

Peningkatan Efisiensi Energi pada Operasional *Crushing* Batubara dengan Project Implementasi *Bucket Crusher*

E.A. Simanjuntak^{1*}, I. Yani² dan A.P. Usman³

¹ Program Studi Profesi Insinyur, Universitas Sriwijaya, Palembang

² Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Palembang

³ Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya, Palembang

*Corresponding author e-mail: r1.juntak@gmail.com

ABSTRAK: Efisiensi energi di sektor industri pertambangan sangat penting untuk mendukung keberlanjutan dan mengurangi dampak lingkungan. PT Bukit Asam, Tbk adalah perusahaan pertambangan batubara yang setiap tahunnya mengalami peningkatan target produksi. PTBA menghadapi tantangan dalam operasional proses produksi batubara yaitu konsumsi energi cukup tinggi dan menghasilkan emisi karbon yang tinggi. Implementasi project *bucket crusher* yang dipasang pada alat berat *Excavator* menggantikan sistem produksi batubara *mobile crusher* dinilai lebih efisien dalam penerapan efisiensi energi di area tambang MTBU. Adapun metode yang digunakan adalah metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Metode akan memberikan gambaran rinci tentang proses, hasil, dan dampak dari implementasi project teknologi *bucket crusher* pada *Excavator* tersebut. Project *bucket crusher* berhasil menurunkan konsumsi energi sebesar 300,4 TOE per tahun, mengurangi emisi karbon sebesar 10.804,20 TCO₂e per tahun. Selain itu, project *bucket crusher* juga berhasil mencapai target produksi 400.000 ton/bulan di area MTBU dengan efisiensi yang lebih baik. Implementasi project *bucket crusher* mendukung keberlanjutan perusahaan dan efisiensi dalam operasional pertambangan. Project ini sejalan dengan penerapan praktek keinsinyuran dan budaya perusahaan PT. Bukit Asam “AKHLAK” (Amanah, Kompeten, Harmonis, Loyal, Adaptif, Kolaboratif).

Kata Kunci: Efisiensi Energi, Keinsinyuran, *Bucket Crusher*, Emisi Karbon

ABSTRACT: Energy efficiency in the mining industry is crucial for supporting sustainability and reducing environmental impacts. PT Bukit Asam, Tbk is a coal mining company that experiences an increase in production targets every year. PTBA faces challenges in the operational process of coal production, high energy consumption and produces high carbon emissions. The implementation of the bucket crusher project, installed on heavy Excavators to replace the mobile crusher system, has been found to be more efficient in improving energy efficiency at the MTBU mining site. The method used is a descriptive research method with a qualitative and quantitative approach. The method will provide a detailed description of the process, results, and impacts of the implementation of the bucket crusher technology project on the Excavator. The bucket crusher project successfully reduced energy consumption by 300.4 TOE per year and decreased carbon emissions by 10,804.20 TCO₂e annually. Additionally, the project achieved the production target of 400,000 tons per month at the MTBU site with enhanced efficiency. The implementation of the bucket crusher project supports the company's sustainability and efficiency in mining operations. This project aligns with engineering practices and the company's culture of PT. Bukit Asam “AKHLAK” (Amanah, Kompeten, Harmonis, Loyal, Adaptif, Kolaboratif)

Keywords: Energy Efficiency, Engineering, Bucket crusher, Carbon Emissions

1 Pendahuluan

PT. Bukit Asam Tbk (PTBA) adalah perusahaan pertambangan batu bara yang merupakan anggota dari BUMN Holding Industri Pertambangan Indonesia (MIND ID). Sistem pertambangan yang diterapkan di PT. Bukit Asam Tbk menggunakan metode konvensional (*shovel and truck*) serta metode continuous (BWE dan *belt conveyor*). Proses pengiriman batu bara dilakukan menggunakan Kereta Api dan Dump Truck.

Industri pertambangan merupakan salah satu sektor yang sangat bergantung pada konsumsi energi, baik untuk kegiatan eksplorasi, pengolahan, hingga transportasi. Dengan mengadopsi teknologi baru, mengoptimalkan operasi, dan membangun sistem manajemen energi yang efisien, industri pertambangan dapat mengurangi konsumsi energi dan biaya, serta berkontribusi pada keberlanjutan dan pengurangan dampak lingkungan.

