



Tanggung Jawab Sosial, Ekonomi, dan Lingkungan PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk (PT ITP) melalui Program Reduce, Reuse, Recycle, dan Recovery Kantong Semen

Socio-economic and Environmental Responsibility of PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk (PT ITP) through Reduce, Reuse, Recycle, and Recovery Programs of Cement Bags

ERNA LESTIANINGRUM¹, NOBON¹, TEGUH ARIYANTO^{2*}

¹PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk Unit Palimanan, Jalan Raya Palimanan KM 20 Cirebon

²Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik UGM, Jl. Grafika No. 2 Kampus UGM, Yogyakarta

*teguh.ariyanto@ugm.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received 28 March 2022

Accepted 22 July 2022

Published 31 July 2022

Keywords:

cement bag

reduce

reuse

recycle

recovery

ABSTRACT

PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk (PT ITP) Unit Palimanan has performed efforts to reduce, reuse, recycle, and recovery (4R) of cement bags as an attempt to utilize resources in efficient manners. In this study, the 4R program was evaluated to gain information on the impacts of the program in social, economic and environmental benefit as a part of corporate responsibility to the community and the environment. The study was conducted by analyzing data of cement bags and other non-hazardous wastes from 2016–2020, both generated and utilized in the 4R program. The evaluation results show that the reduction program of replacing 3-ply cement bags with 2-ply cement bags is dominantly able to reduce the tonnage of cement bag waste (up to 3,000 tons/year). The reuse, recycle, and recovery programs for cement bags to produce handicrafts and Refuse-Derived Fuel (RDF) was able to contribute up to 20% of the total tonnage of the 4R program. The cement bag reduction program (replacement of 3-ply paper with 2-ply) has environmental and economic benefits for the company. Reuse, recycle, and recovery programs for cement bags are able to provide wider benefits not only for the company and the environment but also for the community. The 4R program reduced emissions to an average of 1,404 tons of CO₂/year, where the dominant contribution came from the reduction effort of replacing 3-ply paper with 2-ply.

INFORMASI ARTIKEL

Histori artikel:

Diterima 28 Maret 2022

Disetujui 22 Juli 2022

Diterbitkan 31 Juli 2022

Kata kunci:

kantong semen

reduce

reuse

recycle

recovery

ABSTRAK

PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk (PT ITP) Unit Palimanan melakukan upaya *reduce, reuse, recycle, dan recovery* (4R) terhadap kantong semen yang dihasilkan sebagai upaya penggunaan sumber daya secara efisien. Upaya 4R dievaluasi dampak manfaat secara sosial, ekonomi dan lingkungan sebagai bentuk tanggung jawab perusahaan kepada masyarakat dan lingkungan. Studi dilakukan dengan menganalisis data kantong semen perusahaan dan limbah non bahan beracun berbahaya (non-B3) lainnya dari tahun 2016–2020, baik yang dihasilkan maupun dimanfaatkan dalam program 4R. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa program reduksi berupa penggantian kantong semen 3-ply menjadi 2-ply secara dominan mampu mengurangi tonase sampah kantong semen yang dihasilkan (hingga 3.000 ton/tahun). Program *reuse, recycle, dan recovery* kantong semen untuk memproduksi barang kerajinan dan *Refuse-Derived Fuel* (RDF) mampu menyumbang pemanfaatan hingga 20% dari total tonase program 4R yang dilakukan. Program reduksi kantong semen (penggantian kantong semen 3-ply menjadi 2-ply) memberikan manfaat bagi lingkungan dan ekonomi bagi perusahaan. Sedangkan, program *reuse, recycle, dan recovery* kantong semen mampu memberikan manfaat yang lebih luas tidak hanya bagi perusahaan dan lingkungan tetapi juga bagi masyarakat. Program 4R yang dilakukan mampu mereduksi emisi hingga rerata 1.404 ton CO₂/tahun di mana program yang berkontribusi secara dominan adalah penggantian kertas 3-ply menjadi 2-ply.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semen merupakan bagian penting dari material konstruksi. Semen dibuat dari batu kapur dan bahan aditif lainnya melalui proses yang cukup panjang dari tahap penambangan bahan baku, persiapan bahan baku, reaksi di kiln pada suhu tinggi, penyesuaian ukuran, dan finalisasi produk serta pengemasan produk. Proses produksi semen membutuhkan energi yang besar dan menghasilkan emisi CO₂ yang signifikan. Sebagai ilustrasi, pabrik semen menggunakan energi kira-kira hingga 15% dari total energi industri di suatu negara (Madloul *et al.*, 2011; Mokhtar & Nasooti, 2020) dengan total emisi CO₂ sebesar 5–7% (Wei & Cen, 2019). Di lain hal, Indonesia telah meratifikasi Kesepakatan Paris (*Paris Agreement*) dan menyusun target *Nationally Determined Contribution* (NDC) berupa penurunan emisi CO₂ sebesar 29% (tanpa bantuan internasional) atau 41% (dengan bantuan internasional) dari referensi *Business as Usual* (BaU) pada tahun 2030 (NDC Indonesia, n.d.). Upaya ini didukung pula dengan upaya pemanfaatan energi baru terbarukan sehingga mendukung *Net Zero Emission* (NZE). Oleh karena itu, sektor industri semen sebagai salah satu penyumbang emisi perlu melakukan upaya sebaik mungkin untuk mendukung pemerintah dengan menurunkan emisi yang dihasilkan dan memanfaatkan energi terbarukan.

PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk (PT ITP) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang produksi semen yang memiliki komitmen dan kesadaran tinggi terhadap efisiensi sumber daya (Hendrawan & Putra, 2021), reduksi emisi (Ariani *et al.*, 2016; Purnomo *et al.*, 2018) dan penggunaan energi terbarukan (Lestianingrum & Misnen, 2020; Purnomo *et al.*, 2018). Salah satu hal penting yang dapat mendukung program efisiensi sumber daya adalah pengelolaan sampah padat non bahan beracun berbahaya (non-B3). Jika dikelola dengan baik, limbah padat non-B3 dapat menghasilkan ekonomi sirkular yang bermanfaat baik dari sisi perusahaan dan masyarakat. Hal ini selaras dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.75/MENLHK/SETJEN/KUM.1/10/2019 tentang Peta Jalan Pengurangan Sampah oleh Produsen. Sampah yang dihasilkan pun beraneka ragam misalnya sampah organik, kertas, plastik, dan besi *scrap*. Upaya pemanfaatan sampah domestik ini sudah dilakukan oleh perusahaan misalnya dengan membuat bank sampah (Pusat Pelatihan dan Pemberdayaan masyarakat, 2014; Rinaldy *et al.*, 2017). Salah satu limbah padat non-B3 yang spesifik yang dihasilkan pabrik semen adalah kantong semen.

Secara umum, kantong semen disediakan oleh internal pabrik, mulai dari pengadaan bahan baku hingga pembuatan kantong semen. Bahan baku kertas yang digunakan sebagian besar masih impor, misalnya dari Swedia, sehingga bisa dipastikan apabila semakin tinggi penggunaan kertas, maka semakin besar upaya yang dilakukan untuk mendatangkan seluruh bahan baku ke pabrik yang selanjutnya diolah menjadi kantong semen. Di samping itu, semakin banyak

kertas yang digunakan untuk pembuatan kantong, maka potensi penggunaan energi semakin tinggi serta timbulan sampah kertas juga semakin tinggi. Jumlah timbulan sampah padat yang dihasilkan cukup besar yaitu sekitar 2.500 ton kantong semen per 1 juta ton/tahun kapasitas semen (PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk (PT ITP) Unit Palimanan, 2020). Upaya efisiensi dan pemanfaatan kantong semen yang saat ini telah dilakukan oleh masyarakat dan industri semen antara lain pemanfaatan kantong semen sebagai bahan baku produksi tas (Anam *et al.*, 2018) dan sepatu kasual (Nur *et al.*, 2018) serta identifikasi faktor untuk efisiensi produksi kantong semen (Muchtari *et al.*, 2017). Kajian masih terbatas pada upaya pemanfaatan dan belum dianalisis dampaknya secara sosial, ekonomi, dan lingkungan. Oleh karena itu, perlu ada kajian komprehensif baik upaya pemanfaatan (*reuse*, *recycle*, dan *recovery*) ataupun upaya reduksi timbulan limbah (*reduce*) kantong semen dan dampaknya terhadap sosial, ekonomi, dan lingkungan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah memberikan evaluasi yang komprehensif baik dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan dari program *reduce*, *reuse*, *recycle*, dan *recovery* kantong semen yang dilakukan oleh PT ITP, khususnya Unit Palimanan.

2. METODE

Penelitian dilakukan dengan melakukan analisis terhadap data kantong semen PT ITP Unit Palimanan dan limbah non-B3 lainnya dari tahun 2016–2020. Selain itu program *reduce*, *reuse*, *recycle*, dan *recovery* yang telah dilakukan dianalisis dampaknya secara sosial, ekonomi, dan lingkungan.

