



Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal

e-ISSN: 2621-5586

Volume 4, Nomor 1, Maret 2022

Doi: <https://doi.org/10.36441/seoi.v4i1.753>

PENGELOLAAN KUALITAS UDARA PADA AKTIVITAS BONGKAR MUAT BATU BARA (Studi Kasus: Pelabuhan Batu Bara di Sumatera Selatan)

Air Quality Management On Coal Loading-Unloading Activities: a Study in Coal Port at South Sumatera

Ahmad Daudsyah Imami ^{1,*}, Nadia Syakhira ²

¹ Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sumatera, Kab. Lampung Selatan

² Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sumatera, Kab. Lampung Selatan

*E-mail Korespondensi: ahmad.imami@tl.itera.ac.id

Diterima: 30 Februari 2022

Disetujui: 28 Maret 2022

ABSTRACT

The increasing demand for coal energy globally has led to the rapid growth of the coal industry in Indonesia. It is projected that coal energy will still dominate in the world until 2050. This development will undoubtedly impact the quality of the environment, one of which is related to air pollution. As one of the distribution chain links, coal port facilities require attention regarding air quality management. This research shows that the source of fugitive pollutants from coal loading and unloading activities at the research location comes from supporting equipment for loading and unloading activities and coal stockpiles. These tools continuously emit non-chimney contaminants, namely coal dust. Non-fugitive pollution is generated by heavy equipment and generators used in activities in the workshop area. Measurement of ambient air quality at the study site indicated that the particulate parameters (TSP, PM₁₀, and Dustfall) needed to be comparable with the standards. In contrast, the gas parameter that was the most significant was the SO₂ pollutant. Efforts to control air pollution are using sprinklers and installing windproof nets, which are indicated to be quite effective in reducing dust in the crusher area. Recommendations in controlling air pollution are to automate the sprinkler system for watering and monitoring airflow and plant trees with the ability to absorb SO₂ effectively.

Keywords: Ambient Air Quality, Coal Port, Fugitive Source

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan energi batu bara secara global menyebabkan pertumbuhan industri batu bara yang pesat di Indonesia. Dominasi penggunaan batu bara pun diproyeksikan akan tetap bertahan sampai tahun 2050. Perkembangan tersebut tentunya berdampak pada kualitas lingkungan salah satunya terkait pencemaran udara. Fasilitas pelabuhan batu bara sebagai salah satu mata rantai distribusi memerlukan perhatian terkait pengelolaan kualitas udaranya. Dari penelitian ini diketahui sumber pencemar fugitive dari aktivitas bongkar muat batu bara di lokasi penelitian bersumber dari alat-alat pendukung kegiatan bongkar muat dan stockpile batu bara. Alat-alat tersebut secara kontinyu mengemisikan pencemar tidak tercerobongkan yaitu debu batu

How to cite this article:

Imami, A. D., (2022). Pengelolaan Kualitas Udara Pada Aktivitas Bongkar Muat Batu Bara (Studi Kasus: Pelabuhan Batu Bara di Sumatera Selatan) *Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal*, 4(1), 100-109. Doi: <https://doi.org/10.36441/seoi.v4i1.753>

bara. Pencemaran non-fugitive dihasilkan oleh alat berat dan genset yang digunakan pada kegiatan di area workshop. Pengukuran kualitas udara ambien di lokasi penelitian menunjukkan bahwa parameter partikulat (TSP, PM₁₀, dan Dustfall) perlu dilakukan pengukuran dengan durasi yang dapat diperbandingkan sedangkan parameter gas yang paling signifikan adalah polutan SO₂. Upaya pengendalian pencemaran udara yang dilakukan adalah penyiraman dan penggunaan *windproofnet* terindikasi cukup efektif dalam pengurangan debu di area *crusher*. Rekomendasi dalam pengendalian pencemaran udara yaitu dengan melakukan otomasi dalam sistem sprinkler untuk penyiraman dan pemantauan aliran udara juga penanaman pohon dengan kemampuan menyerap SO₂ yang efektif.

Kata kunci: Pencemar *Fugitive*; Pelabuhan Batu Bara; Udara Ambien

PENDAHULUAN

Batu bara merupakan sumber energi terbesar yang dikonsumsi oleh sektor industri di Indonesia pada tahun 2019, hal tersebut diproyeksikan akan tetap mendominasi sampai tahun 2050 dengan pertumbuhan rata-rata mencapai 3.9% per tahun (Agency for the Assessment and Application of Technology 2021). Selain kebutuhan dalam negeri tersebut, batu bara di Indonesia diproyeksikan akan mengalami peningkatan untuk kebutuhan pasar luar negeri dari semula 550 juta ton per tahun menjadi 625 juta ton per tahun (Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral 2021). Peningkatan kebutuhan batu bara juga mengindikasikan adanya peningkatan aktivitas produksi dan distribusi komoditas tersebut, termasuk kegiatan bongkar muat dari batu bara itu sendiri.

Selain kegiatan produksi batu bara di lokasi pertambangan, kegiatan distribusi batu bara seperti bongkar muat batu bara pun memiliki potensi penurunan kualitas lingkungan, seperti pencemaran udara. Bongkar muat batu bara biasanya dilakukan di fasilitas pelabuhan batu bara yang didalamnya terdapat beberapa kegiatan yaitu selain proses bongkar batu bara dari satu moda transportasi ke moda lainnya, terdapat aktivitas dari *belt conveyor*, *crusher*, dan *loader* yang berfungsi untuk membuat proses bongkar muat dan transportasi batu bara di pelabuhan menjadi lebih efisien namun juga berpotensi memiliki dampak lingkungan yang buruk bagi kesehatan (Washington Public Ports Association 1982). Selain itu, letak pertambangan yang berada jauh dari garis pantai memerlukan kombinasi moda transportasi angkutan batubara, sehingga dibutuhkan tempat penimbunan (*stockpile*) batu bara yang diketahui merupakan salah satu sumber pencemar udara *fugitive* yang cukup besar (Rusdianasari 2015). Dengan banyaknya potensi pencemaran udara dari aktivitas pelabuhan batu bara, perlu dilakukan studi lebih lanjut yang berfokus pada salah satu rantai distribusi batu bara yang sangat penting ini.

