

**EVALUASI KETIDAKTERCAPAIAN COAL RECOVERY PADA KEGIATAN
PENAMBANGAN DARI PIT MCV KE STOCKPILE DI
PT. RCI JOBSITE PT. KUTAI ENERGI
(EVALUATION OF UNACHIEVEMENT OF COAL RECOVERY IN MINING
ACTIVITIES FROM PIT MCV TO STOCKPILE AT PT. RCI JOBSITE PT. KUTAI
ENERGY)**

Siti Maghfirah Azzahra^{1*}, Harjuni Hasan², Revia Oktaviani³, Agus Winarno⁴, Lucia Litha Respati⁵
^{1,2,3,4,5}Program Studi S1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, Samarinda
Email: maghfira03@gmail.com

Abstrak: Beberapa perusahaan batubara menerapkan target minimal *Coal Recovery*, salah satunya yaitu PT. RPP Contractors Indonesia jobsite PT. Kutai Energi yang menargetkan nilai *Coal Recovery* minimum yaitu 96%. *Coal Recovery* merupakan perbandingan antara tonnase produksi batubara aktual berdasarkan data hasil jembatan timbang dengan tonnase batubara hasil pengukuran survey yang dinyatakan dalam bentuk persentase. Semakin besar nilai *Coal Recovery* menandakan semakin efektif batubara tersebut ditambang. Kehilangan batubara pada saat proses penambangan merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindarkan. Namun jika diketahui penyebabnya secara detail, jumlah kehilangan tersebut dapat diminimalisir dengan melakukan upaya perbaikan dari penyebab yang ada dan dapat meningkatkan nilai *Coal Recovery* serta pemanfaatan cadangan batubara yang dimiliki oleh perusahaan. Pada penelitian ini terdapat 30 data penambangan batubara. 19 diantaranya masih memiliki nilai *coal recovery* dibawah 96% dengan total tonnase kehilangan adalah 1.485,97 Ton. Terdapat 6 kriteria kegiatan yang menyebabkan tidak tercapainya target *coal recovery*, diantaranya yaitu proses *coal getting* kurang maksimal dan masih menyisakan batubara pada *front* penambangan yang menyumbang 47,45% dari total jumlah kehilangan, batubara yang dijadikan pelapis jalan menyumbang 5,67%, data pengukuran survey yang kurang mewakili kenampakan bentuk batubara menyumbang 2,48%, kesalahan penamaan pada kupon pengangkutan batubara menyumbang 9,77%, *front* tergenang air menyumbang 29,64%, dan akibat *reclaiming* batubara menyumbang 5,01% dari total tonnase kehilangan.

Kata kunci: Batubara, coal recovery, penambangan, pengukuran survey

Abstarct: Several coal companies apply a minimum target of *Coal Recovery*, one of which is PT. RPP Contractors Indonesia jobsite PT. Kutai Energi is targeting a *Coal Recovery* minimum *Coal Recovery* is a comparison between the actual tonnage of coal production based on the data from the weighbridge and the coal tonnage as a result of survey measurements expressed as a percentage. The greater the *Coal Recovery* more effective the coal was mined. Loss of coal during the mining process was unavoidable. However, if the cause is known in detail, the amount of loss can be minimized by making efforts to repair the existing causes and can increase the value of *Coal Recovery* and the utilization of coal reserves owned by the company. There are 30 coal mining data. 19 of them still had a coal recovery below 96% with a total tonnage loss of 1.485,97 tonnes. There are 6 activity criteria that cause coal recovery, including the coal getting less than optimal and still leaves coal on front which accounts for 47,45% of the total loss, coal used as road coating accounts for 5,67%, survey measurement data is less representative the appearance of coal shapes accounted for 2,48%, errors naming on coal haulage coupons accounted for 9,77%, waterlogged fronts accounted for 29,64%, and reclaiming accounted for 5,01% of the total tonnage loss.

Keyword: Coal, coal recovery, mining, survey measurement

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah cadangan batubara terbanyak di dunia. Untuk memaksimalkan potensi ekonomi dan pemanfaatan dari sumberdaya yang dimiliki, perlu dilakukan upaya untuk memaksimalkan perolehan cadangan bahan galian yang tertambang. Pada kondisi aktual di lapangan, jumlah cadangan batubara yang dihitung berdasarkan hasil pengukuran survey memiliki selisih dengan jumlah cadangan batubara berdasarkan data yang diperoleh dari hasil timbangan. Hal tersebut perlu diketahui besaran nilai deviasinya untuk kemudian dianalisis penyebabnya sehingga dapat dilakukan upaya perbaikan guna meningkatkan persentase perolehan *coal recovery* dan memaksimalkan pemanfaatan dari cadangan batubara yang dimiliki oleh perusahaan.

