

Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca dengan Penerapan *E-Reporting System* di Pertambangan PT Bukit Asam

Reducing Greenhouse Gas Emissions by Implementing E-Reporting System in PT Bukit Asam Mining Unit

Bima Arifiyanto^{1*)}, Rizky Mustika Sindu²,

¹Program Studi Pengelolaan Lingkungan, Progam Pascasarjana, Universitas Sriwijaya, Jl. Padang Selasa No. 524 Bukit Besar Palembang Sumatera Selatan 30139

²PT Bukit Asam Tbk, Unit Pertambangan Tanjung Enim, Jl. Parigi no. 1 Tanjung Enim, Sumatera Selatan 31716

*)Penulis untuk korespondensi: bima.pl2020@pps.unsri.ac.id

Sitasi: Arifiyanto B, Sindu RM. 2020. Reducing greenhouse gas emissions by implementing e-reporting system in PT Bukit Asam mining unit. In: Herlinda S *et al.* (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020, Palembang 20 Oktober 2020. pp. 181-189. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

Coal mining activities are one of the activities that produce high greenhouse gas emissions. The purpose of this research is to calculate the success of reducing greenhouse gas emissions by implementing an E-Reporting System application in administrative reporting activities. This calculation uses a comparison basis before and after application of this technology with tier 2 emission factor approach according to the guidelines for the National Greenhouse Gas Inventory. E-Reporting System is one of the applications of the latest Industry 4.0 technology in the mining reporting system. This system succeeded in replacing previous system which was still conventional by eliminating use of operational vehicles for mining reporting. Through this program the company was able to save on fuel consumption and quantification of environmental improvements due to changes in this system succeeded in reducing greenhouse gas emissions by 3,355 tCO₂e per year. Implementation of the E-Reporting System application can reduce GHG emissions generated in mining operations.

Keywords: coal, emission factor, environment, overburden, technology

ABSTRAK

Kegiatan pertambangan batubara merupakan salah satu kegiatan yang menghasilkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) cukup tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung keberhasilan pengurangan emisi GRK dengan penerapan aplikasi *E-Reporting System* pada kegiatan pelaporan administrasi penambangan (pelaporan produksi batubara dan tanah). Perhitungan dilakukan dengan metode perbandingan sebelum dan sesudah teknologi ini menggunakan pendekatan Faktor Emisi *tingkat 2* sesuai pedoman Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Penggunaan *E-Reporting System* adalah penerapan teknologi teknologi terkini industri 4.0 dalam sistem pelaporan administrasi penambangan. Sistem ini berhasil mengganti sistem sebelumnya yang masih konvensional dengan menghilangkan penggunaan kendaraan operasional untuk pelaporan penambangan. Melalui program ini perusahaan mampu menghemat konsumsi BBM dan kuantifikasi perbaikan lingkungan akibat perubahan sistem ini berhasil menurunkan emisi GRK sebesar

3.355 tCO₂e per tahun. Penerapan aplikasi *E-Reporting System* berhasil mengurangi emisi GRK yang dihasilkan pada operasional pertambangan.

Kata kunci: batubara, faktor emisi, lingkungan, tanah, teknologi

PENDAHULUAN

Salah satu faktor penyebab pemanasan global dan perubahan iklim adalah meningkatnya Emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Komponen utama emisi GRK terdiri atas gas metana (CH₄), nitrous oksida (N₂O), dan karbon dioksida (CO₂) serta beberapa gas lainnya (Chandramanik *et al.*, 2016). Emisi GRK akan menahan panas yang dipantulkan dari permukaan bumi sehingga panas tersebut akan tertahan di atmosfer (Prakitri & Zulaikha, 2016). Keadaan ini menyebabkan terjadinya peningkatan suhu bumi atau sering disebut sebagai pemanasan global (Kweku *et al.*, 2018). Pemanasan global saat ini menjadi perhatian utama seluruh pihak (Sayyidati, 2017). Pemanasan global ini akan meningkatkan suhu bumi 1,4° – 5,8° C pada tahun 2100 (Sugiyono, 2006). Peningkatan suhu ini akan berpengaruh pada beberapa hal seperti pencairan es di Kutub, punahnya beberapa spesies dan penurunan hasil pertanian hingga 20% (Wardoyo, 2018). Peningkatan suhu juga akan mempengaruhi kondisi iklim dan cuaca sehingga akan berdampak buruk bagi manusia (Hidayati & Suryanto, 2015).