Pencemaran udara merupakan dampak penting yang selalu menjadi perhatian pada aktivitas produksi batu bara. Paparan batu bara yang paling banyak dialami oleh pekerja batu bara, kemudian masyarakat di sekitarnya. Debu batu bara memiliki ukuran yang kecil dan memiliki sifat mengisi ruangan, sehingga dapat dengan mudah masuk ke saluran pernafasan manusia dan mengganggu sistem pernafasan (Cortes-Ramirez et al. 2018). Adanya pencemaran udara yang terjadi akibat aktivitas tersebut berpotensi mengakibatkan penurunan kesehatan masyarakat. Di Indonesia, beberapa penelitian yang melihat pengaruh aktivitas pertambangan batu bara terhadap kondisi lingkungan pada masyarakat sekitar pertambangan telah dilakukan di Banyuasin (Rusdianasari et al. 2013), dan Muara Enim (Juniah et al. 2015; Sukana, Lestary, and Hananto 2013). Namun untuk penelitian yang berfokus pada aktivitas fasilitas distribusi batu bara seperti pelabuhan batu bara belum banyak dilakukan. Perkembangan industri batu bara di dunia sudah melakukan kajian terkait

pengelolaan lingkungan yang terintegratif mulai dari proses produksi dan distribusi batu bara (Todd 1997; Zhao, Wang, and Han 2020) di China.

PT X merupakan bagian dari perusahaan pertambangan besar di Sumatera Selatan yang memiliki peran dalam penyimpanan sementara batu bara, yang kemudian batu bara tersebut didistribusikan ke berbagai wilayah dengan menggunakan jalur laut. Sebagai salah satu rantai dari industri batu bara yang terletak pada sekitar permukiman warga, dampak lingkungan terutama pencemaran udara akibat dari aktivitas perusahaan perlu diulas lebih lanjut. Dampak tersebut kemudian dilakukan analisis usaha pengelolaan kualitas udara yang telah dilakukan oleh perusahaan. Studi ini diharapkan mampu memberikan gambaran pengaruh aktivitas pelabuhan batu bara terhadap kualitas udara sehingga dapat melakukan mengevaluasi terkait dengan pengelolaan kualitas udara yang efektif sesuai dengan tingkat pencemaran di lokasi tersebut.

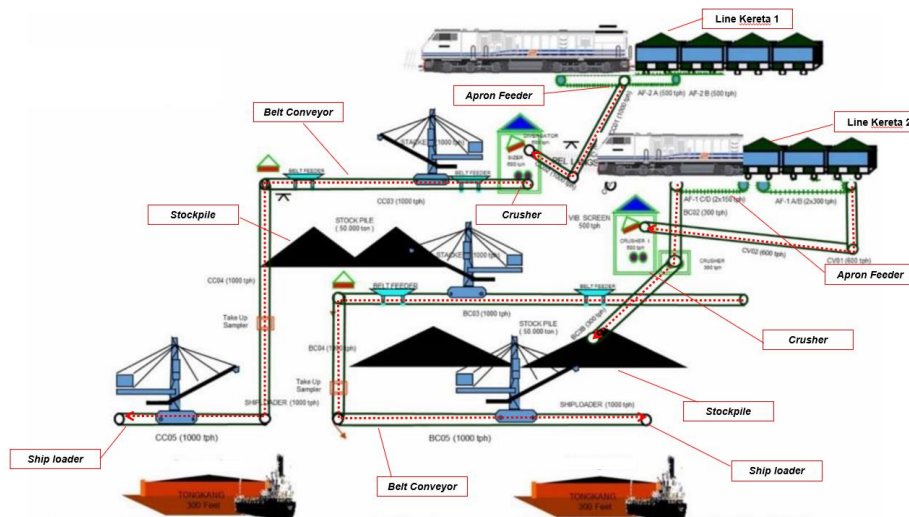
METODE

Penelitian dilakukan pada unit pelabuhan batu bara milik PT X yang berlokasi di Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan. Gambar 1 menunjukkan lokasi penelitian tersebut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

PT X memiliki luasan 42 Ha dengan beberapa sarana penunjang dalam kegiatan pengangkutan produk batu bara yang akan dikirim ke konsumen. Unit ini hanya melakukan proses bongkar muat dimana batu bara hasil dari penambangan di Tanjung Enim, tepatnya di daerah Air Laya, Muara Tiga Besar, dan Banko Barat yang akan distribusikan ke konsumen melalui jalur pengiriman dengan moda transportasi kereta api. Pengiriman batu bara pada unit ini mencapai 7000-10.000 ton per hari. Jumlah kereta api yang masuk sekitar 7 – 13 kereta untuk tiap harinya dimana setiap kereta terdiri dari 33 gerbong yang akan dibongkar muatannya untuk diteruskan ke tongkang yang bermuatan 300 *feet*. Sebagian batu bara pun ada yang disimpan di *stockpile*. Beberapa aktivitas bongkar muat ini masih dilakukan secara manual. Berikut alur proses bongkar muat batu bara di PT X dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur proses bongkar muat batu bara di Pelabuhan Batu Bara PT X (sumber: Dokumen Perusahaan)

