

Nomor Urut : 002 A /UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2023

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN REDUKSI EMISI GAS RUMAH KACA  
(GRK) PADA KAWASAN UNIT PERTAMBANGAN TANJUNG  
ENIM PT. BUKIT ASAM TBK.**



**Disusun Oleh :**

**Adi Putra Wijaya Kusuma**

**21080119140145**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

### PERENCANAAN REDUKSI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) PADA KAWASAN UNIT PERTAMBANGAN TANJUNG ENIM PT. BUKIT ASAM TBK

Disusun oleh:

Nama : Adi Putra Wijaya Kusuma

NIM : 21080119140145

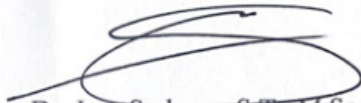
Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari : Rabu

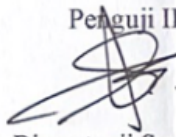
Tanggal : 27 Maret 2024

Menyetujui


Penguji I

  
Dr.-Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.  
NIP. 197401311999031003

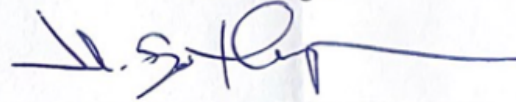
Penguji II

  
Dr.-Eng. Bimastyaji Surya Ramadhan,  
S.T., M.T.  
NIP. 199203242019031016

Pembimbing I

  
Prof. Dr. Ir. Syafrudin, CES, M.T., IPM  
NIP. 195811071988031001

Pembimbing II

  
Dr. Ir. Haryono Setiyo Huboyo, S.T., M.T.,  
IPM., ASEAN Eng.  
NIP. 197402141999031002

Mengesahui,  
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



## ABSTRAK

PT. Bukit Asam Tbk ialah sebuah BUMN yang berkembang di sektor pertambangan batubara. Polusi udara dari tambang batubara diakibatkan karena emisi buruan partikel dan gas. Hal ini juga termasuk metana, sulfur dioksida, dan oksida nitrogen. Operasi penambangan yang dilakukan di permukaan seperti pengeboran, peledakan, pergerakan mesin pemindah tanah berat di jalan angkut, pengumpulan, pengangkutan dan penanganan batubara serta unit penyaringan, pengukuran dan pemisahan merupakan sumber utama emisi tersebut. Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat pencemaran udara pada Unit Tanjung Enim PT. Bukit Asam Tbk., menginventarisasi emisi GRK yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan sektor pendukung dan produksi batubara di Kawasan Unit Pertambangan Tanjung Enim, menyusun strategi perencanaan penurunan emisi untuk mereduksi kadar emisi GRK di Kawasan Unit Pertambangan Tanjung Enim, dan menyusun rancangan anggaran biaya yang akan digunakan pada strategi pengendalian emisi GRK di Kawasan Unit Pertambangan Tanjung Enim. Metode yang digunakan untuk menginventarisasi emisi GRK adalah menggunakan metode IPCC 2006 dari aktifitas alat berat, listrik, dan limbah di area pertambangan. Selanjutnya, emisi GRK diproyeksikan 10 tahun ke depan dengan skenario *Business As Usual* (BAU). Strategi penurunan emisi GRK dibuat berdasarkan faktor-faktor yang memengaruhi penurunan emisi GRK, kemudian dianalisis dengan metode QSPM untuk dihitung potensi penurunan emisinya. Hasil inventarisasi emisi GRK dari kegiatan pertambangan sector produksi dan pendukung pada tahun 2022 yaitu sebesar 549.039 Ton CO<sub>2</sub>eq dengan intensitas pencemaran udara sebesar 0,0147 Ton CO<sub>2</sub>eq yang menempati peringkat 25% pada skala nasional. Strategi yang direkomendasikan untuk memitigasi emisi adalah penerapan *Eco Mechanized Mining* berupa pengadaan *excavator* jenis Komatsu PC 3000-6E berbahan bakar elektrik pada proses produksi *mining*, *Eco Mechanized Mining* berupa pengadaan *dump truck* berjenis Belas 75135 berbahan bakar *hybrid* pada proses produksi *hauling*, *Train Loading System Extension* pada Site Banko Barat untuk proses produksi pengangkutan, dan penerapan *Mobile Solar Cell Tower Lamp* berjenis SDE840-6L pada sektor pendukung pertambangan, sehingga dapat mereduksi total emisi sebesar 17.815 Ton CO<sub>2</sub>eq atau 3,72%. Total biaya yang dibutuhkan untuk 4 strategi tersebut adalah Rp.288.191.531.500,00.

