

# Potensi Pengurangan Sampah Kertas dan Emisi Karbon dari Implementasi Digitalisasi Inspeksi Kendaraan Ringan di Perusahaan Tambang Batubara

Achmad Fauqy Ashari<sup>1</sup> dan Ika Meicahayanti<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> *Business and Performance Improvement Division*, PT. Kaltim Prima Coal, Sangatta, Indonesia, 75611

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda

\* penulis koresponden: ika.meica@ft.unmul.ac.id

**Abstrak:** PT Kaltim Prima Coal merupakan salah satu produsen batubara terbesar di Indonesia. Perusahaan ini menjalankan operasi pertambangan pada wilayah Kutai Timur, Kalimantan Timur. Perusahaan ini menerapkan prosedur inspeksi *pre-start* pada kendaraan ringan, baik untuk kendaraan pit maupun non-pit. Terdapat perubahan dalam sistem inspeksi dari sistem manual menggunakan kertas menjadi sistem digital secara *online*. Sistem yang dikembangkan ini diberi nama STIKER yang merupakan singkatan dari Sistem Terpadu Inspeksi Kendaraan Ringan. Perubahan mekanisme inspeksi menjadi sistem digital ini berpotensi memberikan dampak positif, salah satunya adalah pengurangan konsumsi kertas yang memberikan pengaruh terhadap kualitas lingkungan. Studi ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh implementasi sistem inspeksi digital terhadap potensi pengurangan sampah kertas dan emisi karbon dalam satu tahun implementasi. Kajian dilakukan melalui tahap observasi, serta pengumpulan dan analisis data. Jumlah data yang terekam atau data transaksi pada sistem terintegrasi digunakan sebagai dasar perhitungan pengurangan konsumsi kertas dan sampah kertas, dimana sistem inspeksi manual membutuhkan dua lembar kertas dengan massa 5,4 gram per inspeksi. Angka pengurangan sampah kertas selanjutnya dianalisis potensinya terhadap penurunan emisi karbon berdasarkan panduan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) untuk perhitungan emisi di sektor persampahan. Hasil kajian menunjukkan bahwa pada implementasi sistem telah mampu mengurangi sampah kertas sebesar 436,02 kg/tahun; serta mengurangi emisi karbon sebesar 29,07 kg emisi CH<sub>4</sub>/tahun atau 988,31 kg CO<sub>2</sub>-eq/tahun.

**Kata kunci:** Digitalisasi; Emisi karbon; Sampah kertas; Sistem inspeksi

Diterima: 30 September 2023

Diperbaiki: 01 Februari 2024

Disetujui: 08 April 2024

## 1. Pendahuluan

PT. Kaltim Prima Coal merupakan salah satu perusahaan tambang batubara dengan jumlah produksi terbesar di Indonesia. Perusahaan ini memiliki dua lokasi penambangan utama, yaitu di Kecamatan Sangatta Utara dan Bengalon. Dua lokasi tersebut berada di Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur. Dalam operasionalnya, perusahaan ini menerapkan prosedur pencatatan inspeksi *pre-start check* pada kendaraan ringan atau *Light Vehicle* (LV) yang dilakukan secara manual dicatat menggunakan kertas. Implementasi prosedur ini menimbulkan beberapa kendala atau permasalahan, antara lain terkait proses pendataan dan pengarsipan data, aspek *safety* dan validitas data, hingga kesulitan dalam proses monitoring hasil inspeksi.

Sehubungan dengan permasalahan tersebut maka dilakukan inisiasi *improvement* melalui proses digitalisasi terhadap mekanisme inspeksi kendaraan ringan. Sistem Terpadu Inspeksi Kendaraan Ringan atau yang kemudian disebut dengan "STIKER" merupakan sistem yang dikembangkan berbasis Microsoft Platform. Perubahan setelah implementasi STIKER adalah data yang sebelumnya menggunakan form checklist berbasis kertas diubah menjadi bentuk digital. Arus informasi pada keseluruhan area proses mulai dari inspeksi, pencatatan atau pengarsipan data, pelaporan, hingga monitoring informasi dapat terintegrasi dengan baik dan lebih cepat. Selain itu, dengan berubah menjadi digital, maka terjadi pengurangan biaya untuk mencetak dan mengarsipkan formulir kertas. Penggunaan kertas pun dapat dikurangi untuk mendukung perusahaan dalam upaya go green. Memaksimalkan penyimpanan elektronik yang dapat dikelola lebih baik daripada menggunakan kertas merupakan salah satu kegiatan pengurangan sampah yang bisa dilakukan [1,2].