PT. Bukit Asam, Tbk telah menerapkan Sistem Manajemen Energi ISO 50001:2018 dan resmi memperoleh sertifikasi pada tanggal 15 Maret 2024. Untuk mendukung implementasi sistem manajemen energi tersebut, PT. Bukit Asam, Tbk telah menunjuk Manajer Energi yang telah tersertifikasi oleh Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP)/LSP-HAKE sebagai penanggung jawab pelaksanaan kebijakan efisiensi energi di perusahaan.

Sesuai dengan visi PT. Bukit Asam Tbk untuk menjadi perusahaan energi kelas dunia yang peduli lingkungan, PTBA selalu berkomitmen untuk menjalankan program efisiensi energi dalam operasional pertambangan perusahaan serta memperhatikan dampak lingkungan, baik di dalam maupun di luar area pertambangan.

Beberapa program efisiensi energi yang telah diterapkan di PT. Bukit Asam Tbk antara lain *Digitalisasi Mining* di berbagai sektor, baik di *supply chain* maupun *non-supply chain*, pengoperasian alat berat *Elektrifikasi* serta *Hauler (Diesel Electric)* sejak tahun 2017 dalam operasional pertambangan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar biodiesel dan emisi karbon. Selain itu, penggunaan *mobile crusher* elektrik juga diterapkan untuk memperoleh kualitas ukuran butiran batubara yang sesuai dengan spesifikasi dan mendukung efisiensi energi.

Di site MTBU PT. Bukit Asam Tbk, penggunaan *mobile crusher* belum maksimal dalam memenuhi target perusahaan terkait ketercapaian produksi yang terus meningkat dari tahun ke tahun serta dalam hal ukuran butiran batubara, efisiensi energi, dan pengurangan emisi karbon. Produksi *mobile crusher* saat ini mencapai

108,18 ton/jam, dan dalam proses *crushing* membutuhkan tambahan 2 alat *excavator*. Untuk mencapai target produksi yang meningkat hingga 400.000 ton/bulan, diperlukan tambahan beberapa unit *mobile crusher* dan alat berat *excavator*, yang berpotensi meningkatkan konsumsi energi dan emisi karbon.

Berdasarkan hal tersebut, dengan memperhatikan target produksi serta efisiensi konsumsi energi dan pengurangan emisi karbon yang telah ditetapkan perusahaan, project *bucket crusher* pada aplikasi alat *excavator* sangat mendukung. Dengan demikian, operasional produksi tetap efisien dan dapat mendukung pencapaian target perusahaan sekaligus berkontribusi pada tujuan perusahaan dalam pengelolaan energi berkelanjutan.

Penggunaan *bucket crusher* pada alat berat *excavator* dalam produksi batubara skala besar memberikan manfaat yang signifikan, terutama dalam hal efisiensi biaya dan peningkatan produktivitas. Penghematan biaya transportasi, peningkatan volume produksi, dan pengurangan downtime alat berat menunjukkan bahwa teknologi ini sangat efektif dalam mengoptimalkan operasional tambang. Selain itu, *bucket crusher* juga membantu mengurangi dampak lingkungan seperti kebisingan yang dapat meningkatkan keselamatan dan kenyamanan kerja di lokasi tambang.

2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Metode ini akan memberikan gambaran rinci tentang proses, hasil, dan dampak dari implementasi *bucket crusher* pada *Excavator*. Peneliti mengumpulkan data melalui observasi, laporan dan pengamatan operasional *Excavator* dengan *bucket crusher* di lapangan. Dari data yang diperoleh, penulis menganalisis konsumsi energi maupun emisi karbon yang telah dihasilkan.

3 Hasil dan Pembahasan

Perencanaan Desain/Rancangan

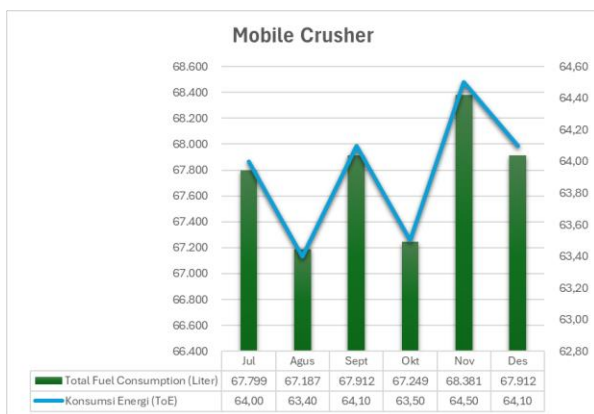
Analisis data konsumsi energi pada operasional *mobile crusher* PT. Bukit Asam Tbk area MTBU pada tahun 2024 menunjukkan rata-rata konsumsi energi dengan ketercapaian produksi sebesar 55.172,19 ton/bulan. Dalam sistem kerja operasional *mobile crusher* seperti pada Gambar 1, diperlukan 1 unit *mobile crusher*, 2 unit *excavator*, dan 1 genset. Satu unit *excavator* beroperasi untuk memuat material batubara ke