Tahap pelaksanaan penelitian diawali dengan melakukan identifikasi dari seluruh proses bongkar muat dan proses penunjang lain yang berpotensi sebagai sumber pencemar udara. Kemudian dilakukan pengumpulan data primer dan data sekunder. Pengambilan data primer dilakukan dengan pengukuran kualitas udara, observasi, wawancara, dan dokumentasi. Sedangkan data sekunder yang didapatkan berupa data pemantauan kualitas udara berkala oleh perusahaan dari tahun 2019-2021, data pengendalian pencemaran udara, data emisi, dokumen upaya pemantauan lingkungan (UPL) dan upaya pengelolaan lingkungan (UKL), selain dokumen-dokumen perusahaan seperti profil perusahaan, kebijakan perusahaan, dan sertifikasi perusahaan. Hasil observasi dan pengolahan data tersebut kemudian akan diolah secara deskriptif dan kemudian dibandingkan dengan regulasi ataupun standar yang berlaku di Indonesia.

Pengukuran pencemaran udara yang dilakukan oleh PT X mengacu kepada beberapa regulasi terkait pengelolaan kualitas udara yang berlaku di Indonesia. Regulasi tersebut mengatur baku mutu udara ambien, baku mutu emisi, dan baku mutu emisi dustfall. Parameter polutan tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Parameter Polutan dan Regulasi yang dapat diacu oleh PT X

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Unit	Regulasi
Baku Mutu Udara Ambien				
Sulfur Dioksida (SO ₂)	1 jam	150	µg/m ³	Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021
Karbon Monoksida (CO)	1 jam	10,000	µg/m ³	
Nitrogen Dioksida (NO ₂)	1 jam	200	µg/m ³	
Oksidan Fotokima (O ₃)	1 jam	150	µg/m ³	
Hidrokarbon Non-Metana (NMHC)	3 jam	160	µg/m ³	
Partikulat debu <100 µm (TSP)	24 jam	230	µg/m ³	
Partikulat debu <10 µm (TSP)	24 jam	75	µg/m ³	
Partikulat debu <2.5 µm	24 jam	55	µg/m ³	
Timbal (Pb)	24 jam	2	µg/m ³	Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 17 Tahun 2005
Dustfall, Industri	1 bulan	20	ton/km ² /bulan	
Dustfall, Pemukiman	1 bulan	10	ton/km ² /bulan	

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Unit	Regulasi
Baku Mutu Emisi Genset				
Karbon Monoksida (CO)	Sesaat	600	mg/Nm ³	Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 06 Tahun 2012
Nitrogen Dioksida (NO ₂)	Sesaat	1,000	mg/Nm ³	
Sulfur Dioksida (SO ₂)	Sesaat	800	mg/Nm ³	
Total Opasitas	Sesaat	150	mg/Nm ³	
Baku Mutu Emisi Kendaraan				
GVW ≤ 3,5 ton, Tahun Pembuatan di bawah 2010	Sesaat	70	%	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006
GVW ≤ 3,5 ton, Tahun Pembuatan 2010 ke atas	Sesaat	40	%	
GVW > 3,5 ton, Tahun Pembuatan di bawah 2010	Sesaat	70	%	
GVW > 3,5 ton, Tahun Pembuatan 2010 ke atas	Sesaat	50	%	

Pada regulasi menurut PP no. 22 tahun 2021, waktu pengukuran untuk kualitas udara ambien bervariasi untuk setiap parameternya. Namun acuan yang digunakan pada studi ini adalah yang paling singkat. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini durasi pengukuran dilakukan hanya 1 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Sumber Pencemar *Fugitive* dari Aktivitas Pelabuhan Batu Bara

Sumber pencemaran udara pada aktivitas bongkar muat batu bara di sebuah pelabuhan batu bara dapat dibagi menjadi 2 klasifikasi yaitu sumber pencemar *fugitive* dan sumber pencemar *non-fugitive*. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.13 Tahun 2019, sumber emisi *fugitive* adalah emisi yang secara teknis tidak dapat melewati cerobong, ventilasi, atau sistem pembuangan emisi yang setara. Sumber pencemar *fugitive* merupakan sumber pencemar yang berkontribusi besar pada penurunan kualitas udara di area sekitar pelabuhan batu bara. Salah satu polutan atmosfer yang paling berdampak serius pada proses bongkar muat batu bara adalah debu batu bara. Hal ini dikarenakan adanya pergerakan batu bara yang terpapar udara terbuka dan juga erosi angin dari stockpile terbuka (Knatz and Webber 1991). Pada studi kali ini beberapa sumber pencemar udara *fugitive* hasil observasi antara lain:

1. *Apron Feeder*

Apron feeder merupakan wadah yang menjadi penampung sekaligus penyortir batu bara yang sebelumnya telah diangkut dengan gerbong kereta api. Pada lokasi penelitian jumlah apron terobservasi sebanyak dua, dengan keterangan satu apron dapat membongkar sebanyak 3 gerbong batu bara dan satu apron lainnya dapat membongkar 5 gerbong batu bara dari moda transportasi kereta.

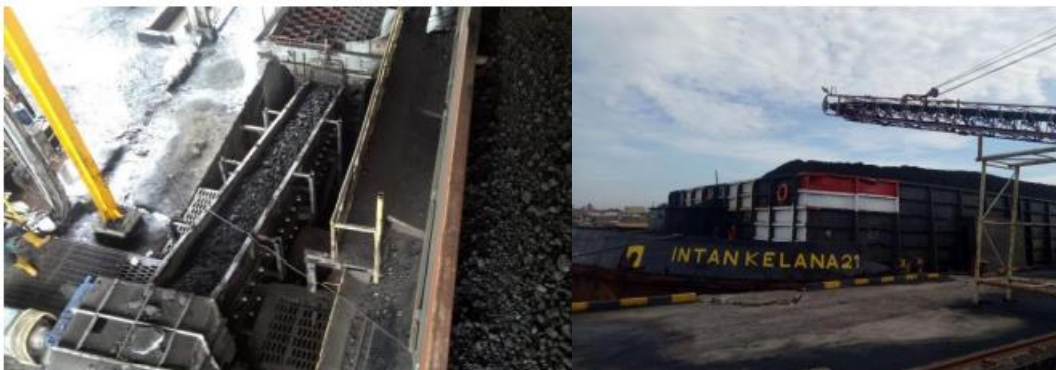


Gambar 3. Unit *Apron Feeder* yang dimiliki oleh PT X.