**Kata Kunci:** inventarisasi emisi gas rumah kaca, sektor pertambangan, *Business As Usual*, QSPM

## **ABSTRACT**

*PT. Bukit Asam Tbk is a state-owned company that is developing in the coal mining sector. Air pollution from coal mines is caused by emissions of fugitive particles and gases. It also includes methane, sulfur dioxide, and nitrogen oxides. Mining operations carried out on the surface such as drilling, blasting, movement of heavy earth moving machinery on haul roads, coal collection, transport and handling as well as screening, measuring and separation units are the main sources of these emissions. This final assignment aims to identify the level of air pollution at the Tanjung Enim Unit of PT. Bukit Asam Tbk., GHG emissions inventory resulting from supporting sector mining activities and coal production in the Tanjung Enim Mining Unit Area, develop emissions reduction planning strategies to reduce GHG emission levels in the Tanjung Enim Mining Unit Area, and prepare a draft budget that will be used on GHG emission control strategies in the Tanjung Enim Mining Unit Area. The method used to inventory GHG emissions is the IPCC 2006 method from heavy equipment, electricity and waste activities in mining areas. Furthermore, GHG emissions are projected for the next 10 years using the Business As Usual (BAU) scenario. The GHG emission reduction strategy is made based on factors that influence GHG emission reduction, then analyzed using the QSPM method to calculate the potential for emission reduction. The results of the GHG emissions inventory from mining activities in the production and supporting sectors in 2022 are 549,039 tonnes CO<sub>2</sub>eq with an air pollution intensity of 0.0147 tonnes CO<sub>2</sub>eq which ranks 25% on the national scale. The recommended strategy to mitigate emissions is the implementation of Eco Mechanized Mining in the form of procuring a Komatsu PC 3000-6E type excavator with electric fuel in the mining production process, Eco Mechanized Mining in the form of procuring a Belas 75135 type dump truck with hybrid fuel in the hauling production process, Train Loading System Extension at the West Banko Site for the transportation production process, and the application of the Mobile Solar Cell Tower Lamp type SDE840-6L in the mining support sector, thereby reducing total emissions by 17,815 tons of CO<sub>2</sub>eq or 3.72%. The total costs required for these 4 strategies are IDR 288,191,531,500.00.*

**Keywords:** *greenhouse gas emission inventory, mining sector, Business As Usual, QSPM*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pemanasan global mengacu pada kenaikan secara total suhu bumi rata-rata secara bertahap dalam skala waktu yang panjang dimana kenaikan suhu bumi rata-rata terjadi secara masif. Ini menjadi faktor utama yang mempengaruhi perubahan iklim atau peralihan cuaca ekstrim. Hal ini merupakan permasalahan krusial dengan cakupan berbagai perubahan dalam keberlanjutan iklim bumi termasuk perubahan pola cuaca, tingkat curah hujan, suhu air laut, serta tingkat ketinggian permukaan laut saat ini sedang dihadapi seluruh bagian dunia. Kenaikan suhu rata-rata global bearakibat oleh menaiknya konsentrasi emisi gas yang dilepaskan ke atmosfer, yang biasa dikenali dengan Gas Rumah Kaca (GRK).

GRK (Gas Rumah Kaca) terbentuk dengan alamiah di lapisan atmosfer Bumi, tapi juga didapati lewat aktivitas manusia atau yang disebut antropogenik. GRK memiliki sifat menyerap serta memantulkan lagi radiasi inframerah. Matahari, sebagai sumber utama radiasi dalam Tata Surya, memancarkan radiasi gelombang pendek yang terserap oleh Bumi, kemudian terpantulkan kembali menjadi radiasi gelombang panjang menuju atmosfer. Radiasi inframerah ini diserap oleh GRK (Gas Rumah Kaca) di atmosfer bawah, menyebabkan Efek Rumah Kaca (KLHK, 2012). Menurut penjelasan dari Konfrensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim (UNFCCC), GRK (Gas Rumah Kaca) terbagi menjadi enam jenis, termasuk karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ), dan metana ( $\text{CH}_4$ ), serta sulfurheksafluorida ( $\text{SF}_6$ ), perfluorokarbon ( $\text{PFC}_s$ ), dan hidrofluorokarbon ( $\text{HFC}_s$ ). Dari keenam jenis GRK tersebut,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , dan  $\text{N}_2\text{O}$  adalah yang utama, dengan kemampuan potensi dampak pemanasan global menurut IPCC.