Emisi GRK yang dihasilkan dari kegiatan manusia dapat memperburuk kondisi iklim dan mempercepat pemanasan global. Aktivitas ekonomi yang dilakukan manusia menjadi salah satu faktor terjadinya pemanasan global (Shao *et al.*, 2014). Kegiatan manusia yang menghasilkan Emisi GRK cukup tinggi adalah kegiatan industri (Muryani, 2018). Salah satu industri yang memiliki peran cukup besar dalam menghasilkan emisi GRK adalah industri pertambangan batubara (Noor *et al.*, 2020). Pertambangan menyumbang 30% dari Penerimaan negara Bukan Pajak (PNBP) dalam 10 tahun terakhir, dan 80% nya berasal dari pertambangan batubara (Rustiyarningsih, 2018). Kondisi ini membuat banyak munculnya industri batubara baru di Indonesia (Suseno & Haryadi, 2013). Pertambangan batubara di Indonesia didominasi oleh pertambangan terbuka (*open pit*) (Abdillah *et al.*, 2017). Semakin banyaknya industri pertambangan membuat semakin tingginya konsumsi energi dari penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) (Octova & Indra, 2019). Peningkatan konsumsi energi juga akan meningkatkan emisi GRK yang dihasilkan (Purwanto *et al.*, 2015).

Salah satu upaya yang dilakukan industri pertambangan untuk dapat mengurangi emisi GRK adalah dengan melakukan penghematan energi. Penghematan energi dalam industri pertambangan dapat dilakukan dengan mengefesiesikan kegiatan operasional penambangan (Anggraeni, 2015). Penghematan energi akan menurunkan biaya operasional dan juga mengurangi emisi GRK yang dihasilkan (Astra, 2010). Penghematan energi yang dilakukan pada kegiatan operasional penambangan dapat berupa penghematan BBM pada mobilisasi kendaraan operasional (*heavy equipment, dump truck, dan light vehicle*) (Susanti *et al.*, 2012). Sekitar 65 % emisi GRK disebabkan oleh kegiatan pembakaran BBM (Covert *et al.*, 2016). Tingginya emisi yang dihasilkan membuat pentingnya dilakukan efisiensi atau pengurangan pembakara BBM untuk menghasilkan energi (Boedoyo, 2011).

Saat ini banyak penelitian hanya berfokus pada emisi GRK yang dihasilkan oleh kegiatan pertambangan tetapi belum menghitung pengurangan emisi GRK yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung keberhasilan pengurangan emisi GRK dari implementasi penghematan energi. PT Bukit Asam Tbk sebagai salah satu perusahaan yang bergerak di sektor pertambangan batubara mencoba mengaplikasikan beberapa metode dan sistem untuk dapat mengurangi penggunaan energi (Gusman *et al.*, 2018). Salah satu

sistem yang digunakan adalah dengan menerapkan *E-Reporting System* pada kegiatan administrasi pelaporan penambangan. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini akan memperlihatkan hasil pengurangan emisi GRK dengan penerapan aplikasi *E-Reporting System* di Pertambangan Tanjung Enim, PT Bukit Asam Tbk.

BAHAN DAN METODE

Pengumpulan data dan perhitungan dilakukan pada Bulan Januari 2019 hingga Bulan Juli 2020 di Pertambangan Tanjung Enim (PTE), PT Bukit Asam Tbk. Perhitungan pengurangan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari penerapan aplikasi *E-Reporting System* di Pertambangan Tanjung Enim, PT Bukit Asam menggunakan metode pendekatan nilai faktor emisi. Perhitungan ini sesuai pedoman penyelenggaraan inventarisasi gas rumah kaca nasional (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012) dan petunjuk inventarisasi gas rumah kaca (IPCC, 2006).