dalam *mobile crusher*. Hasil/output dari proses *crushing* batubara kemudian dimuat oleh 1 unit *excavator* ke dalam Vessel Dump Truck untuk transportasi selanjutnya.



Gambar 1. Mobile Crusher

Produksi *crushing* batubara yang dihasilkan mencapai 108,18 ton/jam. Metode ini memerlukan waktu yang relatif lama untuk menghasilkan output ukuran butiran batubara (per jam). Akibatnya, konsumsi energi dan penggunaan bahan bakar menjadi lebih tinggi, serta menghasilkan emisi karbon yang berdampak negatif terhadap lingkungan, seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsumsi Energi Mobile crusher

Pada tahun 2025, target produksi PT. Bukit Asam Tbk di area MTBU meningkat menjadi 400.000 ton/bulan. Hal ini memerlukan penambahan jumlah alat tambang untuk proses *crushing* dengan fokus pada efisiensi energi, pengurangan emisi karbon, serta peningkatan efektivitas produksi untuk mencapai hasil yang optimal. Untuk menjawab tantangan tersebut, dilakukan project pemasangan *bucket crusher* pada unit *excavator* yang sudah ada.

Project *bucket crusher* dinilai lebih efektif dari segi waktu *crushing*, efisiensi energi, pengurangan emisi karbon, dan ketercapaian target produksi. *Bucket crusher* dipasang untuk menggantikan *bucket* standar pada *excavator*. Proses kerja *bucket crusher* sama dengan operasional *excavator* pada umumnya. Material batubara akan dihancurkan langsung oleh *bucket crusher* dan kemudian dimuat ke dalam Vessel Dump Truck. Dump Truck tersebut selanjutnya akan mengangkut material batubara langsung ke lokasi pengiriman, seperti yang terlihat pada Gambar 3. Dengan sistem kerja ini, kemungkinan terjadinya kehilangan waktu atau kendala lainnya dapat dihindari.

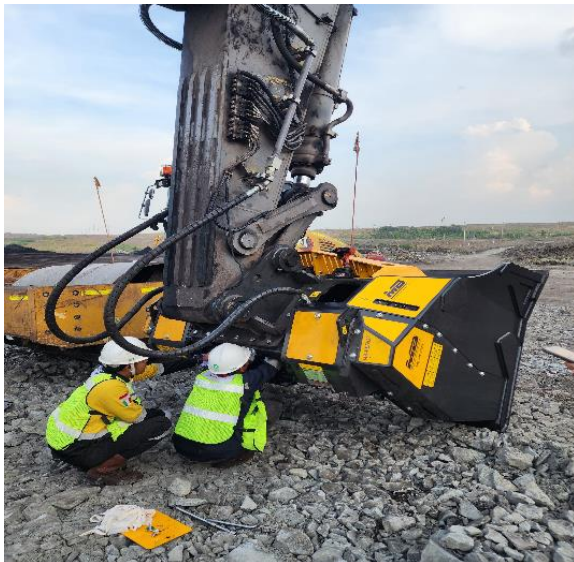


Gambar 3. Proses kerja *bucket crusher* pada *excavator*

Penggunaan energi dari konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) dapat berkurang, menyesuaikan dengan konsumsi bahan bakar alat *excavator* tersebut. Produksi *crushing* batubara untuk 1 unit *bucket crusher* setara dengan 1 unit *mobile crusher*. Project *bucket crusher* dipasang pada 6 unit *excavator* Volvo EC480 untuk memenuhi target produksi perusahaan sebesar 400.000 ton/bulan..