Kertas diproduksi dari selulosa dan hemiselulosa, yang merupakan senyawa organik penyusun utama dinding sel tumbuhan [3,4]. Pembuatan kertas membutuhkan berbagai sumber daya. Produksi satu ton kertas membutuhkan 13 batang pohon, 400 liter minyak, 4100 kwh listrik [3] dan 1 L air untuk 3 lembar kertas [5]. Selama 40 tahun terakhir, konsumsi kertas meningkat sebesar 400% secara global yang menyebabkan deforestasi karena hampir 35% pohon ditebang untuk memproduksi kertas [6]. Penggunaan kertas yang semakin besar maka akan menimbulkan berbagai permasalahan, yaitu penebangan pohon, limbah industri kertas, pencemaran air dan udara, serta berakhir menjadi sampah kertas [7,8]. Sampah kertas berada di peringkat ke-3, setelah sampah dapur dan sampah plastik [2]. Kertas merupakan bagian dari produk hasil hutan. Produk hasil hutan yang terkumpul di tempat pembuangan sampah akan menghasilkan karbondioksida sebagai akibat dari pembusukan [9].

Pengurangan penggunaan kertas merupakan salah satu bentuk pengelolaan sampah kertas yang dapat dilakukan [10]. Pengelolaan sampah meliputi dua kegiatan, yaitu pengurangan dan penanganan. Pengurangan dapat dilakukan di sumber sampah, sedangkan penanganan dilakukan oleh pihak pemerintah, yang meliputi kegiatan pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, pemanfaatan, dan pemrosesan akhir atau penimbunan [11]. Pengurangan dapat dilakukan dengan konsep 3R, yaitu *Reduce*, *Reuse*, dan *Recycle* [12,13]. Konsep 3R dapat mengurangi 35% sampah yang dibuang ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah sehingga dapat meringankan beban dan memperpanjang umur TPA [12]. *Reduce* merupakan kegiatan pengurangan sampah dengan mengurangi penggunaan barang yang berpotensi menjadi sampah [14]. Pengurangan merupakan hal paling sederhana yang dapat dilakukan di sumber. Mereduksi sampah dapat mengatasi permasalahan sampah karena mampu meminimalisasi volume sampah yang diangkut ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sehingga dapat mengurangi biaya pengelolaan sampah yang dilakukan pemerintah [12,13]. Jika sampah yang dihasilkan di sumber berkurang, maka penanganan sampah oleh pemerintah juga akan berkurang. Kegiatan pengurangan perlu partisipasi dari pihak manapun, pemerintah, pendidikan, dan institusi. Pada perusahaan penting diterapkan *green technology* yang dapat menghasilkan suatu produk tanpa adanya limbah [15].

Pengurangan penggunaan kertas selain dapat mengurangi sampah juga dapat mengurangi efek pemanasan global [3]. Emisi gas rumah kaca terbesar berasal dari sektor energi, yaitu sebesar 30%, diikuti oleh industri, pertanian, kehutanan, dan penggunaan lahan lainnya. Meskipun tidak terlalu diperhitungkan, namun sektor persampahan juga berpotensi untuk menghasilkan gas rumah kaca yang berdampak pada pemanasan global. Sektor ini menghasilkan SLCPs (*short-lived climate pollutants*), seperti *black carbon* dan gas metan. Kedua polutan ini memiliki GWP (*global warming potential*) lebih besar dibandingkan CO<sub>2</sub> selama proses pembakaran atau pembakaran terbuka. Sebesar 1,6 miliar ton CO<sub>2</sub>-eq atau sebesar 5% dari total emisi GRK global berasal dari pengelolaan sampah. Jika tanpa adanya pengelolaan yang baik, sektor persampahan berpotensi menghasilkan 2,6 miliar ton CO<sub>2</sub>-eq pada tahun 2050 [16]. Peningkatan emisi tersebut dapat berasal dari kurangnya implementasi 3R [17].

