



Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kontaminasi pada Stock Rom di PT Tri Oetama Pesada

Michael Kentaro Lendrawan^{1*}, Deddy Nan Setya Putra Tanggara², Yos David Inso³,
Yossa Yonathan Hutajulu⁴, Ferra Murati⁵

¹⁻⁵Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Palangka Raya, Indonesia

*Penulis Korespondensi: michaelkentaro2002@gmail.com

Abstract. *This study aims to analyze coal stockpiling management in the Stock ROM area to minimize contaminants at PT Tri Oetama Persada, Batapah Village, Timpah District, Kapuas Regency, Central Kalimantan. Coal contamination is a significant issue caused by suboptimal mining, hauling, and stockpiling processes, which may reduce coal quality. This research uses a descriptive quantitative method through field observations, documentation, and analysis of primary and secondary company data. The analysis focuses on stockpiling patterns, management systems, contamination factors, and field implementation. The results indicate that the Stock ROM applies the Chevron stockpiling pattern with a FIFO (First In First Out) system. However, several problems were identified, including ineffective FIFO implementation, excessive coal pile height, and limited supervision during stacking and reclaiming activities. Contamination factors include poor ROM base conditions, water accumulation, foreign material contamination, and inadequate cleaning and recovery processes. Minimizing efforts include improving FIFO supervision, optimizing Stock ROM design and maintenance, separating materials during stockpiling, and conducting routine temperature and cleanliness monitoring. Improved management practices are expected to maintain coal quality and reduce contamination risks.*

Keywords: Coal; Contamination; FIFO; Stock ROM; Stockpile Management.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengelolaan penumpukan batubara di area Stock ROM dalam upaya meminimalkan kontaminasi pada PT Tri Oetama Persada, Desa Batapah, Kecamatan Timpah, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah. Permasalahan kontaminasi batubara terjadi akibat proses penambangan, pengangkutan, dan penumpukan yang belum optimal sehingga dapat menurunkan kualitas batubara. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis deskriptif kuantitatif melalui observasi lapangan, dokumentasi, serta pengumpulan data primer dan sekunder dari perusahaan. Analisis dilakukan terhadap pola dan sistem penumpukan, faktor penyebab kontaminasi, serta penerapan manajemen Stock ROM di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola penumpukan yang diterapkan adalah pola Chevron dengan sistem FIFO (*First In First Out*). Namun, ditemukan beberapa kendala seperti penerapan FIFO yang belum optimal, tinggi tumpukan batubara yang berlebih, serta kurangnya pengawasan pada proses *stacking* dan *reclaiming*. Faktor penyebab kontaminasi meliputi kondisi dasar ROM yang kurang baik, genangan air, kontaminasi material asing, serta proses *cleaning* dan *recovery* yang belum optimal. Upaya pengendalian dilakukan melalui peningkatan pengawasan sistem FIFO, perbaikan desain dan pemeliharaan area Stock ROM, pemisahan material saat penumpukan, serta pemantauan suhu dan kebersihan secara rutin.

Kata kunci: Batubara; FIFO; Kontaminasi; Manajemen Penumpukan; Stock ROM.

1. LATAR BELAKANG

Pertambangan batubara adalah kegiatan penambangan yang mencakup bitumen padat, gambut, dan batuan aspal (Undang-Undang No. 3 Tahun 2020). Kegiatan ini meliputi tahapan eksplorasi, penambangan, pengolahan, pengangkutan, pemasaran, serta pengelolaan lingkungan.

Batubara merupakan batuan sedimen dengan sifat kimia dan fisika yang heterogen, tersusun terutama dari karbon, hidrogen, dan oksigen, serta mengandung unsur tambahan seperti belerang, nitrogen, dan mineral anorganik pembentuk abu. Secara umum, batubara

adalah batuan padat berwarna coklat tua hingga hitam, mudah terbakar, dan terbentuk dari perubahan kimia serta fisika material tumbuhan.

Stock ROM batubara adalah tempat penyimpanan awal batubara setelah proses pengangkutan dari area penambangan atau distributor. Stock ROM berfungsi sebagai area penyimpanan sementara batubara sebelum dimanfaatkan lebih lanjut, baik untuk produksi energi maupun pengiriman ke pasar.