2.1 Analisis Dampak Sosial

Dampak sosial dari program 4R PT ITP Unit Palimanan dievaluasi secara sederhana dengan menguantifikasikan jumlah warga yang terlibat baik secara langsung ataupun tidak langsung. Selain itu, jenis keterlibatan juga dituliskan.

2.2 Analisis Dampak Ekonomi

Dampak ekonomi dari program 4R dilakukan dengan menghitung anggaran dan penghematan PT ITP Unit Palimanan untuk menjalankan program. Bagi masyarakat, nilai ekonomi dilakukan dengan menghitung penjualan dari jumlah produk yang dihasilkan dari program 4R.

2.3 Analisis Dampak Lingkungan

Dampak program 4R PT ITP Unit Palimanan dievaluasi dengan menghitung pengurangan absolut dan reduksi emisi CO₂. Perhitungan pengurangan absolut sampah dilakukan dengan menggunakan Persamaan 1.

$$|R_i| = J_i - J_N \dots\dots\dots (1)$$

dengan R_i adalah pengurangan absolut, J_i adalah jumlah timbulan sampah kantong semen pada tahun i, dan J_N adalah jumlah timbulan sampah kantong semen pada tahun referensi.

Jumlah absolut emisi CO₂ yang dihasilkan dihitung dengan menggunakan Persamaan 2 yang merupakan perkalian antara hasil perhitungan absolut dengan faktor emisi (EF).

$$Emisi\ CO_2 = |R_i| \cdot EF \dots\dots\dots (2)$$

Analisis *Life Cycle Assessment* (LCA) dilakukan untuk evaluasi yang lebih mendalam dari program 4R kantong semen jika dilihat dari keseluruhan proses daur hidup produksi semen. Analisis LCA dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *openLCA*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Program 4R Kantong Semen

3.1.1 Program *Reduce* Kantong Semen

Program *reduce* yang dilakukan yaitu mengurangi penggunaan lapisan kantong dari semula 3-ply menjadi 2-ply tanpa mengurangi kualitas dari kekuatan kantong semen. Gambar 1 menunjukkan perbedaan kantong semen 3-ply dan 2-ply yang digunakan.

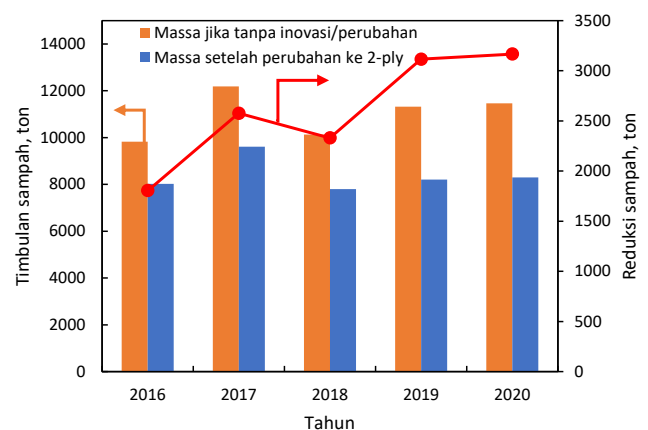


Gambar 1. Perubahan lapisan kantong semen dari 3-ply menjadi 2-ply

Hasil uji penjatuhan (*drop test*) menunjukkan bahwa kantong kertas 2-ply lebih baik (nilai *drop test* = 7,75±0,25)

dibanding kantong semen 3-ply yang sebelumnya digunakan (nilai *drop test* = 6,80±0,31). *Drop test* merupakan pengujian kualitas kantong semen yang dilakukan dengan menjatuhkan kantong yang telah berisi semen dari ketinggian 1,2 m. Nilai minimal *drop test* adalah 5, dalam arti dalam 5 kali uji jatuh maka tidak mengalami kerusakan.

Inovasi penggantian kantong semen 3-ply menjadi 2-ply merupakan usaha PT ITP Unit Palimanan dalam mengurangi timbulan sampah sekaligus penghematan secara ekonomi dari jumlah tonase bahan kertas yang dihasilkan. Tabel 1 menunjukkan jumlah pemakaian kantong semen dari tahun 2016–2020. Pemakaian kantong semen 2-ply meningkat tiap tahunnya dan kemudian menggantikan kantong semen 3-ply secara total pada tahun 2019. Tren reduksi timbulan kertas dari kantong semen pada rentang tahun 2016–2020 secara umum meningkat dengan *range* 1.800–3.100 ton kantong semen/tahunnya (Gambar 2).



