerintahan non kementerian yang membidangi kegiatan atau usaha tersebut. Hau dan Sculli (1991) mengkaji cara dan biaya membuang limbah lumpur dan padatan dan hal-hal terkait lainnya, dimulai dari perencanaan secara keseluruhan untuk meminimalkan biaya diiringi dengan meminimalkan risiko yang dapat diterima bagi kesehatan manusia, sumber daya alam, dan mesin peralatan, metode yang digunakan dengan mempertimbangkan faktor-faktor internal dan faktor eksternal yaitu lingkungan.

Pengolahan limbah dengan cara pengurangan sumber limbah B3 dilakukan oleh industri kemasan kecantikan dengan cara rekayasa proses dimulai dari substitusi bahan baku cat dan pelarutnya, modifikasi peralatan industri, dan penggunaan teknologi ramah lingkungan. Penanganan limbah cat *solvent-based* lebih sulit dibandingkan dengan penanganan limbah cat *water-based*, dikarenakan untuk mengolah dan mengencerkan limbah tersebut membutuhkan senyawa lain yang tepat, penelitian yang dilakukan Hernadewita (2007) menggunakan penambahan kapur, poliflok, dan garam besi dalam tangki flokulasi pada bak ekualisasi yang sudah diatur debit, dan pH nya, untuk menurunkan kadar logam berat dengan menggunakan media pasir pada tangki klorinasi dan karbon filter pada tangki penyimpanan akhir.

Kegiatan perekayasaan pada mesin dan peralatan produksi dapat dilakukan untuk mengurangi volume limbah B3 yang dihasilkan dari proses produksi, penghematan penggunaan bahan baku industri dengan menggunakan mesin-mesin produksi yang telah direkayasa dapat menurunkan volume limbah. Eco-design peralatan dan mesin merupakan salah satu metode efektif untuk mengurangi pencemaran lingkungan dari sumbernya (Zeng Dan et al.,2018), dilakukan pada mesin *gear hobbing* diduga mesin dan peralatannya sebagian besar setiap tahunnya meningkat diikuti dengan ancaman terhadap lingkungan akibat konsumsi energi.

Penelitian yang dilakukan oleh Mohamed *et.al.*(2017) dengan menggunakan limbah cair yang dihasilkan dari industri cat dalam pembuatan batu bata semen dan genteng, selain itu memperbaiki beberapa sifat mekanik dari batu bata dan genteng semen, karena membutuhkan air

dalam jumlah yang banyak maka penelitian ini fokus pada penggunaan air limbah daripada memasok air bersih dalam memproduksi batu bata dan ubin, pengujian pada sample yaitu penyerapan air, *ignitability*, *toksisitas*, dan *korosivitas*. Aldahdooh *et.al* (2018) meneliti pemanfaatan agregat limbah plastik sebagai pengganti agregat sebagian pada bahan pembuatan beton. Hasil optimal 30% dari bahan pembuatan beton berasal dari agregat limbah plastik, pemanfaatan ini membantu melindungi lingkungan dengan meminimalkan volume pembuangan limbah.

Silva, Brito, dan Saikia (2018) membandingkan beton konvensional dan beton dengan campuran agregat limbah plastik dengan konsentrasi 7,5% dan 15%, ketiga benda uji tersebut diberi perlakuan perendaman, penyerapan air dengan aksi kapilaritas, karbonasi dan penetrasi klorida. Hasil pengujian menunjukkan penurunan pada properti beton dengan campuran agregat limbah plastik dalam hal daya tahan dan mempunyai kualitas yang kurang baik, terutama jika diberi perlakuan pengeringan.

Life Cycle Assessment (LCA) lebih dikenal dengan analisa *cradle to grave* dipakai pada pengembangan keputusan keputusan strategis bisnis bagi produk, desain proses, dan perbaikan. Juga untuk memberikan informasi sebuah produk yang dilihat dari aspek lingkungan. Penggunaan teknik LCA tidak menjamin bahwa seseorang dapat memilih opsi mana yang lebih unggul dari lingkungan, karena tidak dapat menilai dampak lingkungan dari sistem produk, keseluruhan atau sistem pelayanan yang sesungguhnya. Dampak lingkungan yang sebenarnya adalah dari emisi dan limbah yang bergantung pada kapan, dimana, bagaimana dilepaskan ke lingkungan (Morrissey et al, 2004).