Manajemen stock ROM merupakan proses perencanaan, pengorganisasian, pengoordinasian, dan pengendalian sumber daya untuk mencapai tujuan secara efektif dan efisien. Dalam konteks pertambangan, manajemen stock ROM berperan penting dalam menjaga kuantitas dan kualitas batubara.

Pengelolaan Stock ROM yang kurang optimal dapat menyebabkan terjadinya kontaminasi dari material non-batubara seperti tanah, lumpur, dan material asing lainnya, yang berdampak pada penurunan kualitas batubara. Selain itu, penerapan sistem penimbunan yang tidak sesuai, seperti kurang optimalnya metode FIFO (*First In First Out*), kondisi base yang buruk, serta drainase yang tidak memadai, dapat memperbesar risiko pencampuran material dan genangan air.

PT Tri Oetama Persada sebagai perusahaan pertambangan batubara masih menghadapi beberapa kendala dalam pengelolaan Stock ROM, sehingga diperlukan analisis terhadap manajemen penimbunan yang diterapkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sistem penimbunan batubara serta mengidentifikasi faktor penyebab kontaminasi guna meminimalisir penurunan kualitas batubara..

2. KAJIAN TEORITIS

Batubara

Batubara merupakan batuan sedimen organik yang terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang mengalami proses pematubaraan dalam jangka waktu geologis. Kualitas batubara ditentukan oleh beberapa parameter utama seperti nilai kalor, kadar air, kadar abu, dan kandungan sulfur. Dalam kegiatan pertambangan, kualitas batubara tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi geologi, tetapi juga oleh proses penanganan material (*coal handling*) setelah penambangan.

Stock ROM Batubara

Stock ROM (Run of Mine) batubara adalah area atau tempat penimbunan sementara batubara yang baru ditambang (*raw coal*) sebelum dilakukan proses lebih lanjut. *Stock ROM* berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara batubara sebelum dilakukan proses

pengolahan atau pengiriman. Pengelolaan yang baik pada area ini bertujuan untuk menjaga kualitas dan kuantitas batubara serta menghindari terjadinya degradasi kualitas.

Manajemen *Stock ROM*

Manajemen penimbunan batubara pada area *Stock ROM (Run of Mine)* merupakan bagian penting dalam sistem *coal handling*. Salah satu konsep utama dalam manajemen penimbunan adalah penerapan sistem *FIFO (First In First Out)*, yaitu batubara yang pertama ditimbun harus menjadi yang pertama dikeluarkan. Sistem ini bertujuan untuk menghindari penumpukan batubara dalam waktu lama yang dapat menyebabkan oksidasi dan potensi pemanasan sendiri (*self-heating*). Selain itu, pola penimbunan seperti metode *chevcon* digunakan untuk mengoptimalkan proses penumpukan dan pengambilan material secara efisien.

Kontaminan Batubara

Kontaminan batubara merupakan masuknya material asing non-batubara ke dalam batubara, seperti tanah penutup (*overburden*), *parting*, lumpur, dan material lainnya. Kontaminasi dapat terjadi pada tahap penambangan, pengangkutan, maupun penimbunan di *Stock ROM*. Dampak dari kontaminasi adalah menurunnya kualitas batubara, terutama peningkatan kadar abu dan penurunan nilai kalor, yang berpengaruh terhadap nilai jual batubara.

Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kontaminasi antara lain kondisi dasar (*base*) *Stock ROM* yang tidak stabil, sistem *drainase* yang buruk sehingga menyebabkan genangan air, serta kurangnya pengawasan dalam proses penumpukan dan pemuatan. Selain itu, tidak optimalnya proses *cleaning* di area penambangan juga dapat meningkatkan potensi tercampurnya material pengotor dengan batubara.

Pemilihan *Base Stock ROM*

Pemilihan *base Stock ROM* adalah proses penentuan jenis material dan kondisi lapisan dasar (*base*) yang digunakan pada area *Stock ROM* agar sesuai dengan kebutuhan operasional penimbunan batubara.

Base Stock ROM merupakan lapisan paling bawah yang menjadi tempat langsung penumpukan batubara, sehingga pemilihannya harus mempertimbangkan sifat fisik dan teknis material agar mampu mendukung beban serta mencegah kontaminasi.