Tahapan Perhitungan Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dengan Penerapan *E-Reporting System* di Pertambangan Tanjung Enim, PT Bukit Asam Tbk Tahapan Persiapan

Pada tahap ini persiapan dilakukan dengan mengumpulkan data aktivitas operasional yang menghasilkan emisi GRK yang sudah ada sebelumnya dan juga beberapa literatur terkait pengukuran emisi GRK. Data difokuskan pada kegiatan pelaporan administrasi penambangan. Beberapa data yang dibutuhkan seperti nilai faktor emisi Bahan Bakar Minyak (BBM) tier 2 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012) dan nilai kalor (*Net Calorific Value*) Bahan Bakar Minyak (BBM) tier 2 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

Tahap pelaksanaan

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data primer aktivitas operasional yang menghasilkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Selanjutnya dilakukan pengukuran emisi yang dihasilkan dari penerapan *E-Reporting System* secara *online*. Data primer yang dibutuhkan seperti data penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) dan data penerapan aplikasi *E-Reporting System* di Pertambangan Tanjung Enim, PT Bukit Asam Tbk.

Kegiatan inventarisasi data berupa sumber emisi pada kegiatan pelaporan administrasi penambangan berupa pencatatan sumber emisi yang ada di perusahaan pada seluruh kegiatan produksi mencakup jenis emisi, sumber/kegiatan, unit, kode/nama, bahan bakar, koordinat, dan parameter utama (CO₂, CH₄, N₂O). Pada kegiatan pelaporan administrasi penambangan sumber emisi utama berasal dari hasil pembakaran Bahan Bakar Minyak (BBM) kendaraan operasional. Data jumlah kendaraan operasional yang beroperasi didapatkan dari hasil pencatatan *time sheet* PT Bukit Asam Tbk.

Analisa Data

Pada tahap ini dilakukan perhitungan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang dihasilkan dari kegiatan administrasi pelaporan penambangan dibandingkan dengan emisi GRK yang dihasilkan dari penerapan sistem *E-Reporting* secara *online*. Perhitungan ini menggunakan pendekatan tier 2 yaitu spesifik di Negara Indonesia (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012). Pembakaran bahan bakar menggunakan perkalian jumlah volume/konsumsi bahan bakar dengan nilai Faktor Emisi (FE). Jumlah volume/konsumsi bahan bakar didapatkan dari jumlah kendaraan operasional yang beroperasi kemudian dikalikan dengan standar konsumsi BBM hasil uji petik yang dilakukan Pertambangan

Tanjung Enim, PT Bukit Asam. Hasil konsumsi BBM kemudian dikalikan dengan nilai kalor (*Net Calorific Value*) berdasarkan pendekatan *tier 2*. Selanjutnya hasil dari data konsumsi kalor tersebut dikalikan Nilai FE sesuai *tier 2* (spesifik di Negara Indonesia). Perhitungan menggunakan persamaan:

$$\Sigma \text{ Emisi} = \text{Konsumsi bahan bakar (liter)} \times \text{Faktor Emisi} \times \text{Nilai Kalor (Tj/liter)}$$

Konsumsi bahan bakar (liter) didapatkan dari aktivitas volume/konsumsi BBM kegiatan administrasi penambangan. Faktor emisi dan nilai kalor (*Net Calorific Value*) yang digunakan berdasarkan pendekatan *tier 2* sesuai dengan pedoman penyelenggaraan GRK nasional Negara Indonesia (Tabel 1). *Tier 2* digunakan untuk meminimalisir tingkat ketidakpastian dibandingkan hanya menggunakan *tier 1* (Wahyudi, 2019).

Tabel 1. Nilai dari faktor emisi (CO₂, CH₄, dan N₂O) serta nilai kalor dari bensin dan solar

BBM	Nilai Kalor /NCV (Tj/liter) ¹⁾	Faktor Emisi / FE ²⁾		
		CO ₂ (Kg/Tj)	CH ₄ (Kg/Tj)	N ₂ O (Kg/Tj)
Bensin	3,3 x E-05	69300	33	3.2
Solar	3,6 x E-05	74100	3.9	3.9

1): Pedoman Inventarisasi GRK Nasional 2012, Buku 2 Volume 1 Penggunaan & Pengadaan Energi, Tabel 2.3 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia

2): Pedoman Inventarisasi GRK Nasional 2012, Buku 2 Volume 1 Penggunaan & Pengadaan Energi