Gambar 2. Timbulan dan reduksi sampah kertas dari kantong semen dari inovasi kertas 2-ply untuk menggantikan kertas 3-ply

Oleh karena, penggunaan jenis kantong semen 2-ply dapat dikatakan merupakan salah satu cara reduksi sampah yang efektif dan dapat diterapkan di unit produksi di perusahaan semen pada umumnya. Metode ini dapat menjadi alternatif dalam upaya efisiensi dan optimasi dalam proses produksi kantong semen yang sudah ada saat ini misalnya metode kontrol kualitas (Helia & Suyoto, 2018; Muchtiar *et al.*, 2017).

Tabel 1. Pemakaian kantong semen dan timbulan kertas yang digunakan PT ITP Unit Palimanan pada rentang 2016–2020

Tahun	Pemakaian kantong (<i>pieces/pcs</i>)				Timbulan kertas (<i>kg</i>)			
	2-ply		3-ply		2-ply		3-ply	
	40 kg	50 kg	40 kg	50 kg	40 kg	50 kg	40 kg	50 kg
2016	7.737.459	29.856.303	7.043.578	11.577.107	866.595	3.941.032	1.126.972	2.083.879
2017	9.143.114	44.509.616	6.353.816	9.392.653	1.024.029	5.875.269	1.016.611	1.690.678
2018	7.139.465	41.387.272	2.905.810	5.955.620	799.620	5.463.120	464.930	1.072.012
2019	17.836.870	47.057.525	0	0	1.997.729	6.211.593	0	0
2020	20.243.190	45.714.060	0	0	2.267.237	6.034.256	0	0

Catatan: Berat kantong 3-ply untuk kantong 40 kg dan 50 kg adalah 160 dan 180 g; berat kantong 2-ply untuk kantong 40 kg dan 50 kg adalah 112 dan 132 g.

3.1.2 Program Reuse Kantong Semen

Program *reuse* kantong semen adalah program untuk menggunakan kembali kantong semen *reject* dengan kualitas bagus. Penggunaan kembali tanpa melalui perubahan bentuk yang signifikan misalnya dalam hal ini digunakan ulang untuk dibuat sebagai kantong souvenir dan kantong obat di klinik internal pabrik. Tabel 2 menunjukkan rekapitulasi jumlah kantong berbahan baku kantong semen *reject* yang diproduksi komunitas di desa binaan. Kantong tersebut dimanfaatkan oleh warga sekitar dan karyawan PT ITP Unit Palimanan. Program ini berlangsung mulai tahun 2018 dengan perkiraan produksi sekitar 3.000 kantong souvenir yang dihasilkan tiap tahunnya.

Tabel 2. Rekapitulasi program *reuse* berupa pemanfaatan kantong semen *reject* menjadi kantong souvenir dan kantong obat

No.	Kegiatan	Satuan	Tahun		
			2018	2019	2020
1.	Pembuatan kantong souvenir ukuran 30x25x10 cm	pcs	600	600	600
2.	Pembuatan kantong obat ukuran 17x14x7 cm	pcs	2.400	2.400	2.400

3.1.3 Program Recycle Kantong Semen

Program *recycle* yang dilakukan adalah mengubah kertas kantong semen *reject* menjadi berbagai produk kerajinan tangan dan kertas baru melalui kerja sama dengan desa binaan PT ITP Unit Palimanan. Kegiatan ini selaras dengan kegiatan pemanfaatan kantong semen di literatur yang telah dipublikasikan sebelumnya, misalnya untuk pembuatan produk tas (Anam *et al.*, 2018). Hasil-hasil kerajinan berupa tas, bunga buatan, dan vas ditunjukkan pada Gambar 3.

Kegiatan pembuatan hasil kerajinan tersebut sering kali dilakukan dengan adanya pelatihan dengan mengundang seniman. Tabel 3 menunjukkan jumlah tonase bagian kantong semen yang telah dimanfaatkan dalam program *recycle*. Secara total ada 50–70 ton/tahun sampah dapat dikelola. Secara jumlah sampah ini tentunya sangat besar, namun masih sekitar 0,4–0,6% dari jumlah timbulan sampah kantong semen dari produksi semen PT ITP Unit Palimanan. Jumlah timbulan sampah PT ITP Unit Palimanan pada tahun 2020 sekitar 2.600 ton (Gambar 2) dan bisa jadi dimanfaatkan dengan cara lain, misalnya *reuse* dan *recovery* dan oleh pihak lain. Oleh karena itu, angka persentase pemanfaatan *recycle* adalah merupakan pemanfaatan internal dari program PT ITP Unit Palimanan.