Tujuan pemilihan *base Stock ROM* untuk menjamin daya dukung yang kuat terhadap timbunan batubara, mencegah tercampurnya batubara dengan tanah dasar (kontaminan), mengurangi potensi terbentuknya lumpur dan genangan air, mendukung sistem *drainase* yang baik, mempermudah proses penumpukan dan pengambilan batubara.

Desain Area Stock ROM

Desain area *Stock ROM* adalah perencanaan tata letak dan konstruksi tempat penimbunan sementara batubara (*Run of Mine*) yang bertujuan untuk mendukung kelancaran operasional serta menjaga kualitas batubara dari kontaminasi dan degradasi. Desain yang baik harus mempertimbangkan aspek teknis, operasional, dan lingkungan. Komponen utama desain *Stock ROM* yaitu,

Base (Lapisan Dasar)

Lapisan dasar harus menggunakan material yang kuat, stabil, dan tidak mudah tercampur dengan batubara (misalnya laterit atau material padat). Base harus dipadatkan dan diratakan untuk mencegah kontaminasi.

Kemiringan base (Slope)

Area *Stock ROM* dibuat dengan kemiringan tertentu ($\pm 1-3\%$) untuk memudahkan aliran air dan mencegah genangan.

Sistem Drainase

Saluran drainase harus dirancang di sekitar area untuk mengalirkan air hujan agar tidak menggenangi timbunan batubara.

Pola Penimbunan

Pola seperti chevcon, windrow, atau cone digunakan untuk mengatur penumpukan agar efisien dan mendukung sistem FIFO (First In First Out).

Akses jalan (haul road & Access)

Jalan menuju *Stock ROM* harus cukup lebar, kuat, dan aman untuk dilalui alat berat seperti dump truck dan loader.

3. METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang akurat terkait manajemen penimbunan batubara pada area *Stock ROM*. Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan terhadap kondisi aktual area *Stock ROM*, meliputi pola penimbunan, kondisi *base*, sistem *drainase*, serta proses penumpukan dan pengambilan batubara. Selain itu, dilakukan wawancara dengan pihak terkait seperti pengawas lapangan dan operator alat berat guna memperoleh informasi mengenai sistem pengelolaan yang diterapkan dan kendala yang dihadapi. Data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan, seperti laporan produksi, peta area *Stock ROM*, data kualitas batubara, serta literatur yang relevan dengan penelitian. Data ini digunakan untuk mendukung analisis dan memperkuat hasil observasi di lapangan. Dengan

mengombinasikan data primer dan sekunder, diharapkan hasil penelitian dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai manajemen penimbunan batubara serta faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kontaminasi.

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kuantitatif. Analisis dilakukan dengan mengolah dan menginterpretasikan data yang diperoleh dari hasil observasi lapangan, wawancara, serta data sekunder perusahaan terkait manajemen penimbunan batubara pada area *Stock ROM*.

Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi pola penimbunan, penerapan sistem *FIFO (First In First Out)*, kondisi *base Stock ROM*, serta sistem *drainase* yang ada. Selain itu, dilakukan evaluasi terhadap faktor-faktor penyebab kontaminasi batubara, seperti pencampuran material asing, kondisi area penimbunan, dan proses operasional di lapangan.

Hasil analisis selanjutnya dibandingkan dengan standar atau teori yang relevan untuk mengetahui kesesuaian antara kondisi aktual di lapangan dengan praktik manajemen penimbunan yang baik. Dari hasil tersebut, kemudian dilakukan penarikan kesimpulan serta penyusunan rekomendasi perbaikan guna meminimalisir kontaminasi dan meningkatkan kualitas batubara.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Faktor Kontaminan pada Batubara di PT. Tri Oetama Persada

Area ROM

a. Sponcomb (spontaneouse combustion)



Gambar 1. Kondisi Tumpukan Batubara pada Area Stock ROM PT Tri Oetama Persada.

Terdapat adanya proses sponcomb yang terjadi dikarenakan timbunan yang ideal untuk batubara adalah tidak melebihi 20 hari. Hal ini disebabkan karena belum tercapainya sistem FIFO pada ROM 4 yang menyebabkan timbunan pada ROM 2 lama diangkut.

b. Base ROM



Gambar 2. Kondisi Base ROM pada Area Penumpukan Batubara.