Dalam pelaksanaan proses penambangan batubara, terdapat beberapa kegiatan yang dapat menimbulkan kehilangan (*losses*) sehingga menyebabkan *coal recovery* tidak mencapai target yang telah ditentukan oleh perusahaan yaitu 96%, dengan 4% sebagai nilai toleransi losses pada kegiatan penambangan batubara. Maka dari itu perlu dilakukan pengamatan yang lebih fokus dan detail untuk memastikan penyebab – penyebab dari kegiatan yang

mengakibatkan tidak tercapainya target *coal recovery*. Pada Pit MCV PT. Kutai Energi diketahui perolehan batubara belum mencapai target minimal yang ditentukan oleh perusahaan, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai evaluasi terhadap tidak tercapainya target minimal *coal recovery* guna mengetahui apa saja penyebab dari ketidaktercapaian tersebut dan kemudian ditentukan upaya perbaikan yang sesuai dengan permasalahan yang ada guna meningkatkan nilai *coal recovery* dan memaksimalkan pemanfaatan cadangan batubara yang dimiliki oleh perusahaan.

METODE PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Data-Data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan pada area front penambangan dan jalan angkut. Data sekunder yang diperoleh dari perusahaan untuk penelitian ini adalah: Peta kesampain daerah penelitian, data timbangan batubara, dan desain Pit MCV Juli 2022.

Metode Analisis Data

Tahapan pengolahan data yang dilakukan pada penelitian berupa perhitungan data survey pada *roof* dan *floor* batubara untuk mengetahui tonnase insitunya menggunakan software minescape 5.7. Selanjutnya dihitung persentase *coal recovery* dengan membagi data timbangan batubara aktual dengan data tonnase survey yang telah didapat. Berdasarkan pengamatan lapangan yang telah dilakukan, dianalisa kegiatan – kegiatan yang menyebabkan kehilangan batubara untuk kemudian ditentukan langkah perbaikan yang sesuai dengan kondisi yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