Solusi terbaik dalam pengelolaan sampah dan mengurangi emisi adalah melakukan pencegahan dan pengurangan dari sumber sampah [18]. Penelitian ini mengkaji pengaruh penerapan sistem terintegrasi inspeksi kendaraan ringan (STIKER) terhadap pengurangan (*reduce*) sampah kertas dan emisi karbon, serta mengkaji estimasi potensi pengurangannya selama satu tahun implementasi.

## 2. Metode

### 2.1. Material

Material yang digunakan pada studi ini adalah berupa data primer dan sekunder. Data primer berupa pengukuran massa kertas yang digunakan untuk formulir inspeksi secara manual sebelum adanya implementasi sistem. Data sekunder berupa informasi terkait frekuensi inspeksi, jumlah unit kendaraan yang telah menjalankan sistem, serta jumlah data yang terekam pada sistem setiap bulan.

### 2.2. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu observasi, pengumpulan data, analisis data, serta perumusan kesimpulan dan saran. Observasi dilakukan terhadap penerapan Sistem Terpadu Inspeksi Kendaraan Ringan atau STIKER. Analisis dilakukan terhadap data yang telah terhimpun untuk mengetahui jumlah pengurangan penggunaan kertas yang dapat dijadikan perhitungan potensi pengurangan sampah kertas. Jumlah potensi pengurangan sampah kertas selanjutnya akan digunakan sebagai dasar analisis potensi pengurangan emisi karbon. Potensi pengurangan sampah kertas dan emisi karbon dihitung terhadap data yang telah terekam, serta dilakukan estimasinya dalam kurun waktu implementasi satu tahun.

*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) telah mengeluarkan panduan perhitungan emisi gas rumah kaca dari sektor persampahan [19]. Pada kajian ini potensi emisi karbon yang diperhitungkan hanya terbatas pada kegiatan penimbunan terhadap sampah kertas karena sebagian besar penanganan sampah di Indonesia menuju ke tempat pembuangan akhir [10]. Perhitungan emisi karbon mengacu pada IPCC menggunakan **Persamaan (1)** [17,19].

$$CH_4 \text{ Emission} = \left( MSW_T \cdot MSW_F \cdot MCF \cdot DOC \cdot DOC_F \cdot F \cdot \frac{16}{12} \cdot -R \right) \cdot (1 - OX) \quad (1)$$

dimana,

$CH_4 \text{ Emission}$	: potensi gas $CH_4$ yang dihasilkan (Gg $CH_4$ )
$MSW_T$	: massa sampah yang dibuang (Gg)
$MCF$	: faktor koreksi $CH_4$
$DOC$	: fraksi karbon organik yang terdegradasi
$DOC_F$	: fraksi karbon organik yang terdekomposisi
$F$	: fraksi gas $CH_4$ dari gas landfill yang dihasilkan (%)
$\frac{16}{12}$	: rasio berat molekul $CH_4/C$
$R$	: recovery $CH_4$
$OX$	: faktor oksidasi

Perhitungan emisi karbon yang dihitung adalah gas metan, dimana dalam perhitungan menggunakan beberapa asumsi sebagai berikut, yaitu faktor koreksi  $CH_4$  sebesar 0,5; faktor karbon organik yang terdegradasi adalah sebesar 0,4 untuk sampah kertas; faktor karbon organik yang terdekomposisi adalah 0,5 dengan mengasumsi kondisi landfill adalah anaerob; nilai standar F adalah sebesar 50%; nilai MCF bergantung pada sistem landfill yang digunakan, dimana diasumsi sebesar 0,5;

R dan OX dalam hal ini adalah 0 karena diasumsi tidak ada *recovery* CH<sub>4</sub> dan tidak ada CH<sub>4</sub> yang teroksidasi [17,19].