Gambar 3. Pelatihan pembuatan kerajinan berbahan kertas kantong *reject* dan hasil-hasil kerajinan yang dapat dihasilkan

Tabel 3. Rekapitulasi bagian kantong semen *reject* yang termanfaatkan dalam program *recycle*

Jenis Kertas	Jumlah kertas termanfaatkan (kg)	
	Tahun 2019	Tahun 2020
Duplex	31.518	39.168
Core	10.984	15.814
Kertas Semen	4.585	8.064
Kardus	4.986	7.514
Total	52.073	70.560

3.1.4 Program Recovery Kantong Semen

Program *recovery* kantong semen yang dilakukan adalah mengolah kertas kantong semen bekas menjadi *Refuse Derived Fuel* (RDF). Program ini merupakan kerja sama dengan Unit Pengolah Sampah Badan Usaha Milik Desa (UPS Bumdes) dan RDF dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif di unit produksi PT ITP Unit Palimanan. UPS Bumdes sendiri mengolah tidak hanya sampah kantong semen tetapi mengolah pula sampah rumah tangga dan perkantoran di PT ITP. Hal ini dikarenakan RDF dengan jumlah yang cukup besar diperlukan di industri semen.

Alur pengelolaan sampah di PT ITP Unit Palimanan yang bekerja sama dengan UPS Bumdes ditunjukkan pada Gambar 4. Bahan baku adalah berasal dari dua sumber utama yaitu masyarakat desa binaan dan PT ITP Unit Palimanan. Bahan baku dari desa binaan berupa sampah rumah tangga dan kertas bekas kantong semen sedangkan dari PT ITP Unit Palimanan berupa sampah perkantoran, sampah kertas bekas *reject*, potongan kantong kertas, dan rumput. Produk yang dihasilkan berupa RDF dan biomassa yang dimanfaatkan di unit produksi PT ITP Unit Palimanan dan kompos yang dimanfaatkan warga sekitar.



Gambar 4. Alur proses pengolahan sampah UPS Bumdes Palimanan Barat

Kegiatan ini berfokus pada pembuatan RDF dibanding program-program bank sampah pada umumnya (Pusat Pelatihan dan Pemberdayaan masyarakat, 2014). Secara singkat, RDF dibuat dengan cara pengecilan ukuran, pencampuran, pencetakan, dan pengeringan bahan. Dampak program *recovery* ini dapat dilihat pada Tabel 4. Program mampu menghasilkan RDF antara 300–600 ton/tahun dan mampu berkontribusi terhadap pemanfaatan limbah padat non-B3 sebesar 0,2–1,0%. Kapasitas produksi saat ini masih terbatas dan harapan ke depan dapat ditingkatkan kembali. Pabrik semen merupakan pabrik yang menggunakan energi yang besar dalam unit produksinya sehingga segala bentuk pemanfaatan limbah padat sangat diperlukan.

Tabel 4. Jumlah RDF yang diproduksi UPS Bumdes kerjasama dengan PT ITP Unit Palimanan dan jumlah limbah padat non-B3 lainnya yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar di unit produksi

Jenis	Jumlah limbah padat non-B3 yang dimanfaatkan (ton)				
	2016	2017	2018	2019	2020
RDF	361	525	562	477	492
Limbah padat lainnya	80.482	60.541	125.493	230.587	172.382
TOTAL	80.843	61.066	126.055	231.064	172.874

3.2 Dampak Sosial dan Ekonomi Program 4R

Program 4R kantong semen merupakan program dalam rangka reduksi dan pemanfaatan limbah padat non-B3. Program yang dilakukan harapannya tidak hanya memberikan dampak positif bagi perusahaan tetapi juga memberikan kemanfaatan bagi masyarakat sekitar. Program *reuse*, *recycle*, dan *recovery* dilakukan sebagai bagian program pemberdayaan masyarakat (*Corporate Sosial Responsibility/CSR*) di mana PT ITP Unit Palimanan bekerja sama dengan komunitas dan pemerintah desa setempat. Gambar 5 menunjukkan salah satu aktivitas dari program *recycle* kantong semen yang melibatkan secara penuh masyarakat sekitar pabrik.