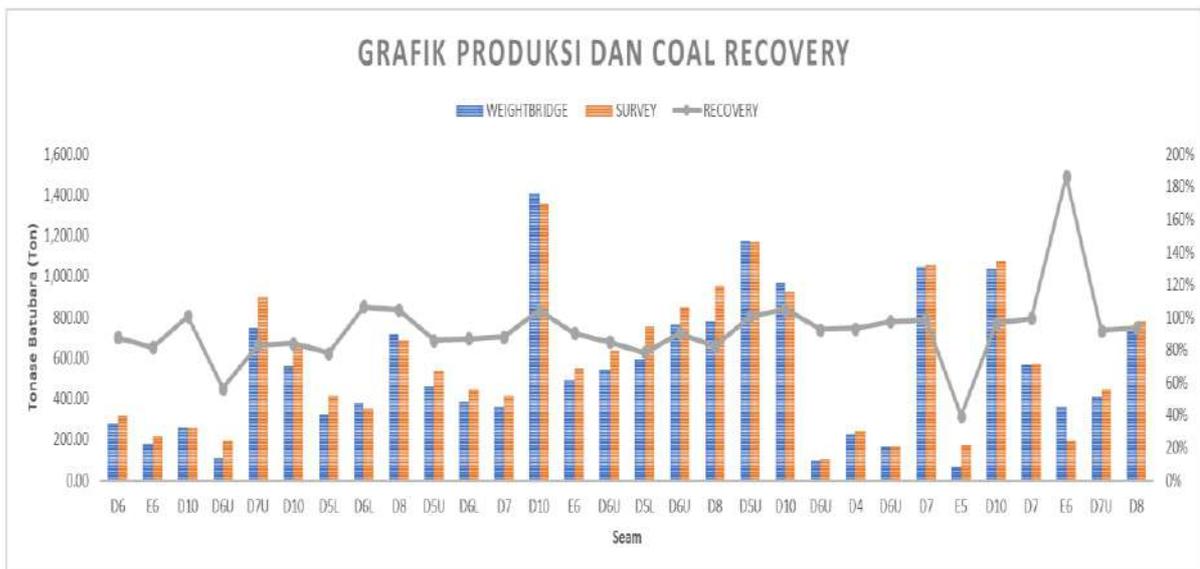
Keadaan Umum Lokasi Penelitian

PT. RCI *Jobsite* PT. Kutai Energi menargetkan nilai *coal recovery* per bulannya minimal 96%. Nilai persentase *coal recovery* didapatkan dengan cara membagi data tonnase jembatan timbang dengan data hasil pengukuran survey per periode waktu tertentu. Penelitian dilakukan di Pit MCV PT. RCI pada bulan Juli 2022 dengan luas pit ± 23.01 Ha. Adapun *seam* batubara yang menjadi target penambangan pada bulan juli 2022 yaitu *seam* D4, *Seam* D5L, *seam* D5U, *seam* D6L, *seam* D6U, *seam* D7, *seam* D7U, *Seam* D8, *Seam* D10, *Seam* E5, dan *Seam* E6.

Metode penambangan yang dilakukan pada Pit MCV yaitu sistem tambang terbuka dengan metode *open pit mining*, sedangkan untuk metode pemuatan yang digunakan adalah metode *top loading* dimana posisi alat gali-muat berada lebih tinggi daripada alat angkut. Tipe endapan pada pit MCV merupakan endapan multi *seam* dengan ketebalan beragam antara 2.1 meter sampai dengan 5 meter dan memiliki nilai kemiringan batubara yang cukup curam yaitu 78°.

Produksi dan Coal Recovery

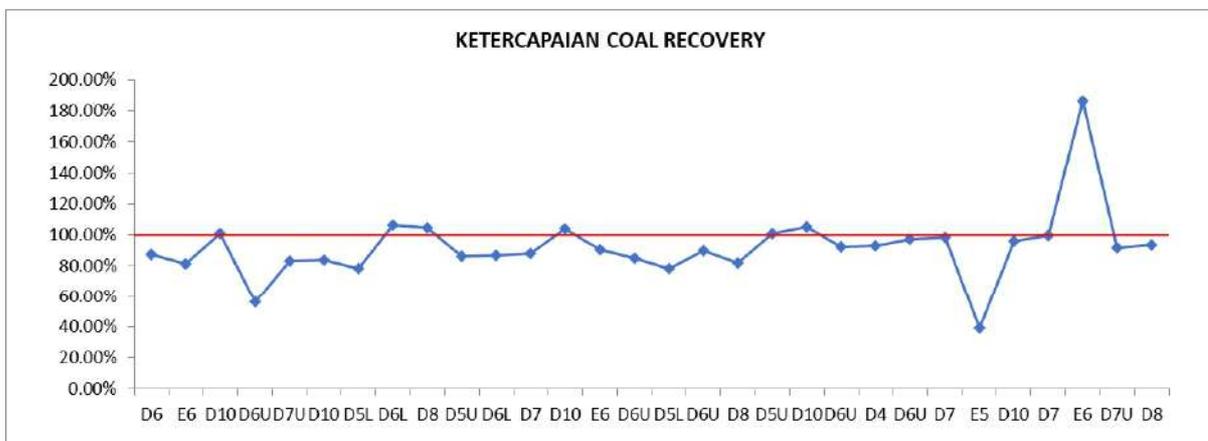
Ada Berdasarkan 30 sampel data *coal recovery* Pit MCV pada tabel 4.2 yang diambil selama 3 pekan, terhitung sejak tanggal 15 juli 2022 hingga 03 Agustus 2022, didapatkan total tonase dari sampel penambangan batubara hasil pengukuran data survey yaitu 17.395,02 MT sedangkan total tonase produksi sampel penambangan batubara berdasarkan hasil dari jembatan timbang yaitu 16.175.35 ton.



Gambar 1. Grafik Produksi dan coal recovery

Gambar 1 menunjukkan data sampel pengamatan *coal getting* yang telah dilakukan. Dari 30 data yang ada, 11 sampel diantaranya memiliki nilai *coal recovery* lebih dari 96%, sedangkan 19 sampel lainnya memiliki nilai *coal recovery* dibawah 96% dengan total jumlah *Losses* produksi batubara sebanyak 1.485,97 ton. Hal ini perlu dibahas lebih lanjut guna mengetahui penyebab ketidaktercapaiannya untuk kemudian dilakukan upaya perbaikan yang sesuai dengan penyebab yang ada.