Proses penyortiran ukuran batu bara secara mekanis akan dengan mudah melepaskan debu batu bara yang tidak tercerobongkan.

2. *Belt Conveyor* dan *Ship Loader*

Belt conveyor merupakan pesawat pengangkut batu bara dari tempat pembongkaran batu bara menuju kapal tongkang. *Belt conveyor* kemudian terhubung dengan *ship loader* merupakan alat yang “menuangkan” batu bara ke kapal tongkang.



Gambar 4. Unit *Belt Conveyor* dan *Ship Loader* dimiliki oleh PT X.

Belt conveyor menjadi sumber pencemar udara karena pada proses mobilisasi batu bara terdapat potensi debu batu bara terbang akibat tiupan angin yang melalui batu bara tersebut. Selain itu proses penuangan batu bara ke tongkang dari ketinggian oleh *ship loader* pun menjadi potensi salah satu pencemar udara *fugitive*.

3. *Crusher* dan *Stockpile*

Crusher merupakan mesin yang memiliki fungsi sebagai pemecah batu menjadi ukuran lebih kecil untuk kemudian memudahkan dalam proses pengolahannya. Pada PT X, mesin *crusher* digunakan pada lapangan terbuka, karena lebih mudah dalam pengoperasiannya.



Gambar 5. Unit *Crusher* dan *Stockpile* yang dimiliki oleh PT X.

Pencemaran udara pada kedua unit ini terjadi akibat adanya erosi angin yang mengangkat debu batu bara ke atmosfer. Kandungan debu batu bara ini bergantung kepada arah dan kecepatan angin yang dominan di lokasi tersebut. Posisi *stockpile* yang menghadap arah angin dominan berpotensi meningkatkan persebaran debu batu bara akibat dari aktivitas penimbunan di *stockpile*. (Rusdianasari 2015)

Dari berbagai sumber pencemaran udara *fugitive* yang telah disebutkan diatas, dapat dilihat bahwa di area bongkar muat batu bara, polutan yang mendominasi adalah partikulat atau debu batu bara yang dihasilkan akibat pergerakan mekanis batu bara, proses pemotongan batu bara, dan juga erosi debu batu bara yang diakibatkan oleh angin pada lokasi tersebut. Hal tersebut sesuai dengan penelitian di China yaitu faktor-faktor yang mempengaruhi tingginya kandungan partikulat di area pelabuhan batu bara adalah ukuran batu bara, kandungan kelembaban dari batu bara, dan kecepatan angin dominan di lokasi pelabuhan batu bara tersebut (Shipei and Bin 2020).

Identifikasi Sumber Pencemar *Non - Fugitive* dari Aktivitas Pelabuhan Batu Bara

Berdasarkan proses bongkar muat batu bara yang dilakukan pada lokasi penelitian didapatkan 2 sumber pencemar non-fugitive atau sumber pencemar yang berasal dari cerobong yang terobservasi dari area pelabuhan PT X yaitu adalah emisi dari penggunaan Alat Berat dan emisi dari cerobong genset.

Genset merupakan salah satu sumber emisi *non fugitive* yang bersifat tidak bergerak. Genset yang dimiliki oleh PT X memiliki kapasitas 1.275 kVA yang menjadi tenaga listrik cadangan jika terjadi pemadaman listrik. Walaupun penggunaan genset pada PT X jarang terjadi, genset yang menggunakan bahan bakar fosil (solar) tetap dikategorikan sebagai pencemar udara terutama untuk polutan NO₂ dan SO₂.



Gambar 6. Alat berat *Excavator* dan *Genset* di PT X

Pencemaran yang bersumber dari knalpot gas buang termasuk kedalam sumber pencemar *non-fugitive*. Beberapa alat berat yang beroperasi di pelabuhan batu bara PT X antara lain *excavator* yang berfungsi untuk melakukan pengerukan kolam pengendap, *wheel loader* yang berfungsi untuk melakukan loader dan pengaturan batu bara di *stockpile*, dan *backhoe loader* yang berfungsi sebagai peralatan penunjang dalam kegiatan lainnya. Berbagai alat berat ini banyak beroperasi di area workshop. Berikut adalah Gambar 5 yang menunjukkan penggunaan alat berat dan genset di pelabuhan batu bara milik PT X.

Kendaraan termasuk alat berat yang digunakan PT X merupakan alat berat yang menggunakan bahan bakar fosil dan diketahui sebagai kontributor utama polutan gas seperi

Nitrogen Oksida (NO_x), *Volatile Organic Compound* (VOC), Karbon monoksida (CO), dan Sulfur Dioksida (SO₂) dan Partikulat Halus (Amin, Tamima, and Amador Jimenez 2017).