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pembahasan dilakukan berdasarkan hasil analisis data, yaitu terhadap penerapan STIKER, potensi pengurangan sampah kertas, dan potensi pengurangan emisi karbon dalam kurun waktu satu tahun implementasi.

#### 3.1. Analisis Penerapan Aplikasi Sistem Terintegrasi Inspeksi

Kondisi sebelum adanya implementasi STIKER, dimana perusahaan masih melakukan inspeksi secara manual berbasis kertas, didapatkan identifikasi kebutuhan kertas minimal per tahun sebesar 730 lembar/unit LV pit atau 1971 gram/unit LV pit dan 104 lembar/unit LV non-pit atau 280,8 gram/unit LV non-pit (**Tabel 1**). Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, setiap tahunnya perusahaan menyediakan buku inspeksi minimal sebanyak 1500 buku. Perubahan terjadi saat implementasi STIKER mulai dijalankan, melalui inovasi yang mengubah proses inspeksi dari yang sebelumnya berbasis kertas menjadi *digital* secara *online*. Adapun tampilan sistem inspeksi saat ini seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**, dengan data jumlah unit kendaraan dan jumlah inspeksi yang telah menggunakan sistem dapat dilihat pada **Gambar 2**. Data yang telah tersimpan pada sistem pada satu tahun implementasi dapat dilihat secara detail pada **Tabel 2**. Jumlah data transaksi yang dimaksud pada tabel menunjukkan jumlah data yang telah melakukan inspeksi menggunakan sistem.

**Tabel 1.** Identifikasi kebutuhan kertas minimal pada kegiatan inspeksi

Jenis unit LV	Periode inspeksi minimal (kali/minggu)	Jumlah inspeksi minimal per tahun	Kebutuhan kertas minimal per tahun (lembar/unit)	Kertas yang digunakan minimal per tahun (gram/unit)
LV pit	7	365	730	1971,0
LV non-pit	1	52	104	280,8