Berikut adalah uraian singkat proses pemasangan *bucket crusher* pada *excavator*, seperti yang terlihat pada Gambar 4:

1. Persiapan *bucket crusher* dan *piping lines hydraulic*
2. Pemasangan *piping lines hydraulic*
3. Pemasangan *bucket crusher*
4. Koneksi hose *bucket crusher*
5. Uji coba *bucket crusher* tanpa beban
6. Pemeriksaan kebocoran oli (*leaking oil*)
7. Uji komisioning dengan beban material batubara

Gambar 4. Pemasangan *Bucket crusher*

Pengujian

Implementasi pemasangan *bucket crusher* dilakukan secara bertahap pada unit *excavator* di area MTBU. Proses pemasangan *bucket crusher* pada unit *excavator* dilaksanakan sepanjang bulan Desember 2024, seperti yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Pemasangan *Bucket crusher*

Unit	Pemasangan Bucket Crusher			
	Start	Finish	Komtest	Area
Ex 07	09 Des 24	11 Des 24	12 Des 24	MTBU
Ex 08	16 Des 24	18 Des 24	19 Des 24	MTBU
Ex 14	20 Des 24	22 Des 24	23 Des 24	MTBU
Ex 18	23 Des 24	25 Des 24	26 Des 24	MTBU
Ex 19	26 Des 24	28 Des 24	29 Des 24	MTBU
Ex 20	26 Des 24	28 Des 24	29 Des 24	MTBU

Berikut adalah tahapan pengujian *bucket crusher* pada *excavator* (Gambar 5), sebagai berikut:

1. Persiapan SOP, APD, dan K3
2. Persiapan area lokasi unit *excavator bucket crusher*
3. Unit *excavator bucket crusher* dioperasikan selama 1-2 jam dengan proses pengisian langsung ke dump truck
4. Melakukan pemeriksaan hasil dari proses *crushing* batubara
5. Menghitung energi yang dikonsumsi dari *fuel consumption* dan emisi karbon yang dihasilkan
6. Mendokumentasikan hasil pengujian *bucket crusher* untuk dijadikan dasar uji petik

Gambar 5. Pengujian *bucket crusher*

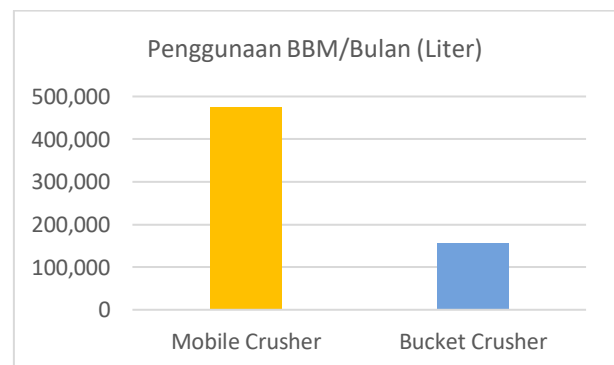
Hasil Implementasi dan Data Monitoring

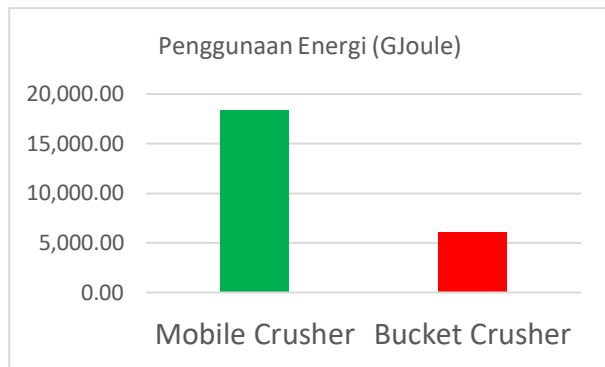
Dari hasil implementasi dan monitoring operasi 6 unit *excavator bucket crusher* selama 1 jam, diperoleh hasil produktivitas rata-rata sebesar 116 ton/jam dan efisiensi konsumsi energi per jam sebesar 0,03 TOE, serta pengurangan emisi karbon per jam sebesar 0,08 TCO_{2e}, seperti yang tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Monitoring *bucket crusher*

Hasil Pengujian Bucket Crusher /jam						
	Ex07	Ex08	Ex14	Ex18	Ex19	Ex20
Productivity (Ton/Jam)	116,4	116,3	116,2	115,9	116,4	115,9
Fuel Consumption (/jam)	28,9	28	29	28,7	29,1	29,3
Konsumsi Energi (TOE)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Reduksi Emisi (TCO _{2e})	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08

Setelah menerapkan metode *crushing* batubara menggunakan *bucket crusher* dibandingkan dengan menggunakan *mobile crusher*, dengan target produksi 400.000 ton/bulan, diperoleh data perbandingan yang dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6 dan Tabel 3.