Pemantauan Pencemaran Udara di Pelabuhan Batu Bara PT X

Untuk mengetahui secara keseluruhan kualitas udara di lokasi penelitian dilakukan pengukuran yang berlokasi pada 4 area yang berbeda. Lokasi pengukuran disesuaikan dengan yang dilakukan oleh PT X antara lain area *crusher* workshop, area depan kantor, dan pemukiman sekitar. Pemantauan kualitas udara dilakukan secara berkala setiap triwulan (TW). Pemantauan kualitas udara berdasarkan kepada peraturan yang berlaku dimana rujukan pemantauan yang digunakan ialah PP RI No.41 Th 1999 dan Pergub sumsel No.17 th 2005 sebagai pemantauan kualitas udara ambien dan Pergub sumsel No.6 th 2012 sebagai pemantauan udara emisi. Sedangkan pada tahun 2021, indikator pemantauan kualitas udara tidak lagi merujuk pada PP RI No.41 Th 1999, dikarenakan telah tergantikan peraturan terbaru yang telah terbetuk pada tahun 2021, yaitu PP RI No.22 tahun 2021 mengenai penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, sehingga peraturan terbaru itulah yang digunakan sebagai acuan pengukuran.

Pengukuran dilakukan menggunakan metode manual aktif pada lokasi-lokasi tersebut. Untuk melihat penurunan kualitas udara akibat dari sumber *fugitive* dapat dilihat pada kualitas udara ambien di area *crusher*. Berikut adalah gambaran kualitas udara di area *crusher* dari tahun 2020-2021 (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Pemantauan Kualitas Udara Ambien area *Crusher* tahun 2020-2021

Lokasi: <i>Crusher</i>			Kualitas Udara Ambien						
No	Parameter	Unit	Baku Mutu	TW I 2020	TW II 2020	TW III 2020	TW IV 2020	TW I 2021	TW II 2021
1	SO ₂	µg/m ³	150	136	102	137	170	137	102
2	CO	µg/m ³	10000	1145	1145	1145	3436	5726	2290
3	NO ₂	µg/m ³	200	84.8	85.1	85.7	128	128	85.2
4	NMHC	µg/m ³	160*	80	101	67	116	77	115
5	O ₃	µg/m ³	150	79.2	79.4	80	79.5	91	99.6
6	Timbal	µg/m ³	2**	<0.335	<0.335	<0.335	<0.335	<0.035	0.177
7	TSP	µg/m ³	230**	19.1	61.7	128	31.4	34.9	24.7
8	PM10	µg/m ³	75**	8.97	28.1	64.2	16.2	22.9	11.2
9	Dustfall	ton/km ²	20	5.61	5.2	1.02	2.21	5.47	6.1

*Baku Mutu berdasarkan waktu pengukuran 3 jam berbeda dengan durasi pengukuran yang 1 jam

**Baku Mutu berdasarkan waktu pengukuran 24 jam berbeda dengan durasi pengukuran yang 1 jam

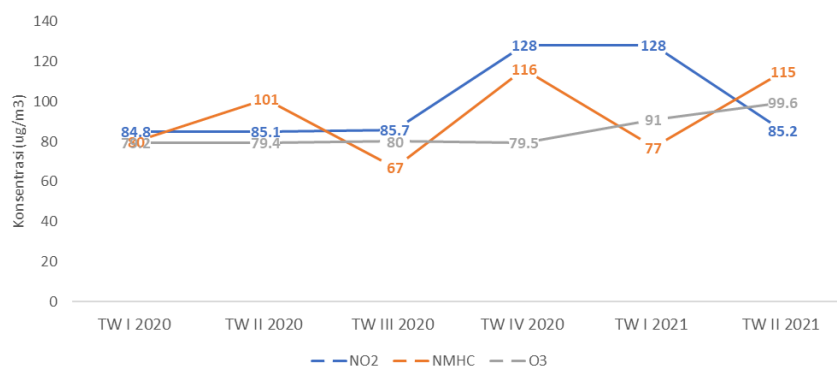
Hasil pengukuran di area *crusher* merupakan indikator seberapa besar pengaruh sumber pencemar *fugitive* pada kualitas udara di area pelabuhan dan sekitarnya. Berdasarkan kedua jenis sumber pencemar tersebut, dapat dilihat bahwa sumber pencemar *fugitive* lebih berkontribusi terhadap polutan partikulat sedangkan sumber pencemar non-*fugitive* berkontribusi kepada polutan gas dan partikulat halus. Dari Tabel 2 dari tahun 2020-2021 dapat terlihat bahwa konsentrasi yang terukur lebih tinggi dari baku mutu hanya pada polutan SO₂. Sulfur merupakan salah satu kandungan yang terdapat di batu bara. Batu bara yang baik memiliki kandungan sulfur dibawah 0.44% sehingga menghasilkan emisi SO₂ yang rendah pula (Sugiarto, Herawati, and Riyanti 2019). Hal ini menunjukkan proses oksidasi sulfur pada batu bara dapat terjadi pada batu bara yang disimpan ataupun dipindahkan pada proses bongkar muat batu bara.

Parameter partikulat pada penelitian ini tidak dapat dibandingkan secara langsung karena waktu atau durasi pengukuran yang berbeda dengan baku mutu. Pengukuran partikulat perlu dilakukan dengan durasi yang lebih panjang, minimal 4 – 8 jam untuk mendapatkan nilai yang representatif untuk dapat dibandingkan dengan baku mutu (Kapageridis and Triantafyllou 2004). Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mendapatkan prediksi data rerata harian partikulat berdasarkan dari data 1 jam. Seperti dilakukan oleh (Fu and Aklilu 2021) untuk partikulat PM_{2.5}



Gambar 7. Fluktuasi Partikulat dari Setiap Periode Pengukuran Triwulan 2020-2021

Konsentrasi polutan *fugitive* seperti partikulat sangat bergantung pada pergerakan dan operasional proses bongkar muat batu bara. Dari gambar diatas terlihat bahwa titik tertinggi pencemaran partikulat berada pada Triwulan ketiga (TW-III) tahun 2020 dengan titik terendah pencemaran pada TW-1 (Gambar 7). Berdasarkan hal ini dapat terlihat pada awal 2020 dimana terjadi pandemi Covid-19 kegiatan bongkar muat diindikasikan terjadi penurunan dengan timbunan di stockpile yang juga tidak terlalu banyak. Selain itu, pada triwulan pertama 2020 (Januari – Maret) masih termasuk ke dalam musim penghujan dimana partikulat akan dengan mudah terdeposisi basah akibat curah hujan yang tinggi.