**Tabel 1.1**  
Jenis GRK dan Nilai Potensi Pemanasan Global

Gas Rumah Kaca	Rumus Kimia	Nilai Potensi Pemanasan Global	Masa Hidup
Karbon dioksida	CO <sub>2</sub>	1	variable
Metana	CH <sub>4</sub>	25	12,2 tahun
Dinitro oksida	N <sub>2</sub> O	298	120 tahun

*Sumber: IPCC dalam KLHK, 2012 & Hardy.2003*

Respon dunia terkait ancaman perubahan iklim ini diperlukan melalui berbagai aksi mitigasi salah satunya dengan mengurangi emisi GRK yang ditimbulkan oleh aktifitas manusia, akan tetapi perlu disadari jika beberapa perubahan iklim juga tidak bisa terhindarkan hingga akhirnya adaptasi dipandang sebagai solusi yang diperlukan untuk menanggulangi dampak perubahan iklim tersebut. Perubahan iklim telah diantisipasi dan dimasukkan sebagai salah satu tujuan pembentukan *Sustainable Development Goals* (SDG's) oleh UNDP (*United Nations Development Programme*) dalam poin ke-13 yang dikenal sebagai Tindakan Iklim (*Climate Action*). Climate action adalah Tindakan yang wajib dilaksanakan oleh semua negara di seluruh dunia dalam rangka menanggulangi perubahan iklim. Berdasarkan *Sustainable Development Report 2021* Indonesia berada pada level challenge remain untuk goals climate action yang artinya sudah berada pada tahap tantangan tetap dalam mengalami perubahan iklim. Namun hal ini bisa saja menurun apabila tidak dilakukannya Gerakan dalam menghadapi perubahan iklim tersebut (SDG's Report 2021).

Dalam rangka aksi dan penganggulangan perubahan iklim melalui mitigasi karbon, terdapat banyak peristiwa dan situasi di Indonesia yang berkaitan dengan pengungkapan emisi karbon adalah sebagai berikut: Menurut Sugardiman (2019), pada tahun 2017, sektor pertambangan di Indonesia menduduki posisi pertama dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca di tingkat nasional, menyumbang sebanyak 49%. Dunne (2019) juga menegaskan bahwa sekitar 58% pasokan listrik Indonesia berasal dari pembakaran batubara pada tahun yang sama. Pelaporan emisi karbon dirancang sebagai bentuk kepedulian terhadap lingkungan melalui pertanggungjawaban pengungkapan beban emisi yang dihasilkan perusahaan (Perpres No.61 Tahun 2011)

Sebagai langkah berikutnya pada rangka menguranginya pancaran GRK (gas rumah kaca), pemerintah sudah mengeluarkan PP No. 61 Tahun 2011 terkait RAN-GRK (Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca). PP ini menegaskan kewajiban bagi provinsi untuk merancang Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RADGRK) pada waktu maksimal 12 bulan setelah penetapan peraturan presiden tersebut. Komitmen ini kemudian diperkuat oleh Presiden Joko Widodo, yang meningkatkan target menurunkan emisi GRK (gas rumah kaca) Indonesia menjadi 29% di 2030 oleh usaha domestik serta 41% oleh dukungan internasional (KESDM, 2016).

PT. Bukit Asam Tbk ialah sebuah BUMN yang berkembang di sektor pertambangan batubara. Badan usaha ini memiliki beberapa lokasi pertambangan di Pulau Sumatera yang dioperasikan sesuai dengan Izin Usaha Pertambangan (IUP) yang diberikan oleh pemerintah. Permintaan akan kebutuhan sumber energi murah berupa batubara yang dewasa ini meningkat permintaannya baik kebutuhan dalam negeri maupun kebutuhan luar negeri yang sempat melonjak signifikan dikarenakan pecahnya konflik antara Rusia dan Ukraina. Hal ini memicu negara-negara di dunia khususnya Eropa yang berseberangan langsung dengan titik perang dan juga adanya ketergantungan gas menjadi pertanda dimulainya krisis energi dimana Rusia mengeluarkan kebijakan yang sangat berpengaruh pada keadaan stabilitas energi di Eropa. Dengan penghentian pasokan gas alam yang melalui aliran pipa-pipa gas Rusia tentu kini negara-negara Eropa dihadapkan dengan keadaan dan pilihan yang pahit dimana ancaman krisis energi kian nyata menghampiri mereka.