Dimana base/lantai dasar tempat penimbunan batubara untuk menjadi lapisan pelindung bagi batubara utama (main ROM) yang ditumpuk di atasnya dan mencegah pencampuran dengan material pengotor. Resiko terjadinya kontaminan pada base ROM yaitu adanya genangan air di area ROM, ketebalan bedding coal tidak sesuai menyebabkan kontaminasi dengan tanah.

c. Kontaminasi Benda Non Batubara



Gambar 3. Kontaminasi Material Asing pada Tumpukan Batubara di Area Stock ROM.

Adanya kontaminasi yang terjadi pada *stock ROM*, maka wajib dilakukannya pemeriksaan kebersihan *vessel unit loading* dan *hauling* batubara untuk meminimalisir kontaminasi dari sumber non-material batubara seperti tanah, batuan, atau material asing yang terbawa oleh *unit*. Adanya kontaminan yang ditemukan pada tumpukan batubara di *stock ROM* maka wajib dilakukan pemeriksaan *dumping* dari *pit* ke *stock ROM* agar dapat dipisahkan.

Area PITa. *Cleaning* dan *Recovery*

Gambar 4. Aktivitas Penanganan dan Penumpukan Batubara pada Area Stock ROM.

Pada saat proses *cleaning* terkadang terdapat proses yang kurang maksimal di beberapa area karena pengaruh kurangnya pengawasan dilapangan. Maka diperlukan pengawasan saat proses *cleaning* untuk menghilangkan material pengotor yang dapat mengkontaminasi batubara. Pada kegiatan *cleaning* sebaiknya menggunakan *excavator* yang menggunakan *plat* pada *bucket* untuk mengetahui batas pemisahan antara batubara dan material pengotor seperti tanah yang menempel pada permukaan batubara.

Tidak dilakukan *recovery* secara maksimal di beberapa area sehingga menyebabkan adanya material *floor* yang termuat ke Stock ROM. kegiatan *recovery* pada *floor* sebaiknya menyisakan ketebalan batubara sekitar 5 cm agar tidak terjadi kontaminasi dengan material *floor*.



Gambar 5. Aktivitas Penanganan Material Batubara pada Area Tambang.

b. *Parting* (Sisipan)



Gambar 6. Pengukuran Ketebalan Lapisan Batubara di Area Tambang.

Parting berada pada lapisan batubara yang menyebabkan kontaminasi pada batubara karena parting adalah lapisan tipis batuan non-batubara, seperti shalycoal, coalshaly, interburden.

c. *Area Front Loading*



Gambar 7. Aktivitas Loading dan Hauling Batubara pada Area Tambang.

Pengawasan kebersihan area front loading sangat penting untuk menghindari kontaminan, dan memastikan efisiensi operasional. Kontaminan seperti tanah, batu, lumpur, dan kayu bisa tercampur ke dalam batubara jika area tidak dibersihkan, lamanya batubara terekspos tidak langsung diangkut juga perlu dipertimbangkan dan adanya genangan air pada area front loading juga dapat menyebabkan batubara terkontaminasi maka dari itu perlunya penerapan kebersihan pada area front loading.

Pembahasan

Adanya kontaminasi yang terjadi pada *stock ROM*, maka wajib dilakukannya pemeriksaan kebersihan *vessel unit loading* dan *hauling* batubara untuk meminimalisir kontaminasi dari sumber non-material batubara seperti tanah, batuan, atau material asing yang terbawa oleh alat kerja. Menerapkannya sistem “*reject material loading*” jika ditemukan batubara kontaminan. Untuk meminimalisir kontaminasi oleh unit *loading* dan *hauling* batubara dilakukannya kegiatan *checklist* pengecekan unit sebelum digunakan seperti:

- a. Kebersihan *bucket excavator/loader*, bersihkan dari lumpur, batu, tanah sisa sebelumnya.
- b. Kebersihan bak *dump truck*, pengecekan tidak ada oli, air, tanah yang menempel, dan material asing selain batubara.
- c. Sisa material sebelumnya, pastikan *unit* sebelumnya tidak mengangkut *overburden* atau *topsoil* sebelum mengangkut batubara.
- d. Kebersihan ban atau rantai *excavator*, pastikan tidak membawa material *disposal* ke area *loading stock ROM*.