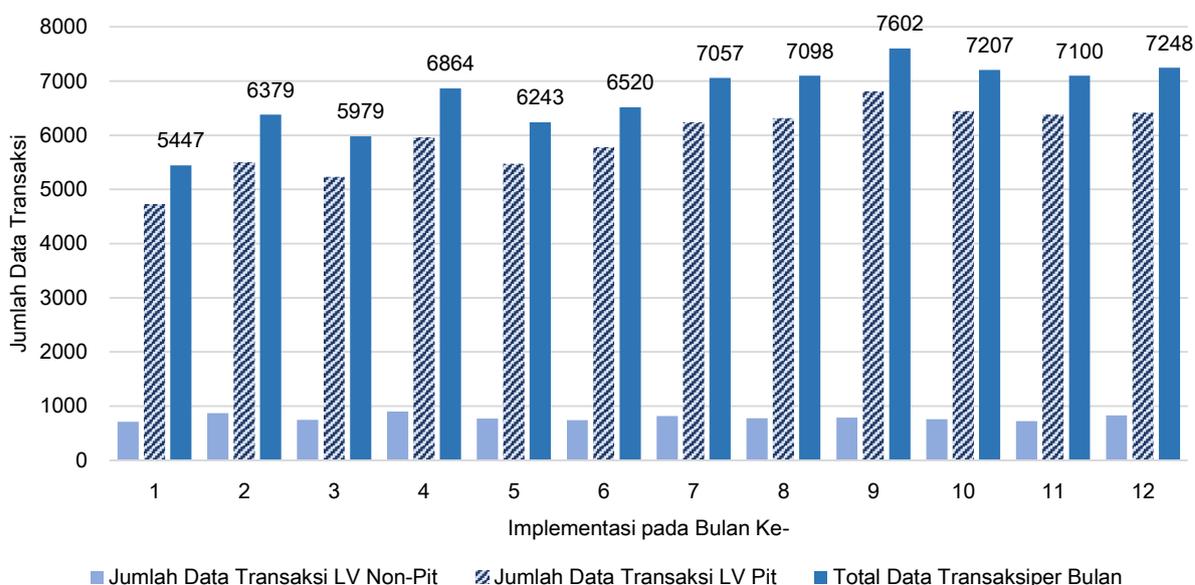


**Gambar 1.** Tampilan STIKER

**Tabel 2.** Data jumlah kendaraan dan inspeksi yang terekam pada aplikasi

Implementasi pada Bulan ke-	Jumlah LV Non-Pit (unit)	Jumlah LV Pit (unit)	Jumlah Data Transaksi LV Non-Pit	Jumlah Data Transaksi LV Pit	Total Data Transaksi per Bulan
1	144	395	713	4734	5447
2	146	445	874	5505	6379
3	143	440	747	5232	5979
4	169	500	903	5961	6864
5	152	487	768	5475	6243
6	148	487	740	5780	6520
7	177	532	816	6241	7057
8	151	519	779	6319	7098
9	153	506	791	6811	7602
10	160	515	761	6446	7207
11	159	507	721	6379	7100
12	163	560	831	6417	7248
Total Data Transaksi per Tahun					80744

Berdasarkan **Tabel 2** dapat dianalisis bahwa dalam satu tahun implementasi rata-rata unit yang dilakukan inspeksi sejumlah 647 unit/bulan, dengan rincian 156 unit LV Non-Pit/bulan dan 491 unit LV Pit/bulan, adapun rata-rata data transaksi berdasarkan sistem, yaitu sejumlah 6729 data/bulan dengan rincian 787 data/bulan untuk unit LV Non-Pit dan 5942 data/bulan untuk unit LV Pit. Jumlah data transaksi yang bervariasi (**Gambar 2**) tergantung pada frekuensi inspeksi yang dilakukan, kondisi unit, dan ketersediaan unit di lapangan. Jumlah data transaksi selanjutnya digunakan untuk perhitungan potensi pengurangan penggunaan kertas yang sejalan dengan jumlah pengurangan sampah kertas dan emisi karbon.



**Gambar 2.** Jumlah data transaksi dalam implementasi sistem

**3.2. Analisis Potensi Pengurangan Sampah Kertas dan Emisi Karbon dari Implementasi Sistem**

Implementasi penggunaan aplikasi memberikan pengaruh terhadap konsumsi penggunaan kertas karena terjadi transformasi dari sistem manual berbasis kertas menjadi sistem digital. Pada inspeksi

manual membutuhkan dua lembar kertas dengan massa total kertas sebesar 5,4 gram. Pengurangan konsumsi kertas dihitung berdasarkan data yang terekam pada aplikasi selama satu tahun implementasi, sesuai data pada **Tabel 2**. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perubahan inspeksi dari sistem manual ke digital dapat menurunkan konsumsi kertas sebesar 161.488 lembar dan berpotensi mengurangi sampah kertas sebesar 436,02 kg pada rentang waktu implementasi, yaitu selama satu tahun (**Tabel 3**). Hal ini membuktikan bahwa kemajuan teknologi informasi dapat menjadi solusi dalam pengurangan sampah [20].

**Tabel 3.** Pengurangan sampah kertas berdasarkan jumlah pengurangan konsumsi kertas

Implementasi pada Bulan ke-	Total Data Inspeksi per Bulan	Pengurangan Penggunaan kertas (lembar)	Pengurangan Sampah Kertas (kg)
1	5447	10894	29.41
2	6379	12758	34.45
3	5979	11958	32.29
4	6864	13728	37.07
5	6243	12486	33.71
6	6520	13040	35.21
7	7057	14114	38.11
8	7098	14196	38.33
9	7602	15204	41.05
10	7207	14414	38.92
11	7100	14200	38.34
12	7248	14496	39.14
Total per tahun	80744	161488	436.02