Kebutuhan energi terutama batubara yang merupakan salah satu sumber energi murah menjadi pilihan utama yang memaksa Eropa mengaktifkan kembali PLTU meski dengan menanggung risiko berupa dampak emisi besar yang akan dihasilkan dari penggunaan batubara tersebut baik pada saat proses penambangan hingga proses ekstraksi energi yang bisa digunakan sebagai pembangkit listrik. Polusi udara dari tambang batubara diakibatkan karena emisi buangan partikel dan gas. Hal ini juga termasuk metana, sulfur dioksida, dan oksida nitrogen. Operasi penambangan yang dilakukan di permukaan seperti pengeboran, peledakan,

pergerakan mesin pemindah tanah berat di jalan angkut, pengumpulan, pengangkutan dan penanganan batubara serta unit penyaringan, pengukuran dan pemisahan merupakan sumber utama emisi tersebut.

Penambangan bawah tanah juga mengeluarkan debu dari tumpukan batubara yang tidak tertutup dan pembuangan limbah. Emisi gas seperti CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>x</sub>, dan NO<sub>x</sub> terjadi karena adanya pembakaran spontan batubara dan kebocoran metana dari lapisan batubara serta lapisan yang mengandung batubara. Metana adalah suatu ragam GRK (Gas Rumah Kaca) yang mempunyai kekuatan efek rumah kaca 24 kali amat tinggi dibandingkan dengan karbon dioksida. Emisi metana dari kegiatan penambangan batubara bervariasi tergantung pada metode penambangan, kedalaman penambangan, kualitas batubara, dan jumlah gas yang terperangkap dalam lapisan batubara. Selama proses penambangan berlangsung, metana dilepaskan ke udara tambang dan akhirnya masuk ke atmosfer.

Metana memiliki kecenderungan mudah meledak sehingga perlu dikendalikan dan dikurangi kandungannya selama proses penambangan agar kondisi kerja tetap terjaga dalam keadaan aman. Sebagai salah satu penyumbang emisi terbesar di Indonesia kenyataannya saat ini masih minim sekali penelitian yang telah dilakukan untuk mendalami penanganan emisi karbon pada kawasan pertambangan dan sifat-sifat beban pencemar dari proses penambangan maupun dari aktivitas pendukung yang berada di kawasan pertambangan. Demikian pula dengan kondisi udara di daerah tersebut. Kurangnya studi awal semacam ini mendorong penulis untuk melakukan penelitian tentang beban pencemar, terutama emisi dan gas rumah kaca di kawasan pertambangan batubara PT. Bukit Asam Tbk. Pemilihan parameter emisi dan GRK (gas rumah kaca) disebabkan oleh kontribusi GRK yang paling signifikan terhadap peningkatan suhu udara global secara keseluruhan.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Dengan latar belakang masalah lingkungan yang jadi dasar Tugas Akhir tersebut, penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Aktivitas pertambangan batubara menimbulkan permasalahan pencemaran



udara yang ditimbulkan dari proses operasi produksi pada kawasan Izin Usaha Pertambangan Tanjung Enim.

2. Perencanaan inventarisasi emisi perlu dilakukan untuk menurunkan rata rata beban emisi dan GRK dari kegiatan produksi dan sarana pendukung pertambangan di kawasan Izin Usaha Pertambangan Tanjung Enim.
3. Peningkatan beban emisi pencemar akibat meningkatnya kapasitas produksi penambangan.
4. Sektor pemanfaatan energi pada kawasan pendukung produksi pertambangan tentunya menghasilkan beban emisi yang cukup tinggi, Langkah perencanaan efisiensi energi dan sarana alternatif ramah lingkungan perlu direncanakan untuk memaksimalkan penurunan pencemaran udara pada kawasan pertambangan.
5. Kegiatan pertambangan dan sarana pendukungnya menghasilkan limbah pencemar baik berupa limbah yang beresiko melepaskan gas pencemar keudara.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat pencemaran udara pada Unit Pertambangan Tanjung Enim PT Bukit Asam Tbk.?
2. Bagaimana hasil inventarisasi emisi GRK (Gas Rumah Kaca) dalam bidang pertambangan, energi, limbah, serta alat berat pada Kawasan Unit Pertambangan Tanjung Enim PT. Bukit Asam?
3. Bagaimanakah cara mereduksi emisi GRK (Gas Rumah Kaca) di sektor penunjang pertambangan, sektor energi, sektor limbah, dan sektor alat berat pada Kawasan Unit Pertambangan Tanjung Enim PT. Bukit Asam?
4. Bagaimana draft anggaran biaya perencanaan reduksi emisi GRK (Gas Rumah Kaca) Unit Pertambangan Tanjung Enim PT. Bukit Asam?