Gambar 8. Fluktuasi Pencemar Gas (NO₂, NMHC, O₃) dari setiap Periode Pengukuran

Hal yang berbeda ditunjukkan dari polutan gas, berdasarkan Gambar 8 diatas, titik terendah pencemar gas dari parameter diatas paling rendah pada TW-III 2020. Ini menunjukkan penurunan aktivitas dari kegiatan bongkar muat tidak terlalu berpengaruh pada pencemaran parameter-parameter tersebut. Polutan gas terlihat cukup stabil dan tidak menunjukkan pola yang sama antara satu sama lain. Berdasarkan pengamatan polutan gas tersebut bukan berasal dari sumber emisi *fugitive* yang berasal dari aktivitas *crusher*. Polutan gas pun terlihat tidak terpengaruh atas deposisi basah akibat musim hujan.

Pengukuran pun dilakukan di area *workshop*. Area ini merupakan area dengan lokasi sumber pencemar non-fugitive yang banyak. Kualitas udara ambien dari area workshop dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pementauan Kualitas Udara Ambien area *Workshop* tahun 2020-2021

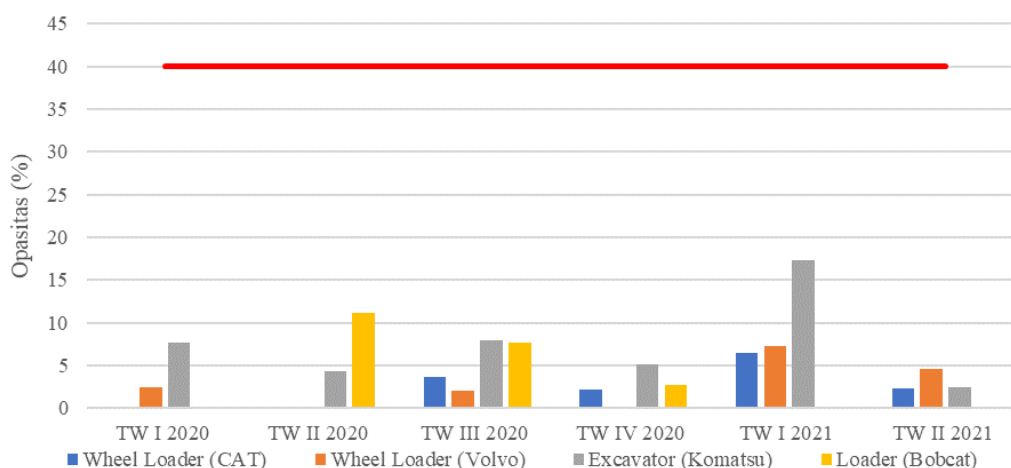
Lokasi: Workshop			Periode						
No	Parameter	Unit	Baku Mutu	TW I 2020	TW II 2020	TW III 2020	TW IV 2020	TW I 2021	TW II 2021
1	SO ₂	µg/m ³	150	103	103	138	103	137	102
2	CO	µg/m ³	10000	1145	1145	1145	2290	3436	2290
3	NO ₂	µg/m ³	200	86	85.7	86.2	85.9	128	85.1
4	NMHC	µg/m ³	160	96	95	63	128	89	109
5	O ₃	µg/m ³	150	57.3	68.6	80.5	68.8	79.7	68.1
6	Timbal	µg/m ³	2	<0.335	<0.335	<0.335	<0.335	<0.035	0.155
7	TSP	µg/m ³	230	12.4	69.9	73.5	24.8	33.7	32.6
8	PM ₁₀	µg/m ³	75	7.9	33.8	39.6	12.2	20.2	6.74
9	Dustfall	ton/km ²	20	3.1	6.31	1.4	3.1	5.76	6.04

*Baku Mutu berdasarkan waktu pengukuran 3 jam berbeda dengan durasi pengukuran yang 1 jam

**Baku Mutu berdasarkan waktu pengukuran 24 jam berbeda dengan durasi pengukuran yang 1 jam

Kualitas udara di area workshop dari tahun 2020-2021 terlihat lebih baik dibandingkan dengan kualitas udara ambien di area *crusher*. Hal ini terlihat dari tidak adanya baku mutu yang terlewati dan secara umum nilai konsentrasi yang terukur untuk semua parameter baik partikulat maupun gas secara umum lebih rendah. Hal ini karena sumber pencemar non fugitive yaitu genset tidak beroperasi secara kontinyu sehingga potensi pencemaran dari genset tersebut tidak signifikan dalam mempengaruhi kualitas udara ambien di area workshop.