Model pengelolaan lingkungan suatu industri bergeser dari yang bersifat pasif yaitu pembiaran menuju pengelolaan yang proaktif setelah melalui tahapan pengelolaan reaktif. Pengelolaan proaktif ditekankan pada kegiatan pencegahan timbulan limbah dari sumbernya yang berasal dari penyimpanan bahan baku, proses produksi dan penyimpanan produk. Berbagai model pengelolaan ini telah diterapkan pada industry seperti pendekatan pengelolaan melalui pencegahan pencemaran, minimisasi limbah, produksi bersih, produktivitas hijau dan ekoeisiensi. Ekoeisiensi menggabungkan aspek ekonomi dan lingkungan sehingga suatu kegiatan memberikan keuntungan bersamaan baik dari sisi ekonomi maupun lingkungan. Model yang dikembangkan oleh WBCSD (2006) ini menarik bagi industry terutama dikaitkan dengan adanya penghematan biaya produksi dan atau tambahan keuntungan.

Lokasi penelitian pada industri kemasan plastik kecantikan unit proses dekorasi pada ruang *uv coating* dan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang berlokasi di Karangawen Demak dan Industri pembuatan *paving block* di Banyumanik Semarang. Penelitian dilaksanakan selama satu tahun yaitu tahun 2019. Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan pembuatan benda uji pada industri pembuatan *paving block* dan rekayasa teknik pada ruang *uv coating*/pelapisan plastik dengan cat. Alat dan bahan dalam penelitian ini adalah limbah cat, pasir, semen, air, mesin paving, mesin penghancur, mesin pelapis cat, alat pengukur kuat tekan dan kuat kokoh. Sebelum dibuat benda uji limbah cat dikeringkan menggunakan mesin prototipe dan kemudian dihancurkan dan dihaluskan menggunakan mesin *crusher* atau mesin penghancur.

Analisis data dengan membandingkan hasil pengujian TCLP dengan baku mutu karakteristik beracun melalui prosedur pelindian (TCLP), Membandingkan hasil pengukuran kuat kokoh dan perembesan air berdasarkan SNI 03-0691-1996 klasifikasi mutu *paving block*. Rekayasa teknik dilakukan analisis data inventori dari perencanaan produksi antara kuantitas pemakaian bahan, dan jumlah limbah cat yang dihasilkan, dan kualitas produk. Analisis dampak terhadap lingkungan menggunakan perhitungan LCA menggunakan Software SimaPro 7.1

Limbah yang timbul dari proses pembuatan kemasan berupa limbah padat, limbah cair, air limbah dan uap serta gas. Limbah padat plastik berasal dari produk cetakan yang tidak memenuhi spesifikasi dengan jumlah kurang dari 2 %. Limbah plastik juga berasal dari potongan rangka kemasan disebut *runner* sebanyak 20%. Limbah bahan berbahaya dan beracun (limbah B3) berupa limbah cat (*paint sludge*) yang berasal dari sisa proses pelapisan produk dari proses *uv coating*. Limbah lainnya dari keseluruhan proses produksi adalah kantong zak, kain majun dan sisa biji plastik, sia pewarna, air limbah penangkap cat, kaleng cat, kaleng thinner, plastik sisa, karton, dan isolasi.

Limbah cat (*paint waste/ sludge*) yang diambil dari pemisahan air limbah tangkapan tirai air dan limbah padat dari *cyclone*. Limbah cat ini dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) sesuai dengan Peraturan Pemerintah No 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Berdasarkan sifat bahan cat yang digunakan, limbah cat mempunyai karakteristik mudah terbakar (*flammable*), dan beracun (*toxic*) dikategorikan sebagai limbah B3 kategori 1.

Data timbunan limbah cat diperoleh dari manifes pengiriman limbah ke pihak ketiga dengan jumlah timbunan sebesar 121.990 kg selama tahun 2016 atau rerata sebesar 10.165 kg per bulan dan sebesar 73.020 kg pada tahun 2017 dengan data sampai dengan bulan Oktober atau rerata sebesar 7.302 kg per bulan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3, limbah cat termasuk dalam kategori 1 dengan masa penyimpanan sementara maksimal selama 90 hari. Perkiraan laju timbunan limbah selama 90 hari berdasarkan data timbunan tahun 2016 dan 2017 sebesar 30.495 kg atau 30,5 ton.