Gambar 5. Aktivitas masyarakat desa binaan dalam pembuatan kerajinan dengan memanfaatkan kantong semen

Dampak sosial dan ekonomi diindikasikan dengan jumlah warga yang terlibat secara langsung dan nilai ekonomi yang muncul dari program yang ada baik dari sisi PT ITP Unit Palimanan dan masyarakat seperti ditunjukkan pada Tabel 5. Program reduksi dengan mengubah kantong semen 3-ply menjadi 2-ply mampu menghemat hingga sekitar 32 miliar rupiah/tahun. Program ini memberikan manfaat bagi internal perusahaan. Program *reuse* dan *recycle* merupakan program yang bekerja sama dengan masyarakat desa binaan. Secara total program ini melibatkan 12 warga desa dan memberikan manfaat ekonomi hingga 92 juta rupiah/tahun. Untuk program *recovery* kantong semen, program ini melibatkan UPS Bumdes Palimanan Barat yang dikelola oleh CV Maju Makmur dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 15 orang. Kapasitas produksi RDF dan kompos sebesar 4 ton per hari, dengan jumlah sampah yang dikelola sebanyak 5 ton per hari yang berasal dari 2 desa binaan yaitu Desa Palimanan Barat dan Desa Gempol dengan jumlah 1.900 kepala keluarga. Jika dilihat secara dampak sosial dan ekonomi yang melibatkan masyarakat, program *recovery* memberikan dampak paling

besar. Oleh karena itu, program ini dapat menjadi salah satu program unggulan di perusahaan semen.

Tabel 5. Jumlah keterlibatan masyarakat dan manfaat ekonomi dari program 4R

Program kantong semen	Jumlah keterlibatan masyarakat (orang)	Manfaat ekonomi (juta rupiah/tahun)
<i>Reduce</i>	-	31.854
<i>Reuse</i>	2	4
<i>Recycle</i>	10	44,6
<i>Recovery</i>	15*	397,0

Catatan: Data diambil merupakan rerata dari 5 tahun terakhir antara 2016-2020.
*melibatkan pula 1900 kepala keluarga di desa binaan.

Tabel 6. Rekapitulasi jumlah sampah kantong semen yang dapat direduksi/dimanfaatkan dan emisi CO₂ yang dapat direduksi dari pemanfaatan program di PT ITP Unit Palimanan

Program kantong semen	Jumlah sampah tereduksi/termanfaatkan (ton)					Emisi CO ₂ yang dapat direduksi (ton)				
	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
<i>Reduce</i> *	1.805,0	2.575,0	2.329,0	3.115,0	3.166,0	614,4	876,8	793,0	1.076,8	1.077,9
<i>Reuse</i> **	-	-	0,1	0,1	0,1	-	-	0,1	0,1	0,1
<i>Recycle</i> **	-	-	-	52,1	70,6	-	-	-	57,3	77,6
<i>Recovery</i> **	361,0	525,0	562,0	477,0	492,0	397,1	577,5	618,2	524,7	541,2
TOTAL	2166,0	3100,0	2891,1	3644,2	3.677,7	1.011,5	1.454,3	1.411,3	1.658,9	1.696,8

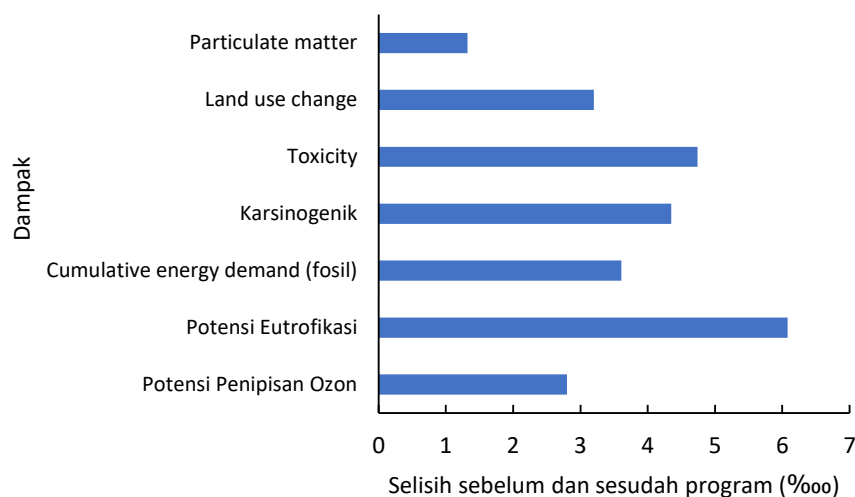
Catatan: *faktor emisi = 0,340 kg CO₂/kg kantong semen (Ma *et al.*, 2019)
**faktor emisi = 1,1 ton CO₂/kg kertas terdekomposisi (Lee *et al.*, 2017)

Nilai pengurangan absolut berupa jumlah tonase dari program 4R dan besaran emisi tidak cukup menggambarkan efek program terhadap emisi total pabrik secara menyeluruh. Oleh karena itu, analisis dengan LCA dilakukan. Karena keterbatasan ruang lingkup yaitu proses yang terkait langsung terhadap produksi semen, maka data yang digunakan adalah hanya jumlah kantong semen *reject* yang