HASIL

Perhitungan Data Aktivitas pada Kegiatan Pelaporan Administrasi Penambangan

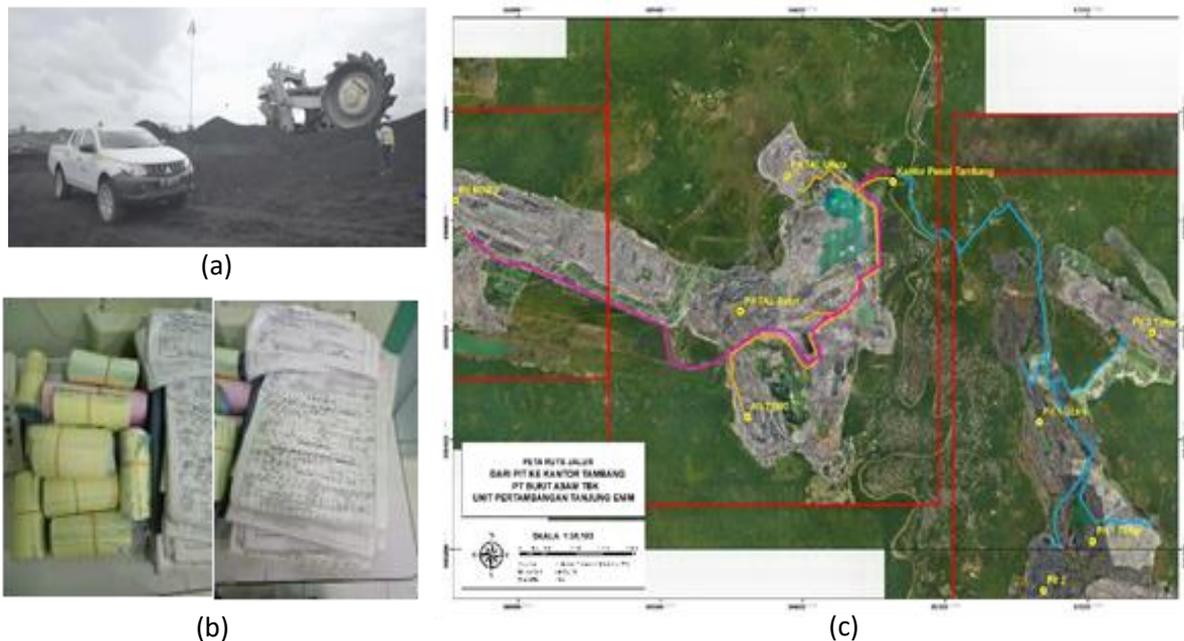
Pelaporan administrasi penambangan di Pertambangan Tanjung Enim, PT Bukit Asam Tbk dibagi menjadi 3 lokasi utama. Lokasi pelaporan penambangan meliputi Air Laya (Tambang TSBC, Tal Barat, dan Tal Utara), Muara Tiga Besar (Tambang MTBU Barat) dan Banko Barat (Tambang Pit 1 Utara, Pit 1 Timur, Pit 2 dan Pit 3). Pelaporan pada awalnya dilakukan secara konvensional yaitu menggunakan laporan manual (*hardcopy*) yang kemudian dilaporkan menggunakan kendaraan operasional ke kantor tambang utama. Jarak dari masing-masing kantor tambang ke kantor utama bervariasi antara 2 km hingga 14 km (Tabel 2).

Tabel 2. Jarak lokasi kantor berlokasi di tambang menuju kantor utama untuk pelaporan

Lokasi Utama	Lokasi Kantor	Jarak lokasi ke Kantor Utama (km)
Tambang Air Laya	TSBC	8
	Tal Barat	5
	Tal Utara	2
Muara Tiga Besar	MTBU barat	14
	Pit 1 utara	9
Banko Barat	Pit 1 Timur	12
	Pit 2	12
	Pit 3	11

Frekuensi penggunaan kendaraan operasional untuk pelaporan administrasi penambangan dilakukan sebanyak 3 kali per hari sesuai dengan gilir kerja (*shift*). Setiap frekuensi pelaporan administrasi menggunakan 2 unit kendaraan. Pelaporan batubara menggunakan 1 unit kendaraan operasional dan pelaporan tanah menggunakan 1 unit kendaraan operasional (Gambar 1). Kegiatan operasional pelaporan administrasi

menggunakan kendaraan operasional secara akumulasi dalam satu tahun dapat menempuh jarak sebesar 157.226 km (Tabel 3).