Pengelolaan limbah pada industri kemasan kosmetik dilakukan menurut tingkatan pengelolaan limbah, mulai dari upaya pencegahan dan pengurangan timbunan limbah sampai dengan upaya daur ulang limbah plastik. Pengelolaan ini bertujuan untuk mentaati semua peraturan perundangan dengan acuan baku mutu lingkungan.

Pengolahan air limbah untuk memenuhi baku mutu lingkungan dilakukan pada instalasi pengolahan air limbah (IPAL)/ wastewater treatment plant (WWTP). Air limbah yang diolah merupakan air yang berasal dari proses produksi termasuk air limbah dari tirai air dan air limbah *cyclone* untuk menangkap volatile organic compound dari proses pengecatan. Efluen air limbah terolah dipantau dengan uji parameter di laboratorium terakreditasi untuk memastikannya memenuhi baku mutu air limbah.

Limbah gas berupa uap thinner yang merupakan volatile organic compound (VOC) dihisap dan dipisahkan pada *cyclone* separator. Padatan akan turun dari *cyclone* dan uap VOC akan dibuang ke udara sesuai dengan baku mutu lingkungan. Padatan berupa limbah cat sebagai limbah B3 dikelola menurut PP 101 tahun 2014.

Limbah padat plastik dari product *reject* dan *runner* dimasukkan ke dalam mesin *crusher* sehingga menjadi chips, dialirkan kembali ke mesin injeksi. Dengan cara daur ulang (recycle) secara internal pada proses produksi, maka timbunan limbah dapat dicegah. Limbah cat (paint sludge) selama ini dikelola oleh pihak ketiga sehingga memerlukan biaya transportasi dan pengelolaan yang cukup besar.

Pengelolaan limbah pada industri kemasan kosmetik dilakukan menurut tingkatan pengelolaan limbah, mulai dari upaya pencegahan dan pengurangan timbunan limbah, sampai dengan upaya daur ulang limbah plastik dan pemanfaatan limbah menjadi produk. Pilihan peluang pertama dengan mendaur ulang potongan produk kemasan kembali ke proses yang memberikan manfaat secara ekonomi dan lingkungan. Pilihan berikutnya pada pengolahan

limbah gas agar buangan memenuhi baku mutu lingkungan. Limbah cat selama ini dikelola oleh pihak ketiga yang memerlukan biaya transportasi dan pengelolaan yang cukup besar. Limbah cat dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku produk paving block.

Rekayasa proses dilakukan pada departemen uv coating dengan *pilot project* proses pelapisan cat, dilakukan rekayasa pada *spray gun* atau penyemprot cat dengan menggunakan *photosensor*, sebelumnya cat disemprotkan terus menerus pada produk yang bergerak di atas konveyor yang melewati *spray gun*, dengan adanya *photosensor* maka cat akan disemprotkan hanya pada produk yang melintas saja dalam ruangan *spray boat* sebelum masuk kedalam ruang UV pengering produk. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan sebanyak 3 juta produk jenis *compact* dihasilkan rata-rata sebelum adanya rekayasa proses setiap produk membutuhkan cat sebanyak 0,69 gr setelah dilakukan rekayasa proses rata-rata penggunaan cat sebesar 0,51 gr/ produk, sehingga dapat dilakukan penghematan penggunaan cat sebesar 26% sekitar 0,18 gr atau 0,0021 USD setiap produknya.

Penggunaan limbah cat cair (*sludge*) menghasilkan paving block dengan nilai kuat kokoh rerata pada paving block mengalami kenaikan secara signifikan sampai dengan penambahan limbah cat kadar 2,5 % dengan puncak kuat kokoh pada kadar limbah cat sebesar 2% memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996 sebagai jalan. Penurunan kuat kokoh secara signifikan dimulai pada penambahan limbah cat dengan kadar 3% memenuhi persyaratan sebagai peralatan parkir dan menurun lagi pada kadar 5% dan selebihnya. Penambahan limbah cat lebih dari 7,5 % sebagai bahan baku pengganti pasir menjadikan campuran kurang menyatu karena adanya kandungan solven yang sebagian tidak larut dalam air dan tidak memenuhi persyaratan SNI 03-0691-1996. Paving dengan konsentrasi 15% limbah cat memberikan bentuk fisik tampak mengembang mengakibatkan terbentuknya rongga-rongga udara sehingga kuat kokoh menjadi berkurang secara signifikan.