3.3 Dampak Lingkungan Program 4R

Dampak lingkungan program 4R dievaluasi dengan dua cara yaitu perhitungan emisi CO₂ absolut dari kegiatan 4R dan evaluasi LCA. Tabel 6 menunjukkan jumlah sampah kantong semen yang dapat direduksi/dimanfaatkan dan emisi CO₂ yang dapat direduksi dari pemanfaatan program di PT ITP Unit Palimanan. Program reduksi berupa penggantian kantong semen 3-ply menjadi 2-ply berkontribusi paling dominan (55–65%) terhadap total reduksi emisi CO₂ dari program 4R. Kontribusi program *recycle* berada pada urutan ke-2 dengan 30–40% reduksi. Program *reuse/recycle* yang merupakan program yang relatif baru dapat berkontribusi hingga 5%.

dihasilkan oleh unit *Packaging* PT ITP Unit Palimanan. Hasil intensitas dampak dan parameter lingkungan diberikan pada Tabel 7. Hasil analisis menunjukkan bahwa program berdampak terhadap intensitas kategori dampak potensi eutrofikasi (kg PO₄^{3-eq}), toksisitas, karsinogenik, *cumulative energy demand* (fosil), dan *land use change* dengan nilai 3,6–6,1‰, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Selisih relatif kategori dampak sebelum dan sesudah program dari pengelolaan sampah kantong semen

Tabel 7. Total perhitungan kategori dampak pengelolaan sampah kantong semen

Kategori Dampak	Satuan	Nilai Intensitas Kategori Dampak			Selisih Relatif
		Sebelum Program	Setelah Program	Selisih	
Global Warming Potential	kg CO ₂ eq.	674,77	674,76	1,10×10 ⁻²	0,16‰
Potensi Penipisan Ozon	kg CFC-11 eq.	6,40×10 ⁻⁶	6,39×10 ⁻⁶	1,79×10 ⁻⁹	2,80‰
Potensi Hujan Asam	kg SO ₂ eq.	0,94	0,94	3,80×10 ⁻⁵	0,40‰
Potensi Eutrofikasi	kg PO ₄ ³⁻ eq.	0,50	0,50	3,02×10 ⁻⁴	6,08‰
Cumulative energy demand (fossil)	MJ	3.268,24	3.267,06	1,18	3,61‰
Cumulative energy demand (biomass)	MJ	150,75	150,73	1,30×10 ⁻²	0,86‰
Photochemical oxidant	kg ethylene eq.	9,62×10 ⁻²	9,62×10 ⁻²	2,80×10 ⁻⁶	0,29‰
Potensi terjadi penurunan abiotik (fossil dan non fossil)	kg antimony eq.	3,33×10 ⁻⁴	3,33×10 ⁻⁴	3,00×10 ⁻⁹	0,09‰
Karsinogenik	CTUh	1,22×10 ⁻⁵	1,22×10 ⁻⁵	5,30×10 ⁻⁹	4,35‰
Toxicity	kg 1,4-dichlorobenzene eq.	51,91	51,88	2,46×10 ⁻²	4,74‰
Water Footprint	m ³	8,59×10 ⁻²	8,59×10 ⁻²	1,04×10 ⁻⁵	1,21‰
Land use change	kg SOC	281,09	281,00	9,00×10 ⁻²	3,20‰
Particulate matter	kg PM _{2.5} eq.	8,17×10 ⁻²	8,17×10 ⁻²	1,08×10 ⁻⁵	1,32‰
Potensi Eutrofikasi	kg NO _x eq.	0,57	0,57	2,90×10 ⁻⁵	0,51‰

4. KESIMPULAN

Program *Reduce, Reuse, Recycle, dan Recovery* (4R) dilakukan dalam pengelolaan sampah kantong semen yang dihasilkan oleh PT ITP Unit Palimanan. Program reduksi kantong semen melalui pergantian kantong semen 3-ply menjadi 2-ply secara dominan mampu mengurangi tonase sampah kantong semen dan reduksi emisi, masing-masing hingga 3.000 ton/tahun dan 1.000 ton CO₂/tahun. Program ini memberikan manfaat lingkungan dan ekonomi bagi perusahaan. Program *reuse, recycle, dan recovery* kantong semen merupakan program yang mampu memberikan manfaat lebih luas baik bagi perusahaan, masyarakat dan lingkungan. Secara lebih menyeluruh, analisis LCA menunjukkan walau secara absolut upaya reduksi limbah cukup besar tetapi baru dapat berkontribusi tertinggi hingga 6,08‰ pada potensi eutrofikasi.