Gambar 1. Pelaporan Penambangan Secara Konvensional menggunakan kendaraan operasional (a) dan bentuk pelaporan konvensional (b). Peta Jarak Lokasi Kantor Tambang dengan kantor utama (c)

Tabel 3. Jarak (km) yang ditempuh ke kantor tambang utama dengan metode konvensional

Lokasi Utama	Lokasi Kantor	Jumlah Unit	Frekuensi per hari (shift)	Jarak lokasi ke Kantor Utama (km)	Total Jarak (km/hari)	Total Jarak (km/Bulan)	Total Jarak (km/Tahun)
Tambang Air Laya	TSBC	2	3	8	49	1.476	17.712
	Tal Barat	2	3	5	27	823	9.871
	Tal Utara	2	3	2	15	443	5.314
Muara Tiga Besar	MTBU barat	2	3	14	84	2.525	30.305
	Pit 1 utara	2	3	9	52	1.557	18.684
Banko Barat	Pit 1 Timur	2	3	12	75	2.248	26.978
	Pit 2	2	3	12	71	2.133	25.596
	Pit 3	2	3	11	63	1.897	22.766
Total							157.226

Perhitungan Emisi GRK Kegiatan Administrasi Pelaporan Penambangan Secara Konvensional

Perhitungan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari kegiatan administrasi pelaporan penambangan secara konvensional memperlihatkan bahwa untuk menempuh 1 km dibutuhkan 8 liter BBM dan akan menghasilkan sekitar 0,021 TonCO₂e. Dalam satu tahun kegiatan pelaporan penambangan menghasilkan jarak total sebesar 157.226 km dan membutuhkan konsumsi BBM sebesar 1.257.811 liter. Konsumsi ini akan menghasilkan emisi GRK sebesar 3.355 TonCO₂e per tahun (Tabel 4).

Tabel 4. Perhitungan emisi GRK pada administrasi pelaporan penambangan secara konvensional

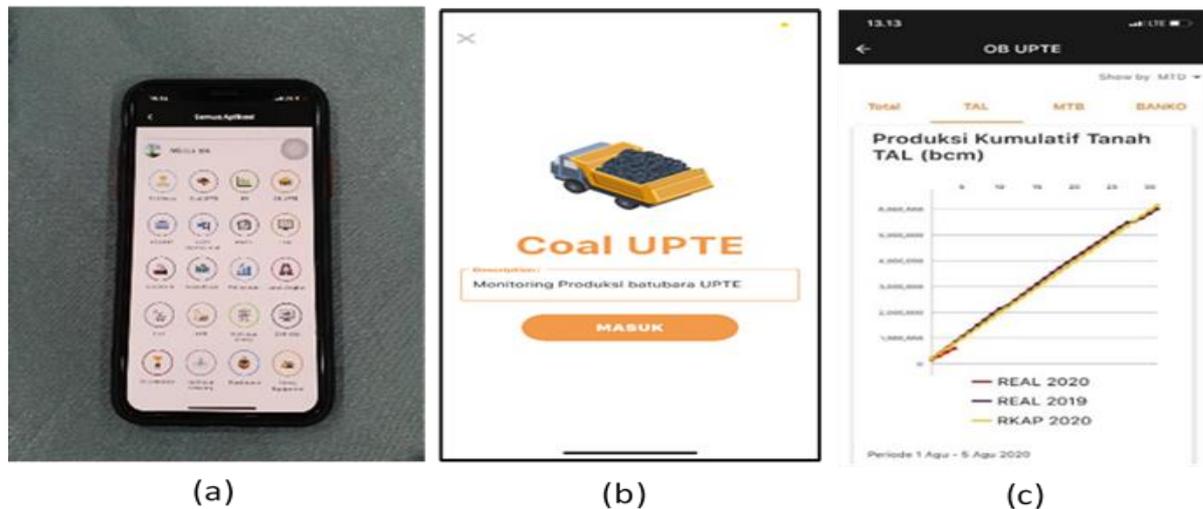
Lokasi Utama	Lokasi Kantor	Total Jarak (km/tahun)	Rata-rata penggunaan BBM (km/liter)	Penggunaan BBM (liter/tahun)	NCV	Fe Solar	Emisi (ton CO ₂ e)
Tambang Air Laya	TSBC	17.712	8	141.696	0,000036	74100	378
	Tal Barat	9.871	8	78.970	0,000036	74100	211
	Tal Utara	5.313	8	42.509	0,000036	74100	113
Muara Tiga Besar	MTBU barat	30.304	8	242.438	0,000036	74100	647
	Pit 1 utara	18.684	8	149.472	0,000036	74100	399
Banko Barat	Pit 1 Timur	26.978	8	215.827	0,000036	74100	576
	Pit 2	25.596	8	204.768	0,000036	74100	546
	Pit 3	22.766	8	182.131	0,000036	74100	486
Total							3.355