Kuat tekan paving block yang dibuat dari limbah cat dengan proses penengrangan, penggilingan dan pengayakan mengalami kenaikan dan cenderung sama dengan paving tanpa campuran limbah cat. Penggunaan 5% limbah cat kering relatif tidak merubah kuat kokoh paving. Berdasarkan standard SNI 03-0691 1996, paving block dengan campuran limbah cat kering dengan kadar maksimum 5% memenuhi mutu A dan B dapat digunakan sebagai jalan, peralatan parkir, pejalan kaki, taman dan lainnya, namun tidak dapat digunakan sebagai perkerasan jalan.

Hasil kajian dampak menggunakan LCA dengan menggunakan software SimaPro dikalkulasi pada setiap 1 kg Paving block. Paving yang diproduksi dengan persentase campuran paint sludge sebesar 2 % dari lumpur cat berdampak pada 2 kategori yaitu climate change sebesar 0.362784 kg CO₂ eq dan Photochemical oxidant formation sebesar 0.001524 kg NMVOC. Paving yang diproduksi dengan persentase campuran paint sludge yang sudah dikeringkan dengan komposisi sludge kering 2 %, berdampak pada 2 kategori yaitu Climate change sebesar 0.896059 kg CO₂ eq dan photochemical oxidant formation sebesar 0.003356 kg NMVOC. Rekaya proses pada mesin pelapis cat berdampak pada climate change sebesar 8.032537 kg CO₂ eq dan photochemical oxidant formation sebesar 0.027553 kg NMVOC. Sedangkan limbah yang diangkut langsung ke-pihak ke-3 berdampak pada 2 kategori yaitu Climate change sebesar 7.754296 kg CO₂ eq dan photochemical oxidant formation sebesar 0.028709 kg NMVOC.

Penggunaan limbah cat (paint sludge) sebagai bahan baku campuran pembuatan paving block menunjukkan terjadinya penurunan dampak lingkungan, baik sebagai dampak perubahan iklim yang dinyatakan dalam timbulan gas rumah kaca sebagai CO₂ eq maupun pelubangan ozon dinyatakan dalam oksidan fotokimia.

Pemanfaatan limbah cat sebagai bahan baku pembuatan paving block dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan yang dinyatakan dalam potensi pemanasan global dan photochemical oxidant. Pendekatan *waste to product* ini memberi manfaat secara ekonomi dan lingkungan sebagai salah satu alternatif pengelolaan lingkungan industri

Strategi pengelolaan lingkungan yang ditetapkan berdasarkan kajian aspek teknik, lingkungan, ekonomi dan kesehatan. Pemanfaatan limbah menjadi produk (waste to product) yang diterapkan pada pengelolaan limbah cat industri kemasan kosmetik dapat menghilangkan biaya-biaya pengelolaan yang dilakukan oleh pihak ke-3 yaitu biaya transportasi dan penimbunan limbah. Kajian lingkungan pengolahan limbah menjadi produk dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan berdasarkan penilaian menggunakan LCA. Uji TCLP pada limbah cat dan produk paving menunjukkan nilai parameter memenuhi baku mutu lingkungan. Penggunaan alat pelindung diri yang sesuai yaitu masker dan sarung tangan kimia dapat mencegah terjadinya efek negatif bagi kesehatan dan mencegah kecelakaan kerja. Strategi pemanfaatan limbah cat menjadi produk paving block dapat diterapkan oleh pihak industri dalam mengelola lingkungannya.

Pengelolaan limbah industri kemasan kosmetik sebaiknya dilakukan mulai dari tahapan pencegahan timbulan limbah dari proses produksi dilanjutkan dengan upaya-upaya pengurangan melalui rekayasa teknik, mendaur ulang limbah ke dalam proses dan memanfaatkan limbah sebagai bahan baku untuk diproses menjadi produk yang berguna. Limbah cat industri kemasan kosmetik dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran pembuatan paving block sehingga mengurangi biaya-biaya pengelolaan limbah yang dikeluarkan oleh perusahaan.