### **1.4 Rumusan Tujuan**

Tujuan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi tingkat pencemaran udara pada Unit Pertambangan Tanjung Enim PT Bukit Asam Tbk.

2. Inventarisasi emisi dan GRK (gas rumah kaca) yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan sektor pendukung dan produksi batubara di kawasan Unit Pertambang Tanjung Enim.
3. Menyusun strategi perencanaan penurunan emisi untuk mereduksi kadar emisi dan GRK di kawasan Unit Pertambangan Tanjung Enim.
4. Menyusun rancangan anggaran biaya yang akan digunakan pada strategi pengendalian emisi GRK pada kawasan Unit Pertambangan Tanjung Enim.

### **1.5 Pembatasan Masalah**

Masalah dalam Tugas Akhir ini dibatasi sebagai berikut:

1. Ruang lingkup studi dalam Tugas Akhir ini adalah sektor pertambangan pada kawasan pertambangan Tanjung Enim milik PT. Bukit Asam.
2. Parameter emisi yang direncanakan adalah GRK yang kemudian akan diinventarisasikan ialah CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan N<sub>2</sub>O.
3. Inventarisasi emisi GRK menggunakan pedoman IPCC dengan menggunakan data-data dari perusahaan yang diperbarui, pedoman Pemerintah Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, pedoman lembaga Dinas Lingkungan Hidup, serta data riil eksisting instansi.
4. Sumber emisi yang akan diinventarisasikan adalah sektor produksi dan sarana pendukung kegiatan di kawasan pertambang yang berada kawasan pertambangan berdasarkan penggunaan bahan bakar (fuel combustions), emisi dari penggunaan listrik, dan emisi dari pengelolaan limbah perusahaan.
5. Emisi fugitive atau emisi non cerobong yang berasal dari lepasan GRK dari dalam tanah tidak dilakukan inventarisasi.
6. Kegiatan dalam perhitungan emisi GRK pada Unit Pertambangan Tanjung Enim berlangsung dengan tahun dasar 2018-2022.
7. Perhitungan emisi GRK dilakukan proyeksi hingga 10 tahun kedepan dan tidak dilakukan lebih panjang karena angka produksi pertambangan selalu berubah ubah tergantung pada kondisi ekonomi, kebutuhan energi nasional dan internasional, serta kondisi geopolitik.
8. Pembuatan rencana strategi reduksi emisi dan GRK pada UPTE.
9. Permasalahan limbah dibatasi pada area limbah B3 dan Non B3 yang

dihasilkan oleh perusahaan.

## **1.6 Rumusan Manfaat**

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis:
  - a) Memberikan wawasan dan pemahaman terkait permasalahan lingkungan pada sektor pertambangan batubara.
  - b) Memberikan prosedur dan tata cara pada penulis tentang bagaimana proses perancangan strategi penurunan emisi GRK sektor pertambangan batubara.
2. Bagi IPTEK:
  - a) Perencanaan ini dapat menjadi referensi terkait perencanaan strategi untuk mereduksi emisi GRK, pengelolaan galian pasca tambang dan limbah dalam suatu sektor pertambangan batubara serta dapat menjadi dasar yang dapat dikembangkan dalam penelitian berikutnya.
  - b) Memberikan informasi pengaruh pencemaran lingkungan khususnya permasalahan udara pada sektor pertambangan dan pengaruhnya terhadap lingkungan.
3. Bagi Pemerintah:
  - a) Tersedianya profil pengelolaan lingkungan khususnya dari sektor pertambangan di wilayah Unit Pertambangan Tanjung Enim PT. Bukit Asam Tbk..
  - b) Membantu instansi terkait dalam upaya inventarisasi emisi GRK pada sektor pertambangan.
  - c) Menjadi masukan serta pertimbangan instansi terkait dalam menetapkan kebijakan, upaya, dan strategi terkait reduksi emisi GRK.
  - d) Menyediakan perencanaan pengelolaan galian pasca tambang untuk kemudian dikembangkan dan disesuaikan oleh instansi terkait.
4. Bagi Masyarakat:
  - a) Memberi wawasan serta informasi terkait inventarisasi emisi GRK kawasan pertambangan beserta kondisi kualitas udara UPTE kepada masyarakat.