Perhitungan Emisi GRK Kegiatan Administrasi Pelaporan Penambangan Setelah Penerapan Aplikasi *E-Reporting*

Perhitungan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari kegiatan administrasi pelaporan penambangan Setelah penerapan aplikasi *E-Reporting* dilakukan dengan pendekatan *tier 2* (Gambar 2). Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa penggunaan aplikasi *E-Reporting* menghilangkan konsumsi BBM. Penggunaan *E-Reporting* dalam kegiatan administrasi pelaporan penambangan berhasil mengurangi konsumsi BBM sebesar 1.257.811 liter per tahunnya. Pengurangan konsumsi BBM ini akan berdampak pada pengurangan emisi GRK sebesar 3.355 TonCO₂e per tahun (Tabel 5).

Tabel 5. Perhitungan Emisi GRK Kegiatan Administrasi Pelaporan Penambangan Setelah Penerapan Aplikasi *E-Reporting*

Lokasi Utama	Lokasi Kantor	Konvensional			<i>E-Reporting</i>		Pengurangan Emisi (tonCO ₂ e pertahun)
		Total Jarak (km/Tahun)	Penggunaan BBM (Liter/Tahun)	Emisi (ton CO ₂ e)	Total Jarak (km/Tahun)	Emisi (ton CO ₂ e)	
Tambang Air Laya	TSBC	17.712	141.696	378	0	0	378
	Tal Barat	9.871	78.970	211	0	0	211
	Tal Utara	5.313	42.509	113	0	0	113
Muara Tiga Besar	MTBU barat	30.304	242.438	647	0	0	647
	Pit 1 utara	18.684	149.472	399	0	0	399
Banko Barat	Pit 1 Timur	26.978	215.827	576	0	0	576
	Pit 2	25.596	204.768	546	0	0	546
	Pit 3	22.766	182.131	486	0	0	486
Total							3.355



Gambar 2. Tampilan Aplikasi *E – Reporting* di layar handphone (a) dan tampilan muka aplikasi *coal reporting* (b). Contoh hasil inputing laporan tanah (c)

PEMBAHASAN

Penggunaan aplikasi *E-Reporting System* merupakan salah satu penerapan teknologi terkini Industri 4.0 dalam sistem pelaporan administrasi penambangan berupa pelaporan batubara (*coal*) dan tanah (*overburden*) secara *online*. Sistem ini berhasil mengganti sistem sebelumnya yang masih konvensional dengan menghilangkan penggunaan kendaraan operasional untuk pelaporan penambangan. Aplikasi *E-Reporting System* merupakan aplikasi *online* yang penggunaannya hanya membutuhkan jaringan internet untuk pelaporan. Aplikasi ini merupakan sebagian kecil dari sistem CISEA (*Corporate Information System and Enterprise Application*) yang dikembangkan oleh PT Bukit Asam Tbk.

Kegiatan pelaporan administrasi penambangan secara konvensional menggunakan kendaraan operasional dapat menempuh jarak total sebesar 157.226 km dalam satu tahun. Jarak tersebut membutuhkan konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) sebesar 1.257.811 liter, sehingga akan menghasilkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 3.355 TonCO₂e per tahun. Emisi yang dihasilkan dari kegiatan pelaporan administrasi penambangan ini cukup besar. Bila produksi penambangan di masa depan semakin meningkat kemungkinan akan terjadi penambahan kegiatan pelaporan administrasi penambangan yang akan berdampak pada meningkatnya emisi GRK. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan upaya mitigasi emisi oleh perusahaan.