SUMMARY

The cosmetic beauty packaging industry use plastic, pigment, paint and solvents as a raw material. The production process at the decoration stage of coating the product with paint has implications for the generation of waste, including hazardous and non hazardous waste. Hazardous waste from the packaging production, one of which is paint waste or paint sludge. Two regulations are used for hazardous material management: the Government Regulation Number 23 Year 2009 concerning Environmental Protection and Management, and Government Regulation Number 101 Year 2014 concerning Management of Hazardous and Toxic Waste. The management of paint waste using technological approaches and Life Cycle Assessment (LCA) can be used consideration in decision makers and to determine the best strategy for paint waste management in terms of the environment.

This study aims to identify the generation and characteristics of paint waste produced in the cosmetics packaging industry, analyze the condition of paint waste treatment that has been carried out by the cosmetics packaging industry, develop the management of paint waste through an approach to reducing the generation of paint waste and turning paint waste into products paving blocks, analyzing the potential environmental impacts arising from the management of the cosmetic packaging industry's paint waste using the *Life Cycle Assessment (LCA)* method and developing a strategy for managing paint waste in the cosmetics packaging industry in a sustainable manner (economic, environmental and health aspects).

Properly managed industrial environment can reduce the risk of pollution. Factors causing this environmental pollution are generally activities carried out by humans. Reducing environmental pollution or preventing pollution can be done by managing waste generated by industrial activities. The waste management strategy considers the waste management hierarchy, which is listed in the European Waste Directive, and is integrated with the philosophy of the Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) (Andrade et al., 2012).

Waste utilization activities include reuse with the same or different functions, recycle waste becomes more useful product, and recovery of waste components that have useful value. These three activities are very important links in environmental management activities. The use of hazardous waste into a product is carried out with the aim of substituting raw materials and energy. Hau and Sculli (1991) examine ways and costs of disposing of sewage sludge and solids and other related matters, starting with overall planning to minimize costs accompanied by

minimizing risks acceptable to human health, natural resources, and machine tools, methods which is used by considering internal factors and external factors, namely the environment.

Waste treatment by reducing the source of hazardous waste is carried out by means of process engineering starting from the substitution of paint raw materials and their solvents, modification of industrial equipment, and the use of environmentally friendly technology. Handling of solvent-based paint waste is more difficult than handling water-based paint waste, because to process and thin the waste requires other appropriate compounds, research conducted by Hernadewita (2007) uses the addition of lime, polyploss, and iron salt in flocculation tanks at discharge tubing which has been regulated, and its pH, to reduce levels of heavy metals using sand media in the chlorination tank and carbon filter in the final storage tank.

Engineering approach on production machinery and equipment can be carried out to reduce the volume of hazardous waste generated from the production process, saving the raw materials by using efficient machines. Eco-design of equipment and machinery is one of the effective methods to reduce environmental pollution from its source (Zeng Dan et al., 2018). It is assumed that machines and equipment consume more energy related to the period of utilisation.

Research conducted by Mohamed et.al. (2017) using liquid waste generated from the paint industry in the manufacture of cement bricks and tiles. The result showed to improve the mechanical properties of bricks and cement tiles, it requires a large amount of water. The research focuses on the use of wastewater rather than supplying clean water in producing bricks and tiles. Aldahdooh et.al (2018) examined the use of plastic waste aggregate as a partial aggregate substitute in concrete-making materials. The optimal yield of 30% of the concrete-making material comes from aggregates of plastic waste, this utilization helps protect the environment by minimizing the volume of waste disposal.

Silva, Brito and Saikia (2018) compared conventional concrete and concrete with a mixture of plastic waste aggregates with the concentrations of 7.5% and 15%, the three specimens were treated with immersion, water absorption with capillary action, carbonation and chloride penetration. The test results show a decrease in concrete properties with a mixture of plastic waste aggregates in terms of durability and have a poor quality, especially if given a drying treatment.