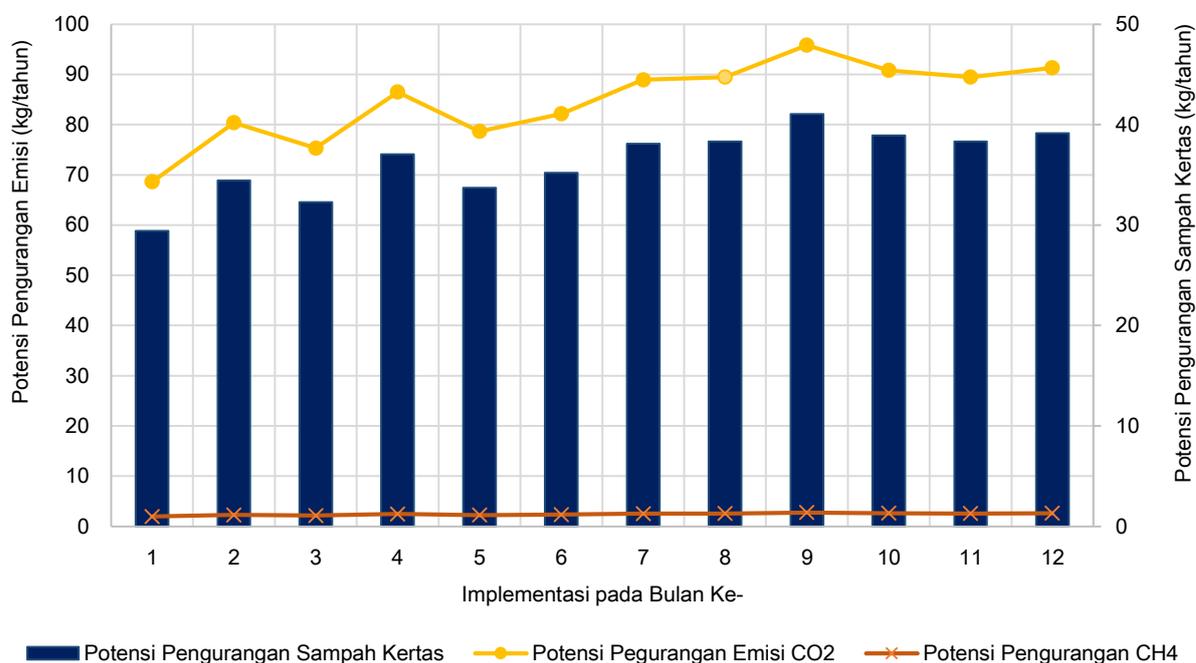
Pengurangan sampah kertas berpotensi mengurangi emisi karbon. Sampah kertas yang masuk ke dalam *landfill* akan terdekomposisi karena kertas tersusun dari bahan organik. Dekomposisi dalam kondisi anaerob akan menghasilkan gas metan [21]. Gas metan menjadi penyebab pemanasan global karena mempunyai *global warming potential* (GWP) sebesar 20 hingga 34 kali lipat menaikkan suhu bumi dibandingkan CO<sub>2</sub> [5,21]. Estimasi emisi karbon dihitung jika asumsi keseluruhan sampah kertas dibawa menuju landfill. Perhitungan potensi pengurangan emisi menggunakan **Persamaan (1)** dan hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 4**. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan penerapan sistem selama satu tahun dapat berpotensi mengurangi emisi karbon sebesar 29,07 kg CH<sub>4</sub> atau setara dengan 988,31 kg CO<sub>2</sub>-eq. Potensi pengurangan sampah kertas dan emisi karbon selama satu tahun implementasi dapat dilihat pada **Gambar 3**. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa implementasi sistem terpadu inspeksi kendaraan ringan akan memberikan pengaruh terhadap potensi pengurangan sampah dan emisi.

Pengurangan sampah kertas berpotensi mengurangi emisi karbon. Sampah kertas yang masuk ke dalam *landfill* akan terdekomposisi karena kertas tersusun dari bahan organik. Dekomposisi dalam kondisi anaerob akan menghasilkan gas metan [21]. Gas metan menjadi penyebab pemanasan global karena mempunyai *global warming potential* (GWP) sebesar 20 hingga 34 kali lipat menaikkan suhu bumi dibandingkan CO<sub>2</sub> [5,21]. Estimasi emisi karbon dihitung jika asumsi keseluruhan sampah kertas dibawa menuju landfill. Perhitungan potensi pengurangan emisi menggunakan **Persamaan (1)** dan hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 4**. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan penerapan sistem selama satu tahun dapat berpotensi mengurangi emisi karbon sebesar 29,07 kg CH<sub>4</sub> atau setara dengan 988,31 kg CO<sub>2</sub>-eq. Potensi pengurangan sampah kertas dan emisi karbon selama satu tahun implementasi dapat dilihat pada **Gambar 3**. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa implementasi sistem

terpadu inspeksi kendaraan ringan akan memberikan pengaruh terhadap potensi pengurangan sampah dan emisi.