Sumber utama emisi dalam kegiatan ini adalah penggunaan BBM jenis solar. Sesuai dengan hal tersebut untuk dapat mengurangi emisi GRK harus dilakukan reduksi penggunaan BBM jenis solar. PT Bukit Asam Tbk melakukan pengurangan penggunaan BBM jenis solar dengan cara menghilangkan kegiatan pelaporan administrasi penambangan secara konvensional melalui kendaraan operasional. PT Bukit Asam Tbk melakukan perubahan sistem pelaporan dengan menerapkan aplikasi yang membuat pelaporan administrasi penambangan cukup melalui aplikasi. Melalui penerapan *E-Reporting System* ini perusahaan mampu menghemat konsumsi BBM jenis solar sebesar 1.257.811 Liter per tahunnya.

Penerapan program ini juga membuat perusahaan menjadi lebih efisien. Reduksi konsumsi BBM jenis solar ini berhasil menghemat anggaran perusahaan sebesar 10.78 miliar per tahun. Penerapan program ini juga dapat meningkatkan keterampilan sumber

daya manusia di administrasi pelaporan penambangan dalam hal aplikasi berbasis teknologi 4.0. Perubahan sistem ini akan menghasilkan perubahan rantai nilai keseluruhan sistem berupa perubahan metode, perubahan alat dan peningkatan produktivitas. Kuantifikasi perbaikan lingkungan dari program ini berupa keberhasilan menurunkan emisi GRK sebesar 3.355 tCO₂e per tahun.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penerapan aplikasi *E-Reporting System* ini berhasil menurunkan emisi GRK. Keberhasilan ini juga mendukung PT Bukit Asam Tbk untuk dapat menjalankan kaidah penambangan yang baik (*good mining practice*). Namun memang penerapan aplikasi *E-Reporting System* ini baru sebatas kegiatan administrasi pelaporan penambangan. Hal ini membuat pengurangan emisi GRK belum terlalu besar atau signifikan. Kedepannya penerapan aplikasi berbasis teknologi 4.0 ini harus dapat diterapkan pada semua kegiatan penambangan sehingga pengurangan emisi GRK pada kegiatan pertambangan dapat meningkat secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Penerapan Aplikasi *E-Reporting* berhasil menurunkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang dihasilkan oleh aktivitas administrasi pelaporan penambangan. Pengurangan ini disebabkan adanya perubahan sistem berupa perubahan metode, perubahan alat dan peningkatan produktivitas yang awalnya metode konvensional menjadi metode *real time* secara *online*. Penerapan aplikasi ini berhasil menghilangkan konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) sebagai sumber utama emisi GRK yang dihasilkan. Penerapan aplikasi ini juga memberikan nilai tambah dalam penerapan kaidah Pertambangan yang baik (*Good Mining Practice*) dalam hal penurunan emisi dan biaya operasional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ini disampaikan kepada PT Bukit Asam, Pertambangan Tanjung Enim yang telah mendukung dan menyediakan data terkait penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah RA, Purwanto MS, & Warnana DD. 2017. Analisa Stabilitas Pada Lereng Tambang Terbuka Lapangan "TG." *Jurnal Teknik ITS*, 6(2): 281–283.
- Anggraeni DY. 2015. Pengungkapan Emisi Gas Rumah Kaca, Kinerja Lingkungan, Dan Nilai Perusahaan. *Jurnal Akuntansi Dan Keuangan Indonesia*, 12(2): 188–209.
- Astra IM. 2010. Energi Dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 11(2):127–135.
- Boedoyo MS. 2011. Penerapan Teknologi Untuk Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9(1):9–16.
- Chandramanik GF, Huboyo HS, & Oktiawan W. 2016. Analisis Pengaruh Penambahan Molase dan Urin Sapi dalam Pembuatan Pupuk Cair Isi Rumen Limbah Rumah Potong Hewan terhadap Timbulan Gas Rumah Kaca Program Studi Teknik Lingkungan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(4): 1–9.
- Covert T, Greenstone M, & Knittel CR. 2016. Will we ever stop using fossil fuels? *Journal of Economic Perspectives*, 30(1): 117–138.
- Gusman I, Triatmojo P., Rostiarti P, & Arifiyanto B. 2018. Energy Efficiency and Greenhouse Gas Emissions Reduction Through Electrification Program atTanjungEnim Mine Business Unit of PT Bukit Asam (Persero) Tbk. *Indonesian Journal of*