Life Cycle Assessment (LCA) better known as cradle to grave analysis is used in developing strategic business decisions for products, process design, and improvement. LCA

also used to provide information on an environmental aspect of product. The use of LCA techniques does not guarantee that one can choose which option is superior to the environment, because it cannot assess the environmental impact of the product system, the whole or the actual service system. The actual environmental impact is from emissions and waste that depend on when, where, how it is released to the environment (Morrissey et al, 2004).

The environmental management model of an industry shifts from being passive to neglect towards proactive management after going through the stages of reactive management. Proactive management emphasizes the prevention of waste generation from sources originating from the storage of raw materials, production processes and product storage. These management models have been applied to industries such as pollution prevention, waste minimization, clean production, green productivity and eco-efficiency. Eco-efficiency combines economic and environmental aspects so that an activity provides a mutual benefit both in terms of economy and environment. The model developed by WBCSD (2006) is attractive to the industry, especially related to the savings in production costs and / or additional benefits.

This research location in the beauty plastic packaging industry is the decoration process unit in the UV coating room and Wastewater Treatment Plant (WWT) located in Karangawen Demak and the paving block manufacturing industry in Banyumanik Semarang Central Java. The study was conducted for the period of one year, 2018-2019. The research was carried out experimentally by making test specimens in the paving block industry and engineering in the UV coating / plastic coating with paint. The materials and equipment in this study are waste paint, sand, cement, water, paving machines, crushing machines, paint coating machines, compressive strength and sturdy gauges.

Data analysis by comparing test results of paint waste and paving block with toxicity characteristics leaching procedures (TCLP) standard, comparing the results of measurements of compressive strength and water permeation of paving block based on SNI 03-0691-1996 quality classification. Engineering modification is carried out by analyzing inventory data from production planners between the quantity of material used, the amount of paint waste generated, and the quality of the product. Environmental impact analysis using LCA calculations using SimaPro 7.1 Software.

Waste generated from the production process of beauty packaging is in the form of solid waste, liquid waste, waste water and steam and gas. Plastic solid waste comes from mold

products that do not meet specifications with an amount of less than 2%. Waste plastic also comes from pieces of packaging order called runners by 20%. Hazardous and toxic waste especially in the form of paint sludge come from the product coating process in the area of UV coating process. Other wastes generated from the entire production process are sack bags, cloth rags and plastic seed scraps, coloring agents, paint catching waste water, paint cans, thinner cans, waste plastics, cartons, and insulation.

Paint waste/ paint sludge is taken from the separation of wastewater from the curtain water catchment and solid waste from the cyclone. This paint waste is categorized as hazardous and toxic waste in accordance with Government Regulation No. 101 Year 2014 concerning Management of Hazardous and Toxic Material Waste. Based on the nature of the paint material used, paint waste has flammable and toxic characteristics categorized as Category 1 Hazardous Waste.

Data on paint waste generation was obtained from manifests of waste delivery to third parties with a total generation of 121,990 kg during 2016 or an average of 10,165 kg per month and 73,020 kg in 2017 with data up to October or an average of 7,302 kg per month. Based on Government Regulation No. 101 of 2014, a maximum temporary storage period is 90 days. Estimated rate of waste generation for 90 days based on 2016 and 2017 generation data is 30,495 kg or 30.5 tons.

Waste management in the cosmetics packaging industry is carried out according to the level of waste management, starting from efforts to prevent and reduce waste generation to plastic waste recycling. This management aims to comply with all laws and regulations with reference to environmental quality standards.

Wastewater treatment to meet environmental quality standards is carried out at a wastewater treatment plant (WWTP). Treated wastewater is water that comes from the production process including wastewater from the curtain water and cyclone wastewater to capture the volatile organic compound from the painting process. The effluent of treated wastewater is monitored by testing parameters in an accredited laboratory to ensure it meets the wastewater quality standards.

Waste gas in the form of thinner vapor which is a volatile organic compound (VOC) is sucked and separated in the cyclone separator. The solid will drop from the cyclone and the VOC

vapor will be discharged into the air according to environmental quality standards. Solids in the form of paint waste are managed according as hazardous waste.

The plastic solid waste from the reject and runner product is put into the crusher to become chips, flowed back to the injection machine. By recycling internally in the production process, waste generation can be prevented. Waste paint (paint sludge) has been managed by a third party so it requires considerable transportation and management costs.