Secara keseluruhan, nilai *coal recovery* yang didapat yaitu 92,99%. *Coal recovery* didapat dengan cara membagi data hasil jembatan timbang batubara dengan data hasil pengambilan survey. Hasil data yang telah diolah menunjukkan persentase *recovery* masing – masing sampel data. Garis berwarna merah pada Gambar 2 mewakili nilai *coal recovery* minimal yang ditargetkan oleh perusahaan, yaitu 96%. Dari 30 sampel data kegiatan penambangan batubara, 19 diantaranya belum mencapai target *coal recovery*, diantaranya yaitu pada *Seam D6, Seam E6, Seam D6U, Seam D7U, Seam D10, Seam D5L, Seam D5U, Seam D6L, Seam D7, Seam E6, Seam D5L, Seam D6U, Seam D8, Seam D6U, Seam D4, Seam E5, Seam D7U, Dan Seam D8.*



Gambar 2. Ketercapaian coal recovery masing – masing sampel penambangan batubara Faktor Penyebab Ketidaktercapaian Coal Recovery

Terdapat 6 kriteria yang digunakan untuk mengetahui penyebab tidak tercapainya *coal recovery* diantaranya, penambangan batubara yang kurang maksimal dan masih meninggalkan batubara pada *front* kerja. kemudian batubara pada akhir *coal getting* yang digunakan sebagai pelapis jalan dan kemudian tercampur dengan material *overburden*, lalu hasil pengambilan data survey yang kurang mewakili keadaan aktual dari *roof* maupun *floor* batubara, kekeliruan dalam pelaporan nama *seam* pada kupon *hauling*, kemudian *front* kerja pemuatan batubara yang tergenang oleh mata air, serta pembersihan ulang pada bagian badan batubara yang sudah diukur oleh tim survey.

Pada proses *coal getting*, batubara yang telah diruntuhkan pada lantai *front* tidak terangkut dengan maksimal dan terbuang (*losses*) seperti yang terlihat pada Gambar 3. Hal ini terjadi pada tanggal 15 Juli 2022 di *seam* D6, tanggal 17 Juli 2022 di *Seam* D6U dan *Seam* D7U, tanggal 18 Juli 2022 pada *Seam* D5L, tanggal 21 Juli 2022 pada *Seam* D6L, tanggal 23 Juli 2022 pada *seam* E6, serta pada tanggal 27 Juli 2022 di *Seam* D4 dan *Seam* D6U. Adapun total *losses* yang disebabkan oleh kegiatan ini yaitu 705,04 ton.



Gambar 3 Sisa batubara yang tidak terangkut

Ketika kegiatan *coal getting*, terdapat sisa batubara pada *front* yang tidak dapat dimuat karena kapasitas alat angkut terbatas dan sudah terisi dengan penuh. Maka dari itu operator alat gali-muat meratakan dan memadatkan batubara tersebut pada *front* penambangan seperti terlihat pada Gambar 4. Hal ini terjadi pada tanggal 24 Juli 2022 di *Seam* D6U bagian utara.



Gambar 4. Batubara yang dipadatkan pada lantai front penambangan

Pada *seam* D7U yang dimuat pada tanggal 30 Juli 2022 terlihat ada cebakan pada bagian bawah dari *floor* batubara, sedangkan pada data hasil pengambilan survey kondisi *floor* tersebut rata dan bagian cebakan (terlihat pada Gambar 5) tidak terbentuk, hal ini dapat mengurangi tingkat keakuratan perhitungan volume survey dan nilai *coal recovery* karena bagian cebakan yang kosong akan ikut dihitung sebagai volume batubara yang tertambang menurut hasil pengambilan data survey. Berdasarkan data hasil pengamatan, deviasi perolehan

batubara yang disebabkan oleh kegiatan ini sebanyak 36,84 ton.



Gambar 5. Cebakan pada permukaan *floor* batubara

Kekeliruan penamaan *seam* pada kupon hauling batubara menyebabkan berkurangnya keakuratan nilai *coal recovery* pada *seam* tertentu.