**Tabel 4.** Potensi pengurangan emisi karbon berdasarkan potensi pengurangan sampah kertas

Implementasi pada Bulan ke-	Pengurangan Sampah Kertas (kg)	MSW <sub>t</sub> (Gg)	CH <sub>4</sub> (Gg)	CH <sub>4</sub> (kg)	CO <sub>2</sub> -eq (kg)
1	29.41	0.00002941	0.00000196	1.96	66.67
2	34.45	0.00003445	0.00000230	2.30	78.08
3	32.29	0.00003229	0.00000215	2.15	73.18
4	37.07	0.00003707	0.00000247	2.47	84.02
5	33.71	0.00003371	0.00000225	2.25	76.41
6	35.21	0.00003521	0.00000235	2.35	79.80
7	38.11	0.00003811	0.00000254	2.54	86.38
8	38.33	0.00003833	0.00000256	2.56	86.88
9	41.05	0.00004105	0.00000274	2.74	93.05
10	38.92	0.00003892	0.00000259	2.59	88.21
11	38.34	0.00003834	0.00000256	2.56	86.90
12	39.14	0.00003914	0.00000261	2.61	88.72
Total per tahun	436.02	0.00043602	0.00002907	29.07	988.31



**Gambar 3.** Potensi pengurangan sampah kertas dan emisi karbon pada implementasi sistem

#### 4. Kesimpulan

Hasil kajian menunjukkan bahwa dengan melakukan transformasi pada satu jenis inspeksi telah mereduksi sampah kertas sebesar 436,02 kg/tahun dan mengurangi emisi karbon sebesar 29,07 kg CH<sub>4</sub>/tahun atau setara dengan 988,31 kg CO<sub>2</sub>-eq/tahun. Adanya implementasi digitalisasi pada

perusahaan telah terbukti mampu memberikan dampak positif terhadap lingkungan. Harapannya penelitian ini dapat menginisiasi berbagai jenis inspeksi manual dan proses bisnis lainnya untuk dapat segera beralih ke digitalisasi.