Waste management in the cosmetics packaging industry is carried out according to the level of waste management, ranging from efforts to prevent and reduce waste generation, to recycling plastic waste and the utilization of waste into products. Choose the first opportunity by recycling packaged product pieces back to a process that provides economic and environmental benefits. The next choice in processing waste gas is that the waste meets environmental quality standards. Paint waste has been managed by third parties that require substantial transportation and management costs. Paint waste can be used as raw material for paving block products.

The engineering process is carried out in the UV coating department with a pilot project of the paint coating process, engineering modification is carried out on a spray gun or paint sprayer using photosensor, before the paint is sprayed continuously on a product that moves on a conveyor passes through the spray gun. By monitoring with the photosensor, the paint will be sprayed only on products that pass through the spray boat room before entering the UV chamber of the product dryer. The results of experiments implemented on 3 million compact types of products, before the engineering process each product requires paint as 0.69 gr and after the engineering process an average use of paint of 0.51 gr / product. The savings of the use of paint by 26% is around 0.18 gr or 0.0021 USD for each product.

The use of liquid paint waste (sludge) produces paving blocks increase the compressive strength until the addition of paint waste levels of 2.5%, with a maximum of peak on waste paint content at 2% meets the requirements of SNI 03-0691- 1996 as a way. Significantly compressive strength diminish with the addition of paint waste with 3% content fulfilling the requirements as parking equipment and decreased again at 5% content and the rest. The addition of paint waste more than 7.5% as raw material to replace sand makes the mixture less integrated because of the presence of solvents which are partially insoluble in water and do not meet the requirements of SNI 03-0691-1996. Paving with a concentration of 15% paint waste gives a physical form to

appear to expand resulting in the formation of air cavities so that the sturdy strength becomes significantly reduced.

The compressive strength of paving blocks made from paint waste with the process of drying, grinding and screening has increased and tends to be the same as paving without a mixture of paint waste. The use of 5% dry paint waste does not change the compressive strength of paving. Based on the SNI 03-0691 1996 standard, paving blocks with a mixture of dry paint waste with a maximum content of 5% meet the quality of A and B can be used as roads, parking equipment, pedestrians, parks and others, but cannot be used as road pavement.

The environmental impact study using LCA by SimaPro software are calculated for every 1 kg of paving blocks. Paving block produced with a percentage of a paint sludge mixture of 2% has an impact on 2 categories: climate change of 0.362784 kg CO₂ eq and photochemical oxidant formation of 0.001524 kg NMVOC. Paving produced with a percentage of the dried paint sludge mixture with a 2% dry sludge composition has an impact on 2 categories: climate change of 0.896059 kg CO₂ eq and photochemical oxidant formation of 0.003356 kg NMVOC. The process engineering on the paint coating machine has an impact on climate change of 8.032537 kg CO₂ eq and photochemical oxidant formation of 0.027553 kg NMVOC. While waste transported directly to the 3rd party has an impact on 2 categories, climate change of 7.754296 kg CO₂ eq and photochemical oxidant formation of 0.028709 kg NMVOC.

The use of paint sludge as a raw material for making paving blocks shows a decrease in environmental impact, both as an impact of climate change expressed in the generation of greenhouse gases as CO₂ eq and ozone depletion expressed in photochemical oxidants. This waste to product approach provides economic and environmental benefits as an alternative to managing the industrial environment.

The environmental management strategy is determined based on a feasibility study of technical, environmental, economic and health aspects. Utilization of waste into products (waste to product) that is applied to manage of paint waste could eliminate management costs carried out by the 3rd party, namely the cost of transportation and landfill waste. Environmental assessment of processing waste into products can reduce the negative impact on the environment based on an assessment using LCA. TCLP test on paint waste and paving products shows the parameter values meet environmental quality standards. The use of appropriate personal protective equipment namely masks and chemical gloves can prevent negative effects on health

and prevent work accidents. The strategy of utilizing paint waste into paving block products can be applied by the industry in managing their environment.

Cosmetics packaging industry waste management should be carried out starting from the stage of preventing waste generation from the production process followed by efforts to reduce through engineering, recycling waste into the process and utilizing waste as raw material to be processed into useful products. Waste paint as hazardous waste in the cosmetics packaging industry can be used as a mixture of paving blocks production so as to reduce the costs of waste management incurred by the company.