Ditemukannya *unit break down* pada timbunan batubara *ROM 2*, maka perlunya pengawasan P2H secara menyeluruh pada setiap *unit* yang berada pada area *ROM* agar tidak menimbulkan *break down unit* pada saat berada pada area timbunan batubara. jika terjadi *break down* pada timbunan batubara dan dilakukannya *maintenance unit* maka disarankan menggunakan alas pada bagian yang *service* untuk menghindari kontaminasi dari *oil, fuel*, dan benda asing yang tertinggal pada timbunan.

Area PIT

Cleaning dan Recovery

Pada gambar 4 dilakukannya proses *cleaning* untuk menghilangkan material pengotor yang dapat mengkontaminasi batubara. Pada kegiatan *cleaning* menggunakan *excavator* yang menggunakan plat pada *bucket* untuk mengetahui batas pemisahan antara batubara dan material pengotor seperti tanah yang menempel pada permukaan batubara. pada saat *cleaning* diwajibkan adanya pengawasan untuk memastikan operator *excavator* memahami batas *seam* dan material kontaminan, pengontrolan saat *loading* ke ROM harus dilakukan *screening visual*

untuk memisahkan material kontaminan (*shalycoal*, *claystone*, *parting*). Material pengotor *spoil* dari hasil *cleaning* harus dipisahkan atau diletakan pada area *down dip* dan langsung di *loading*, jika diletakan di *up dip* dan tidak langsung di *loading* pada saat terjadi hujan akan tergerus mengalir menutupi batubara yang menyebabkan kontaminasi pada area *loading pit area*. Maka dari itu penempatan *spoil* dan batubara sangat diperlukan untuk menjaga kebersihan area *loading pit* agar batubara tidak terkontaminasi. Kegiatan *recovery* pada *floor* sebaiknya menyisakan ketebalan batubara sekitar 10cm agar tidak terjadi kontaminasi dengan material *floor*.

Parting (Sisipan)

Parting berada pada lapisan batubara yang menyebabkan kontaminasi pada batubara karena *parting* adalah lapisan tipis batuan non-batubara, seperti *shalycoal*, *coalyshal*, *interburden*. Untuk meminimalisir kontaminasi oleh *parting* dilakukannya penerapan *selective mining* yaitu teknik pengupasan *layer* (berlapis) dimana *parting* memiliki ketebalan lebih dari 10 cm akan di *cleaning*. jika ketebalan dibawah 10 cm maka dilakukan *composite* dengan batubara untuk menghasilkan campuran yang memiliki karakteristik yang diinginkan. Adanya pengawasan pada *pit* untuk memastikan material yang dimuat ke *dump truck* bebas dari *parting*.

Area Front Loading

Kebersihan *area front loading* sangat penting untuk menjaga kualitas batubara, menghindari kontaminan, dan memastikan efisiensi operasional. Kontaminan seperti tanah, batu, lumpur, dan kayu bisa tercampur ke dalam batubara jika area tidak dibersihkan. Penyebab kontaminasi umumnya berasal dari faktor alam (cuaca), kesalahan alat berat, *base* yang buruk, dan SOP yang tidak dijalankan. Penyebab utama batubara terkontaminasi di *area front loading* adalah:

- a. Batubara terekspos terlalu lama: Terekspos angin, hujan, dan debu dari lingkungan, mengalami pelapukan, material asing dapat menempel di permukaan batubara.
- b. *Base front loading* tidak padat/keras: *Base* dari tanah asli (bukan sirtu/batu gunung) mudah tercampur saat *excavator loading*, *excavator* menyentuh dasar *floor* (material *floor* ikut termuat).
- c. *Area loading* tidak dibersihkan: Banyak material pengotor seperti batu, serpihan kayu, dan sisa *parting* tidak dibuang, alat berat tanpa kontrol mengambil campuran batubara dan kontaminan.
- d. Pengawasan *loading point*: Operator bekerja tanpa pengawasan (tidak *selektif* saat mengambil material), tidak dilakukan pengecekan *visual* sebelum *loading*, SOP tidak

dijalankan, atau tidak ada *checklist* kebersihan area.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Faktor yang menyebabkan kontaminasi pada batubara di area Stock ROM meliputi beberapa aspek, yaitu *sponcomb*, *cleaning* dan *recovery* yang tidak optimal, parting (sisipan), proses *selecting coal getting* yang kurang maksimal, serta pemeriksaan kebersihan vessel dan bucket unit loading batubara. *Sponcomb* terjadi akibat tingginya suhu internal pada timbunan yang disebabkan oleh lamanya waktu penyimpanan tanpa adanya rotasi yang baik. Proses *cleaning* dan *recovery* yang tidak optimal, terutama apabila *floor recovery* dilakukan terlalu dalam, dapat menyebabkan clay terbawa menuju Stock ROM.