Kualitas udara di area workshop yang cukup baik pun didukung dengan kondisi alat berat dan genset yang terawatt dengan baik dan tidak melebihi baku mutu emisi yang ditentukan. Hasil dari pengukuran emisi kendaraan dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 5. Hasil Pengukuran Opasitas Gas Buang Alat Berat PT X Tahun 2020-2021

Tabel 4. Hasil Pengukuran Emisi Genset tahun 2020-2021

No	Parameter yang diukur	Baku Mutu	Satuan	TW I 2020	TW II 2020	TW III 2020	TW IV 2020	TW I 2021	TW II 2021
1	Karbon Monoksida (CO)	600	µg/Nm ³	237	256	256	112	253	115
2	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	1000	µg/Nm ³	243	500	440	325	337	100
3	Sulfur Dioksida (SO ₂)	800	µg/Nm ³	1	1	17	1	1	1
4	Partikulat	150	µg/Nm ³	23.1	22.6	15.8	45.3	19.4	27.2

Alat berat yang digunakan di PT X memiliki performa yang baik sehingga tidak menghasilkan emisi yang dapat menurunkan kualitas udara ambien di lokasi *workshop*. Hal ini terlihat dari parameter opasitas gas buang dari alat berat yang tidak pernah terukur lebih dari baku mutu opasitas yang ditentukan. Kondisi genset yang digunakan tidak secara kontinyu pun terlihat cukup baik dengan menunjukkan hasil pengukuran emisi pada tahun 2020-2021 yang tidak pernah melewati baku mutu.

Pengendalian Pencemaran Udara di Pelabuhan Batu Bara PT X

Dalam rangka menjaga kualitas udara sekitar area pelabuhan batu bara, PT X melakukan beberapa upaya pengendalian pencemaran udara antara lain:

1. Penyiraman dan Pemasangan Net di Area *Crusher*

Penyiraman air sering digunakan sebagai upaya pengendalian dari timbulan cemaran debu batu bara, pihak PT X melakukan penyiraman dengan berupa memanfaatkan air dari Kolam Pengendap Lumpur (KPL) yang sebelumnya telah dikumpulkan pada satu tanki khusus penyiraman. Jika musim kemarau, penyiraman dilakukan lebih sering dibandingkan dengan musim hujan yang dilakukan jika terindikasi adanya dispersi udara akibat kegiatan mobilisasi batu bara. Penyiraman ini dilakukan hanya pada *belt conveyor* dan permukaan jalan yang berpotensi menimbulkan debu. Penyiraman tidak dilakukan pada sepanjang *belt conveyor* maupun permukaan jalan yang berada di lingkup *stockpile*. Pengendalian pencemaran udara fugitive lain yang dilakukan adalah dengan pemasangan jaring debu atau yang sering disebut dengan *windproof net*. Windproof net merupakan teknologi yang efektif dalam menurunkan potensi pencemaran debu yang diakibatkan oleh angin sekaligus mengontrol aliran udara di area pelabuhan batu bara (Zhao et al. 2020). Pada lokasi penelitian, pemasangan jaring tersebut diletakkan pada *apron feeder* dan *crusher* sebagai sumber utama pencemaran debu batu bara. Efektivitas dari pengendalian debu batu bara berdasarkan hasil pengukuran dinilai cukup efektif. Namun ditingkatkan dengan beberapa modifikasi antara lain dengan pendekatan *smart port* atau *intelligent control system* dimana berbagai faktor yang mempengaruhi timbulnya debu batu bara dapat dipantau secara otomatis dan terintegrasi. Faktor-faktor yang dapat dilakukan secara otomatis antara lain *optimum sprinkler system*, *wind* dan *air flow monitoring* (Zhao et al. 2020).

2. Penghijauan

Tanaman hijau seperti pohon memiliki kemampuan dalam mengurangi polutan udara dengan proses fotosintesis yang menghasilkan oksigen. Ketika polutan udara melewati sekitar tanaman, maka dapat terjadi penyerapan polutan pada pohon, sehingga polusi udara tergantikan dengan udara bersih. Tanaman dapat menyaring polutan seperti SO₂ serta polutan-polutan lainnya yang terkandung di udara dalam jumlah tertentu (Grey & Deneke, 1986).

Lokasi *stockpile* yang berdekatan dengan kawasan permukiman warga membuat perusahaan membuat *green and gardening area*. Area greening di sekitar area pelabuhan batu bara diketahui mampu mengabsorpsi debu sekaligus sebagai mengurangi kecepatan angin yang berhembus di area tersebut (Zhao et al. 2020). Untuk mengurangi dampak kesehatan masyarakat akibat adanya polusi udara, maka penanaman pohon dengan tinggi lebih dari 2m menjadi upaya dalam menghalangi sebaran debu batu bara ke area masyarakat. Jumlah tanaman yang digunakan dalam area hijau tersebut dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil identifikasi tanaman di area penghijauan PT X

No	Habitus	Jumlah Spesies	Jumlah Tertanam
1	Pohon	25	326
2	Perdu	7	2260
3	Semak	4	1149
4	Vertical Garden	21	4568

Pohon merupakan tanaman yang memiliki kemampuan menyerap polutan di udara. Di pelabuhan Batu Bara PT X, dari 326 pohon yang tertanam, terdapat 5 spesies yang mendominasi yaitu Pohon Glodokan Tiang (*Polyalthia longifolia*), Ketapang Kencana (*Terminalia cattappa*), Kamboja Kuning (*Plumeria sp*), Bintaro (*Cerbera manghas*), dan Palem Putri (*Roystonea regia*). Kemampuan penyerapan polutan oleh pohon diketahui berbeda-beda berdasarkan spesies dan polutan yang diserapnya. Untuk meningkatkan kualitas udara di area pelabuhan disarankan untuk melakukan penanaman pohon yang memiliki kemampuan yang baik untuk menyerap SO₂ sebagai polutan yang terukur melebihi baku mutu.

KESIMPULAN

Secara umum aktivitas bongkar muat batu bara di pelabuhan batu bara PT X dapat tergambarkan dengan mengetahui sumber pencemar yang ada pada lokasi tersebut. Sumber pencemar signifikan yang diketahui dapat menurunkan kualitas udara ambien di lingkungan adalah sumber pencemar fugitive yang berasal dari unit-unit seperti *Apron feeder*, *belt conveyer*, *crusher*, dan *stockpile*. Selain itu, pada lokasi penelitian pun ditemukan sumber-sumber non fugitive yang memberikan pengaruh kepada kualitas udara ambien walaupun tidak sebesar sumber pencemar fugitive. Sumber pencemar non fugitive tersebut adalah emisi alat berat dan genset.