- Environmental Management and Sustainability*, 2(1): 7–10.
- Hidayati IN, & Suryanto S. 2015. Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Produksi Pertanian Dan Strategi Adaptasi Pada Lahan Rawan Kekeringan. *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan.*, 16(1): 42–52.
- IPCC. 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Institute for Global Environmental Strategies.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. Metodologi penghitungan tingkat emisi dan penyerapan gas rumah kaca. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*.
- Kweku D., Bismark O, Maxwell A, Desmond K, Danso K, Oti-Mensah E., Quachie A, & Adormaa B. 2018. Greenhouse Effect: Greenhouse Gases and Their Impact on Global Warming. *Journal of Scientific Research and Reports*, 17(6): 1–9.
- Muryani. 2018. Produksi bersih dan model kerjasama sebagai upaya mitigasi emisi gas rumah kaca pada sektor industri. *Jurnal Dialletika*, 13(1): 48–65.
- Noor MS., Hafizianoor, & Suyanto. 2020. Analisis Cadangan Karbon Pada Tanaman Reklamasi Lahan Bekas Pertambangan Batubara Di Pt. Borneo Indobara. *Jurnal Hutan Tropis*, 8(1):99–108.
- Octova A, & Indra, RT. 2019. Analisis Konsumsi Bahan Bakar Dump Truck Nissan UD CWM 330 Pada Penambangan Batubara di PT. Nan Riang. *Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 19(2):103–114.
- Prafitri A, & Zulaikha. 2016. Analisis Pengungkapan Emisi Gas Rumah Kaca. *Jurnal Akuntansi & Auditing*, 13(2): 155–175.
- Purwanto CP, Arthana I.W, & Suarna IW. 2015. Inventarisasi Emisi Sumber Bergerak Di Jalan (on Road) Kota Denpasar. *Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 9(1):1-9.
- Rustiyangsih D. 2018. Pengaruh Pdb, Inflasi, Nilai Tukar, Harga Minyak Dunia, Harga Emas Dunia Dan Indeks Nikkei 225 Terhadap Indeks Sektor Pertambangan Periode 2011-2016. *Jurnal Ilmu Manajemen (JIM)*, 6(4):609–619.
- Sayyidati A. 2017. Isu Pemanasan Global dalam Pergeseran Paradigma Keamanan pada Studi Hubungan Internasional. *Jurnal Hubungan Internasional*, 6(1):38-45.
- Shao W, Keim BD, Garand JC, & Hamilton LC. 2014. Weather, climate, and the economy: Explaining risk perceptions of global warming, 2001-10. *Journal American Meteorological Society*, 6(1): 119–134.
- Sugiyono A. 2006. Penanggulangan Pemanasan Global. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 7:15–19.
- Susanti V, Hartanto A, Ridwan AS, Hendri MS, Estiko R, & Hapid A. 2012. Pengurangan Subsidi BBM dan Polusi Udara Melalui Kebijakan Program Konversi dari BBM ke BBG Untuk Kendaraan di Propinsi Jawa Barat. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, 1(2):43–52.
- Suseno T, & Haryadi H. 2013. Analisis Kebijakan Pengendalian Produksi Batubara Nasional Dalam Rangka Menjamin Kebutuhan Energi Nasional. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 9(1):23–34.
- Wahyudi J. 2019. Emisi Gas Rumah Kaca (Grk) Dari Pembakaran Terbuka Sampah Rumah Tangga Menggunakan Model Ippc. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan Dan IPTEK*, 15(1): 65–76.
- Wardoyo. 2018. Perubahan Iklim Dan Perdagangan Karbon Dari Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (Grk). *Jurnal Manajemen Bisnis*, 8(1):16–23.