Selain itu, keberadaan parting berupa sisipan batuan non-batubara seperti *shale* dan *claystone* yang terbawa saat proses penggalian juga menjadi salah satu penyebab kontaminasi. Kurangnya penerapan *selecting coal getting* menyebabkan material pengotor tidak dapat dipisahkan secara efektif saat proses penggalian. Faktor lainnya berasal dari kondisi kebersihan vessel dan bucket pada unit loading batubara, seperti dump truck atau loader yang kotor, membawa sisa material lain, maupun terjadinya kebocoran oli di atas tumpukan batubara.

Upaya untuk meminimalkan kontaminasi dilakukan melalui beberapa strategi pengelolaan yang diterapkan dan perlu terus dikembangkan oleh PT Tri Oetama Persada. Pada permasalahan *sponcomb*, upaya yang dilakukan meliputi penerapan compacting untuk mengurangi rongga udara pada timbunan batubara, pelaksanaan monitoring suhu, serta pengaturan waktu penyimpanan agar kualitas batubara tetap terjaga.

Pada proses *cleaning* dan *recovery*, dilakukan pengawasan selama kegiatan berlangsung untuk memisahkan material pengotor dari batubara serta menyisakan batubara sekitar 10 cm dari *floor* menuju lapisan *clay* guna meminimalkan terbawanya *clay* ke Stock ROM. Untuk mengatasi parting (sisipan), diterapkan metode *selective* mining dengan memisahkan parting berukuran lebih dari 10 cm agar tidak tercampur dengan batubara, sedangkan material dengan ukuran kurang dari 10 cm dilakukan proses *composite*. Selain itu, pengendalian kontaminan material non-batubara dilakukan melalui pemeriksaan sebelum proses *loading* dan *hauling* batubara untuk meminimalkan terbawanya material seperti lumpur, tanah sisa sebelumnya, maupun benda asing lainnya.

DAFTAR REFERENSI

- Ambeng, R. R., & Putrawiyanta, I. P. (2025). Pengamatan kegiatan coal getting PIT 2 di PT Dayak Membangun Pratama Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Teknik Pertambangan*.
- Ariansyah, A. (2023). *Kajian teknis produktivitas alat gali muat dan alat angkut untuk mencapai target produksi batubara pada PT Surya Anugrah Sejahtera Desa Rantau Pandan, Kabupaten Muara Bungo, Provinsi Jambi* (Skripsi). Universitas Jambi.
- Arif, I. (2014). *Batubara Indonesia*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- ASTM International. (2014). *Standard Test Methods for Bulk and Dry Density of Peat and Peat Products (ASTM D4531-15)*. ASTM International.
- ASTM International. (2016). *Standard test method for grindability of coal by the Hardgrove-machine method (ASTM D409/D409M-16)*. ASTM International.
- Boggs, S. (2016). *Principles of sedimentology and stratigraphy* (4th ed.). Cambridge University Press.
- Budhu, M. (2011). *Soil mechanics and foundations* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Caterpillar Inc. (2013). *Caterpillar hauling handbook*. Caterpillar Global Mining.
- Caterpillar. (2022). *Performance handbook* (Ed. 42). Caterpillar Inc.
- Darmawan, A., & Basuki, R. (2015). *Teknologi penambangan batubara*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Das, B. M. (2010). *Principles of geotechnical engineering* (7th ed.). Cengage Learning.
- Dzakir, L. O., Dullah, N. M., Priyana, L. O., Yudha, W., Kurnia, L. M. H., Kadar, M. I., Shaddad, A. R., Amir, M. K., Ambarasari, I. S., & Aldiyansyah. (2023). *Teknis penambangan nikel* (S. G. Rustam & M. S. P. A. Rustam, Eds.). CV. Tohar Media.
- Dzakir, L. O., Shaddad, A. R., Syahrul, H., Kurnia, H., Aldiyansyah, A., Priyana, Y. L. O., Amir, M. K., Bakri, S., Kadar, M. I., & Mahmudah Dullah, N. (2024). *Rekayasa perencanaan tambang* (B. A. Ampangaloo & S. Antarissubhi, Eds.; A. S. Khairunisa, Desain sampul dan tata letak). CV. Tohar Media.
- Fahmi, M., & Ghuzdewan, T. A. (2023). *Productivity analysis PC-300 and PC-400 in earthworks at a gold mining project in Indonesia*. Graduate of Civil and Environmental Engineering, Universitas Gadjah Mada. <https://doi.org/10.22146/jcef.6600>
- Friedman, G. M. (1979). *Principles of sedimentology*. Springer-Verlag.
- Hall, R. W. (2003). *Introduction to construction equipment management*. Prentice Hall.
- Hartman, H. L., & Mutmansky, J. M. (2002). *Introductory mining engineering* (2nd ed.). Wiley.
- Herjanto, E. (2007). *Manajemen produksi dan operasi*. Jakarta: Grasindo.
- Hustrulid, W. A., & Kuchta, M. (2006). *Open pit mine planning and design* (2nd ed.). Taylor & Francis.
- Jaya, R. (2013). *Alat berat dan penggunaannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Komatsu Ltd. (2009). *Specification and Application Handbook* (30th ed.). Japan: Komatsu Ltd.