PERSANTUNAN

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk (PT ITP) Unit Palimanan yang telah membiayai studi yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Anam, C., Harya Nugraha, L., & Nur Rochman, A. (2018). Pemanfaatan Kantong Semen dan Kayu Laser Sebagai Produk Tas untuk Meningkatkan Kreativitas dan Nilai Jual di UKM Viora Tanggulangin, Sidoarjo. *Jurnal Itenas Rekarupa*, 5(1), 20088–25121.

Ariani, E., Ruslan, M., Kurnain, A., & Kissinger. (2016). Analisis Potensi Simpanan Karbon Hutan Mangrove di Area PT Indocement Tunggal Prakarsa, TBK P 12 Tarjun. *EnviroSciencetea*, 12(3), 312–329.

Helia, V. N., & Suyoto, A. W. (2018). Pengendalian Kualitas Produk Kantong Semen dengan Menggunakan *Seven Quality Control Tools* (Studi Kasus Di PT XYZ). *Jurnal*

Ilmiah Teknik Industri, 5(3), 148–156. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v5i3.2102>.

Hendrawan, R., & Putra, E. (2021). Analysis of Efficiency and Strategy for Increasing Efficiency through the Potential Improvement of the Company Using Data Envelopment Analysis Method (A Study of Cement Companies in Indonesia). *Journal of Southwest Jiaotong University*, 56(3), 207–215. <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.56.3.17>.

Lee, U., Han, J., & Wang, M. (2017). Evaluation of Landfill Gas Emissions from Municipal Solid Waste Landfills for The Life-Cycle Analysis of Waste-to-Energy Pathways. *Journal of Cleaner Production*, 166, 335–342. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.016>.

Lestianingrum, E., & Misnen. (2020). Quality of Municipal Solid Waste Compost from Mechanical Biological Treatment (MBT). *Applied Mechanics and Materials*, 898, 64–70. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.898.64>.

Ma, X., Li, C., & Li, B. (2019). Carbon emissions of China’s Cement Packaging: Life cycle assessment. *Sustainability (Switzerland)*, 11(20), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su11205554>.

Madlool, N. A., Saidur, R., Hossain, M. S., & Rahim, N. A. (2011). A Critical Review on Energy Use and Savings in The Cement Industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 2042–2060. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.01.005>.

Mokhtar, A., & Nasooti, M. (2020). A Decision Support Tool for Cement Industry to Select Energy Efficiency Measures. *Energy Strategy Reviews*, 28, 100458. <https://doi.org/10.1016/J.ESR.2020.100458>.

Muchtiar, Y., Ikhsan, A., & Bidiawati, A. (2017). Pemetaan Pemborosan dalam Proses Produksi Kantong Semen

- Menggunakan Value Stream Mapping Tools. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 1(3). <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v1i3.475>.
- NDC Indonesia. (n.d.). <https://www.ndcs.undp.org/content/ndc-support-programme/en/home/our-work/geographic/asia-and-pacific/Indonesia.html>.
- Nur, I., Syah, D., Hidayat, M. J., Anam, C., Produk, D., Teknologi, I., & Tama, A. (2018). Pemanfaatan Kantong Semen Sebagai Sepatu Kasual Pria. *Jurnal Itenas Rekarupa*, 401–406.
- PT Indocement Tungal Prakarsa Tbk (PT ITP) Unit Palimanan. (2020). Kantong Semen Ramah Lingkungan.
- Purnomo, C. W., Budhijanto, W., Alfisyah, M., & Triyono. (2018). Improvement of Cement Plant Dust Emission by Bag Filter System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 316(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/316/1/012031>.
- Pusat Pelatihan dan Pemberdayaan masyarakat. (2014). Pengelolaan Sampah Mandiri Ramah Lingkungan Skala Rumah Tangga Studi Kasus Desa Cupang. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 3(1), 11–20.
- Rinaldy, R., Nulhaqim, S. A., & Gutama, A. S. (2017). Proses Community Development Pada Program Kampung Iklim di Desa Cupang Kecamatan Gempol Kabupaten Cirebon (Studi Kasus Program Bank Sampah Dalam Program Kampung Iklim). *Prosiding Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 129–389. <https://doi.org/10.24198/jppm.v4i2.14344>.
- Wei, J., & Cen, K. (2019). Empirical Assessing Cement CO₂ Emissions Based on China's Economic and Social Development during 2001–2030. *Science of the Total Environment*, 653, 200–211. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.371>.