- b) Memberi wawasan dan informasi terkait alternatif strategi yang dapat diterapkan sebagai upaya reduksi emisi GRK sektor pertambangan kepada masyarakat.
- c) Perencanaan ini dapat menjadi referensi bagi masyarakat yang membaca dan melakukan aktivitas di kawasan UPTE agar dapat berpartisipasi dalam mengurangi pencemaran lingkungan dan pemahaman pengelolaan lingkungan pada kawasan pertambangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifiyanto B, Sindu RM. (2020). *Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca dengan Penerapan E-Reporting System di Pertambangan PT Bukit Asam*. Palembang: Universitas Sriwijaya
- BPPLH DKI Jakarta. (2018). *Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang*.
- Carolina TiaraRosita Dewi. 2021. *Rencana Strategi Mereduksi Emisi Gas Rumah Kaca (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan N<sub>2</sub>O) dari Bidang Kendaraan, Perindustrian, dan Rumah Tangga di Kota Ungaran, Kabupaten Semarang* Universitas Diponegoro
- Dunne, D. (2019). The Carbon Brief Profile: Indonesia. <https://www.carbonbrief.org/the-carbon-brief-profile-indonesia>
- Surat faktor emisi (DJK-ESDM), 2012
- Fardiaz, S. (2014). *Polusi Air dan Udara*.
- Frudis, I. E., Mardiah, M., & Pitulima, J., 2018. Kajian Teknis Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Pada Pencapaian Pengupasan Overburden 1.120.000 BCM Di Pit Taman Tambang Air Laya Bulan September 2016 PT Bukit Asam (Persero) Tbk. *Mineral*, 3(1), p.2.
- IPCC (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Vol.2 : Energy; Chapter 3: Mobile Combustion*. Washington D.C: IPCC
- IPCC (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
- Jurnal Saintek Universitas Negeri Gorontalo*, Vol. 3, No.03, p.1-11.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2015). *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 12 Tahun 2015 tentang Perubahan Ketiga Atas Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 32 Tahun 2008 tentang Penyediaan, Pemanfaatan Dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (Biofuel) Sebagai Bahan Bakar Lain*
- Mas, BAPA. (2023). *Inventarisasi dan Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca Pada Proses Produksi Batu Bara di PT.XYZ*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November
- Pedoman Inventarisasi GRK Nasional 2012, Buku 2 Volume 1 *Penggunaan dan*

### *Pengadaan Energi*

- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, (2021).
- Peraturan Presiden Republik Indonesia. 2011. Peraturan Presiden No. 71 tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Jakarta.
- Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Gas Rumah Kaca. Jakarta
- Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang *Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon Untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca Dalam Pembangunan Nasional*.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2017. Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca. Jakarta
- Pemerintah Republik Indonesia. 2011.
- Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber daya Mineral Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2020. *Inventarisasi Emisi GRK Bidang Energi*.
- Sachs, J., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., Woelm, F. (2021). *\*The Decade of Action for the Sustainable Development Goals: Sustainable Development Report 2021.\** Cambridge: Cambridge University Press
- Samadikun, B. P., & Huboyo, H. S. (2017). *Irwanti, Budi Prasetyo Samadikun, Haryono Setiyo Huboyo.* 6(3).  
<http://ejournals1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>
- Sugardiman, R. A. (2019). Statistik Tahun 2018 Direktorat Jendral Perubahan Iklim.  
[http://ditjenppi.menlhk.go.id/reddplus/images/adminppi/dokumen/statistik\\_PPI\\_2018\\_opt.pdf](http://ditjenppi.menlhk.go.id/reddplus/images/adminppi/dokumen/statistik_PPI_2018_opt.pdf)
- Trianna, V. (2008). *Jurnal Kesehatan Masyarakat : Pemanasan Global*. Padang: Universitas Andalas.
- Triana, V. (2008). PEMANASAN GLOBAL. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 2(2), 159–163. <https://doi.org/10.24893/jkma.v2i2.26>
- Tiarani VL, Sutrisno, Huboyo. 2016. *Kajian beban emisi pencemar udara (TSP,*

*NOx, SO2, HC, CO) dan gas rumah kaca (CO2, CH4, N2O) sektor transportasi darat Kota Yogyakarta dengan metode Tier 1 dan Tier 2. Jurnal Teknik Lingkungan. 5(1):1-10.*

Undang-Undang RI Nomor 17 Tahun 2004 Tentang Pengesahan *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change* (Protokol Kyoto atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Tentang Perubahan Iklim).

Utina, Ramli. 2008. *Pemanasan Global: Dampak dan Upaya Meminimalisasinya.*