- Komatsu. (2015). *Product specification and operation manual: PC300 series excavator*. Komatsu Ltd.
- Kujundžić, T. (2012). *Surface mining equipment productivity factors*. Mining Engineering Journal, 64(5), 23–29.
- McKinnon, R. C. (2010). *Cause, Effect, and Control of Accidental Loss*. CRC Press.
- Mokoagow, F. Y., & Anondho, B. (2023). *Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas excavators pada pekerjaan galian di Solo dan Manado*. JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil, 6(1).
- Nurhakim, A. (2016). *Manajemen produksi pertambangan*. Bandung: Alfabeta.
- Odorikus, O. G. M. (2024). *Analisis match factor alat gali muat dan angkut pada kegiatan ore getting di blok I di PT Billy Indonesia Site Parenggean Kabupaten Kotawaringin Timur Provinsi Kalimantan Tengah* (Skripsi). Universitas Palangka Raya.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2020). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara. Presiden Republik Indonesia. <https://doi.org/10.31850/malrev.v4i2.628>
- Peurifoy, R. L., Schexnayder, C. J., Shapira, A., & Schmitt, R. (2011). *Construction planning, equipment, and methods* (8th ed.). McGraw-Hill.
- Prodjosumarto, P. (1993). *Teknologi mekanisasi tambang*. Institut Teknologi Bandung.
- PT Asmin Bara Bronang. (n.d.). Coal concession. Turangga Resources. Diakses 18 Mei 2025, dari <https://www.turanggaresources.com/id/coal-concession/pt-asmin-bara-bronang>.
- Putrawiyanta, I. P., Nadeak, R., & Nababan, I. (2024). *Produktivitas alat gali muat dan angkut pada kegiatan overburden removal dan coal getting*. Jurnal Teknik, 8(1), 15–20. <https://doi.org/10.36873/jt.v8i1.10955>
- Simamora, A., Putrawiyanta, I. P., Iashania, Y., Wiryanto, Y. H., & Fridtiryanda, A. (2025). Analisis produktivitas excavator Komatsu PC 300 pada kegiatan coal getting di PT Lautan Hutan Lestari Kecamatan Teweh Tengah Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah. Jurnal Teknik Pertambangan.
- Soetrisno, S., Supriatna, S., Rustandi, E., Sanyoto, P., & Hasan, K. (1994). Peta geologi lembar Buntok, Kalimantan skala 1:250.000 [Peta]. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. <https://www.tutorialkitacerdas.my.id/2020/09/download-peta-geologi-regional-lembar-kalimantan.html>.
- Speight, J. G. (2013). *The Chemistry and Technology of Coal* (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b12497>.
- Supriatna, S., Sudradjat, A., & Abidin, H. Z. (1995). Peta geologi lembar Muaratewe, Kalimantan skala 1:250.000 [Peta]. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. <https://www.tutorialkitacerdas.my.id/2020/09/download-peta-geologi-regional-lembar-kalimantan.html>.
- Thomas, L. (2002). *Coal geology*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118385729>.
- Ward, C. R. (2016). *Analysis, sampling and testing of coal*. CSIRO Publishing.