Gambar 5. Penggunaan BBM *Mobile Crusher* vs *Bucket crusher*



Gambar 6. Penggunaan Energi *Mobile Crusher* vs *Bucket crusher*

Tabel 3. Perbandingan Penggunaan Energi *Mobile Crusher* vs *Bucket crusher*

Kegiatan	Penggunaan BBM/Bulan (Liter)	Penggunaan Energi (GJoule)
<i>Mobile Crusher</i>	474.596	18.360,23
<i>Bucket Crusher</i>	156.263	6.045,22

Tabel 4. Perbandingan Penghematan Energi dan Emisi *Mobile Crusher* vs *Bucket crusher*

Kegiatan	Penghematan Energi (TOE)	Penghematan Energi/Tahun (TOE)	Reduksi Emisi per tahun (TCO2e)
<i>Mobile Crusher</i>			
<i>Bucket Crusher</i>	300.4	3.604,40	10.804,20

Keterangan :

Target Produksi = 400.000 ton/bulan

1 liter BBM = 9240 kkal (Republik Indonesia, 2012)

1 Kkal = $4186,8 \times 10^{-9}$ Gjoule (Republik Indonesia, 2012)

Hasil yang diperoleh dari implementasi *bucket crusher* pada *excavator* (Tabel 4) menunjukkan pengurangan konsumsi energi sebesar 12.315,01 Giga Joule, yang setara dengan 300,4 TOE per tahun (Republik Indonesia, 2012). Selain itu, implementasi ini juga berdampak positif bagi lingkungan dan masyarakat, yaitu dengan mengurangi emisi sebesar 10.804,20 TCO2e per tahun..

4 Kesimpulan

Implementasi penggunaan *attachment bucket crusher* pada *excavator* menghasilkan beberapa kesimpulan, di antaranya:

1. Implementasi *bucket crusher* dapat mengurangi konsumsi energi sebesar 300,4 TOE per tahun.
2. Implementasi *bucket crusher* dapat mengurangi emisi karbon sebesar 10.804,20 TCO2e per tahun dan memberikan dampak positif bagi lingkungan.
3. Program efisiensi energi pada perusahaan dapat tercapai.
4. Penggunaan *bucket crusher* lebih efektif dibandingkan dengan *mobile crusher*

5 Ucapan Terimakasih

Terimakasih penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyelesaian makalah ini.

6 Daftar Pustaka

- REPUBLIK INDONESIA, (2012). "Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II Volume 1".
- Peraturan Presiden, (2021). "Peraturan Presiden (Perpres) 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"
- REPUBLIK INDONESIA, (2014). "Undang-undang No. 11 Tahun 2014 tentang Keinsinyuran".
- Waisapi, J. Y. (2022). Profesionalisme Keinsinyuran. *Formosa Journal of Social Sciences (FJSS)*, 1(3), 299-314.
- D.Terziyski (2021), "A Comparison Study between *bucket crusher* and *mobile crusher* performance for limestone quarries "University of Mining and Geology St. Ivan Rilski"
- Eftimie, D. 2014. Gyratory crusher bucket-type attached to the *Excavator* arm. Dunarea de Jos "University of Galati". Fascicle XIV Mechanical Engineering. <https://www.mbcrusher.com/us/us/products/crusher-buckets> (Last accessed 20th oktober 2025).
- Kementerian ESDM RI (2023). "Statistik Ketengalistrikan dan Energi Baru Terbarukan".
- ISO 50002:2014 - "Energy audits — Requirements with guidance for use".

- IPCC (2022). "Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories".
- Komatsu Ltd. (2020). "Handbook on Earthmoving Equipment Efficiency".
- Caterpillar Inc. (2021). "White Paper: Sustainable Mining Practices".
- International Journal of Mining, Reclamation and Environment.
- Journal of Cleaner Production - Untuk aspek keberlanjutan dan ekonomi sirkular.
- Energy Policy Journal - Artikel tentang efisiensi energi di industri ekstraktif.
- F. F. A. Arcudia, dkk. (2023). "A review on energy efficiency in mining industry". Resources Policy.
- M. S. A. K. Rizvi, dkk. (2022). "Carbon emission reduction strategies in the mining sector: A systematic review". Journal of Environmental Management.