Tabel 1. *Coal recovery* seam E5 dan E6

TANGGAL	SEAM	WEIGHTBRIDGE	SURVEY	DEVIASI	RECOVERY
29/07/2022	E5	68,76	174,23	-105,47	39%
29/07/2022	E6	362,68	194,75	167,93	186%

Dapat dilihat pada tabel 1, persentase *coal recovery* pada *seam* E5 sangat rendah dan berbanding terbalik dengan persentase *coal recovery* di *seam* E6.

Sistem drainase yang kurang memadai akan menyebabkan air yang berasal dari mata air serta air limpasan di sekitar pit berkumpul pada *front* penambangan batubara seperti terlihat pada gambar 6. Hal ini tentu akan menyebabkan batubara bercampur dengan lumpur dan juga batubara dengan fraksi yang halus akan terbuang (*losses*).



Gambar 6. Kondisi *front* penambangan yang tergenang air

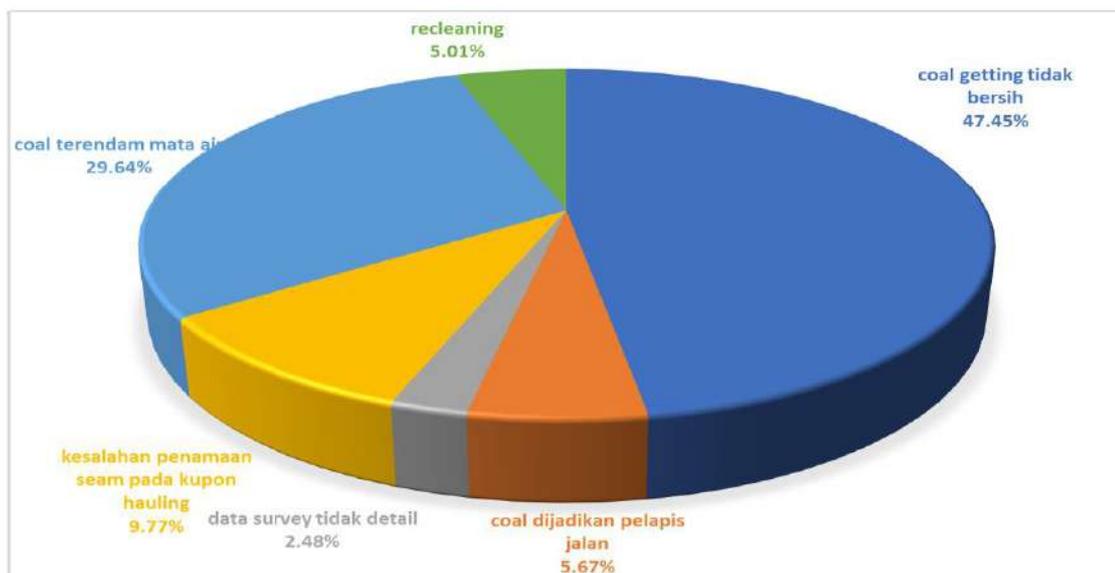
Batubara yang telah dilakukan *cleaning* seharusnya tidak boleh dilewati oleh alat berat karena dapat menyebabkan batubara tersebut terkontaminasi oleh material lain dan harus dilakukan *re-cleaning* pada bagian *top* dan *roof* batubara (seperti pada Gambar 7) agar kualitasnya tetap terjaga. Kegiatan *re-cleaning* ini menyebabkan *losses* dan jumlah batubara tertambang berdasarkan hasil pengukuran survey akan jauh berbeda dengan jumlah batubara tertambang berdasarkan hasil data timbangan. Kondisi ini terjadi pada tanggal 21 Juli di *Seam* D5U dengan deviasi sebanyak 74,4 ton.



Gambar 7. Batubara yang perlu dilakukan pembersihan ulang

Persentase Identifikasi Masalah

Dari pemaparan kriteria penyebab tidak tercapainya *coal recovery*, dapat diketahui kegiatan yang paling banyak menyebabkan kehilangan (*losses*) untuk kemudian di evaluasi dan dilakukan perbaikan guna meningkatkan nilai *coal recovery*.