Berdasarkan pemantauan kualitas udara di area pelabuhan, diketahui SO₂ pada tahun 2020 melewati baku mutu, namun hanya terjadi pada periode tersebut saja. Polutan debu batu bara yang sangat dikhawatirkan akan menurunkan kualitas udara secara signifikan terpantau tidak melewati baku mutu walaupun pemantauan yang dilakukan tidak sesuai dengan waktu pengukuran yang dipersyaratkan oleh regulasi. Dibutuhkan pengukuran dengan durasi yang sesuai dengan regulasi agar hasil pengukuran dapat dibandingkan dengan baku mutu.

Upaya pengendalian pencemaran udara yang dilakukan PT X antara lain adalah penyiraman dan penggunaan windproof net terindikasi cukup efektif hal ini terlihat dari rendahnya konsentrasi debu di lokasi *crusher*. Untuk meminimalisasi dampak pencemaran udara terhadap masyarakat sekitar dilakukan penanaman tanaman atau *greening*.

Penanaman pohon diketahui efektif untuk menyerap polutan dan juga mengurangi kecepatan angin yang berhembus ke area pelabuhan batu bara sehingga menurunkan potensi erosi *stockpile* oleh angin.

Untuk peningkatan pengendalian pencemaran udara dapat dilakukan otomasi antara lain dalam sistem sprinkler untuk penyiraman dan pemantauan aliran udara di wilayah pelabuhan batu bara. Penanaman pohon dengan kemampuan menyerap SO₂ yang tinggi juga disarankan untuk ditanam di area penghijauan demi tercapainya perbaikan kualitas udara baik untuk area pelabuhan atau masyarakat sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agency for the Assessment and Application of Technology. (2021). *OUTLOOK ENERGI INDONESIA 2021 Perspektif Teknologi Energi Indonesia: Tenaga Surya Untuk Penyediaan Energi Charging Station*.
- [2] Amin, Reza, M. S., Tamima, U., & Jimenez, L. A. (2017). Understanding Air Pollution from Induced Traffic during and after the Construction of a New Highway: Case Study of Highway 25 in Montreal. *Journal of Advanced Transportation* 2017 (3).
- [3] Ramirez, C., Javier, Naish, S., Sly, P. D., & Jagals, P. (2018). Mortality and Morbidity in Populations in the Vicinity of Coal Mining: A Systematic Review. *BMC Public Health* 18(1):1–17.
- [4] Fu, Long, & Aklilu, Y. A. (2021). One-Hour Equivalent of a 24-Hour Average Particulate Matter Standard and Its Potential Application in the Index of the Quality of the Air (IQUA) One-Hour Equivalent of a 24-Hour Average Particulate Matter Standard and Its Potential Application in the In. (March).
- [5] Juniah, Restu, Dalimi, R., Suparmoko, M., & Moersidik, S. S. (2015). Dampak Pertambangan Batubara Terhadap Kesehatan Masyarakat Sekitar Pertambangan Batubara. (April):12.
- [6] Kapageridis, I. K., & Triantafyllou, A. G. (2004). A Genetically Optimised Neural Network For Prediction Of Maximum Hourly PM₁₀ Concentration. *12th International Conference on Modeling, Monitoring and Management of Air Pollution* 161–70.
- [7] Knatz, Geraldine, & Webber, B. (1991). Environmental Assessment in the Prc: Third Phase of the Qinhuangdao Coal Port. *Coastal Management* 19(3):343–56.
- [8] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. (2021). Keputusan Menteri ESDM RI Nomor:66 Tahun 2021 Tentang Pemenuhan Kebutuhan Batubara Dalam Negeri Tahun 2021.
- [9] Rusdianasari. (2015). Pemetaan Kualitas Udara Di Lingkungan Stockpile Batubara. *Prosiding Seminar Nasional FIRS* 1–6.
- [10] Rusdianasari, Arita, S., Ibrahim, E., & Ngudiantoro. (2013). Evaluation of Environmental Effect of Coal Stockpile in Muara Telang, Banyuasin, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series* 423(1).
- [11] Shipei, Dong, & Liu Bin. (2020). Analysis of Coal Dust Source Strength in Open Storage Yard of Coal Port Area of Huanghua Port. *E3S Web of Conferences* 206:1–4.
- [12] Sugiarto, Herawati, P., & Riyanti A. (2019). Analisis Konsentrasi SO₂, NO₂ Dan Partikulat Pada Sumber Emisi Tidak Bergerak (Cerobong) Berbahan Bakar Batubara Dan Cangkang (Studi Kasus Di Kabupaten Muaro Jambi). *Jurnal Daur Lingkungan* 2(1):21.

- [13] Sukana, Bambang, Lestary, H., & Hananto, M. (2013). Kajian Kasus Ispa Pada Lingkungan Pertambangan Batu Bara Di Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Ekologi Kesehatan* 12(3):234-42.
- [14] Todd, Daniel. (1997). China's Energy Needs, Coal Transfers and the Ports Sector. *Geoforum* 28(1):39-53.
- [15] Washington Public Ports Association. (1982). "Potential Coal Export Facilities in Washington: An Environment Impact Analysis."
- [16] Zhao, Daozhi, Wang, T., & Han, H. (2020). Approach towards Sustainable and Smart Coal Port Development: The Case of Huanghua Port in China. *Sustainability (Switzerland)* 12(9).