## Daftar Pustaka

- [1] Adlin A. Waste Management System in Pekanbaru City: City Government Capability, Issues, and Policy Alternatives. *J Bina Praja*. 2021 Dec 30;13(3):395–406.
- [2] Rokilah. Pemanfaatan Sampah Kertas Menjadi Kerajinan Fungsional Di Desa Tamansari Kecamatan Baros Kabupaten Serang. *Bantenese JPM*. 2022 Jun 30;4(1):44–60.
- [3] Arfah M. PEMANFAATAN LIMBAH KERTAS MENJADI KERTAS DAUR ULANG BERNILAI TAMBAH OLEH MAHASISWA. *Buletin Utama Teknik*. 2017;13(1):28–31.
- [4] Saputra AZ, Fauzi AhS. Pengolahan Sampah Kertas Menjadi Bahan Baku Industri Kertas Bisa Mengurangi Sampah di Indonesia. *J*. 2022 Jun 30;5(1):41–52.
- [5] Kitono F, Yusuf V. PROGRAM COMMUNITY ENGAGEMENT PEMANFAATAN SAMPAH KERTAS MENJADI KERAJINAN KERTAS DAUR ULANG SEBAGAI PEMBERDAYAAN ANAK PANTI ASUHAN BUKTI KASIH SURABAYA. *Jurnal DKV Adiwarna [Internet]*. 2021;1(18). Available from: <https://publication.petra.ac.id/index.php/dkv/article/view/11318>
- [6] Ozola ZU, Vesere R, Kalnins SN, Blumberga D. Paper Waste Recycling. *Circular Economy Aspects. Environmental and Climate Technologies*. 2019 Dec 1;23(3):260–73.
- [7] Ahmad AR, Saftyaningsih KA. PEMANFAATAN HASIL PENGOLAHAN LIMBAH KERTAS PADA PRODUK TAS DENGAN TEKNIK PAPER FOLDING. Available from: <https://media.neliti.com/media/publications/241832-pemanfaatan-hasil-pengolahan-limbah-kert-896f478f.pdf>
- [8] Pakaya D, Munir MA, Fitriana Y, Aryuni M, Salikunna NA. PEMANFAATAN LIMBAH KERTAS FAKULTAS KEDOKTERAN UNTAD MENJADI BAHAN BERNILAI EKONOMI. *Jurnal Pengabdian pada Masyarakat [Internet]*. 2021;9(1). Available from: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/jppm/article/view/16907/pdf>
- [9] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – A primer, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme [Internet]. Japan: IGES; 2008. Report No.: Eggleston H.S., Miwa K., Srivastava N. and Tanabe K. (eds). Available from: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/support/Primer\\_2006GLs.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/support/Primer_2006GLs.pdf)
- [10] Damanhuri E. Country Chapter State of the 3Rs in Asia and the Pacific. In: *State of the 3Rs in Asia and the Pacific, The Republic of Indonesia [Internet]*. 8th 3R Forum in Asia and the Pacific. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan: United Nations Centre for Regional Development (UNCRD); 2017. Available from: [https://www.uncrd.or.jp/content/documents/5689\[Nov%202017\]%20Indonesia.pdf](https://www.uncrd.or.jp/content/documents/5689[Nov%202017]%20Indonesia.pdf)
- [11] Anonim. Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah [Internet]. 2008. Available from: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/39067/uu-no-18-tahun-2008>
- [12] Harahap TK. Manajemen Pengolahan Sampah Terpadu dalam Meningkatkan Pendapatan Masyarakat di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. *JIANA*. 2018 Apr 2;5(2):88–98.
- [13] Wahyono S. Pengelolaan Sampah Kertas di Indonesia. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 2001;2(3):276–80.
- [14] Febriadi I. Pemanfaatan Sampah Organik Dan Anorganik Untuk Mendukung Go Green Concept Di Sekolah. *Abdimas*. 2019 Feb 1;1(1):32–9.
- [15] Gören S. Sustainable Waste Management □. *Handbook of Research on Developing Sustainable Value in Economics, Finance, and Marketing*. 2015;141–56.

- [16] Kaza S, Yao LC, Bhada-Tata P, Van Woerden F. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 [Internet]. Washington, DC: World Bank; 2018 [cited 2023 Sep 15]. Available from: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>
- [17] Budihardjo MA, Humaira NG, Ramadan BS, Wahyuningrum IFS, Huboyo HS. Strategies to reduce greenhouse gas emissions from municipal solid waste management in Indonesia: The case of Semarang City. *Alexandria Engineering Journal*. 2023 Apr;69:771–83.
- [18] Demir C, Yetiş Ü, Ünlü K. Identification of waste management strategies and waste generation factors for thermal power plant sector wastes in Turkey. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*. 2018;37(3):210–8.
- [19] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Switzerland, Geneva; 2019.
- [20] Song G, Cornford T. Mobile Government: Towards a Service Paradigm. In University of Pittsburgh, Pittsburgh, USA; 2006. p. 208–18. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/228632649>
- [21] Myhre G, Shindell D, Bréon FM, Collins W, Fuglestedt J, Huang J, Koch D, Lamarque JF, Lee D, Mendoza B, Nakajima T, Robock A, Stephens G, Zhang H, Aamaas B, Boucher O, Dalsøren SB, Daniel JS, Forster P, Granier C, Haigh J, Hodnebrog Ø, Kaplan JO, Marston G, Nielsen CJ, O'Neill BC, Peters GP, Pongratz J, Ramaswamy V, Roth R, Rotstayn L, Smith SJ, Stevenson D, Vernier JP, Wild O, Young P, Jacob D, Ravishankara AR, Shine K. 8 Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: 2013: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing [Internet]. United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge; 2013. Available from: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_Chapter08\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf)