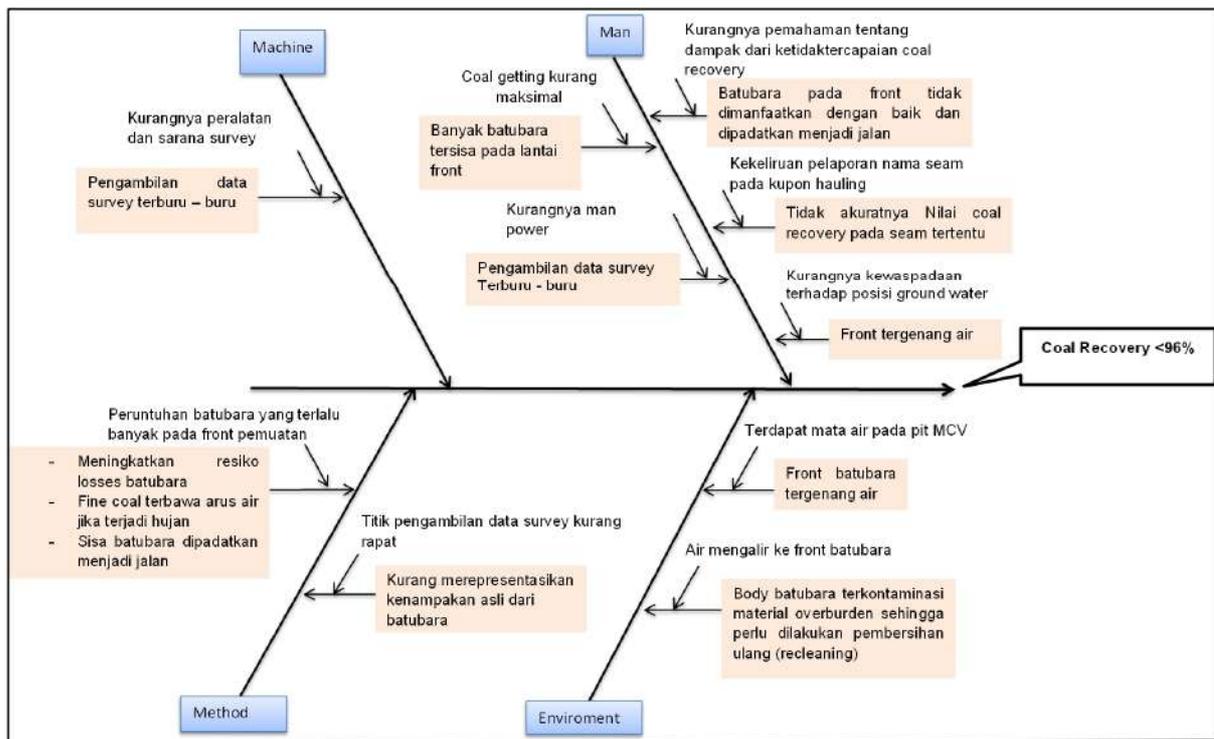


Gambar 8. Persentase penyebab tidak tercapainya *coal recovery*

Berdasarkan Gambar 8, diketahui penyebab utama tidak tercapainya target *coal recovery* pada penelitian kali ini yaitu pemuatan batubara yang kurang maksimal. Kegiatan ini menyumbang sebanyak 47,45% kehilangan batubara. Kemudian diikuti oleh faktor *front* pemuatan yang tergenang mata air sebanyak 29,64%. selanjutnya disebabkan oleh kekeliruan terhadap pelaporan nama *seam* batubara yang diangkut sebesar 9,77%. kemudian faktor data survey yang kurang detail sebesar 2,48%, lalu sisa batubara yang dipadatkan menjadi jalan menyumbang kehilangan sebesar 5,67%. dan yang terakhir yaitu pada kegiatan pembersihan ulang bagian *top* dari batubara yaitu sebesar 5,01%. Adapun besaran tonnase deviasinya terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase penyebab tidak tercapainya target *coal recovery*

No	Kriteria	Deviasi (Ton)	Persentase
1	<i>coal getting</i> tidak bersih	-705,044	47,45%
2	coal terendam mata air	-440,374	29,64%
3	kesalahan penamaan <i>seam</i> pada kupon <i>hauling</i>	-145,126	9,77%
4	coal dijadikan pelapis jalan	-84,183	5,67%
5	<i>recleaning</i>	-74,406	5,01%
6	data survey tidak detail	-36,84	2,48%
Total		-1.485,97	100%



Gambar 9. Analisa sebab - akibat

Upaya Meminimalisir Ketidaktercapaian Coal Recovery

Coal recovery yang tidak mencapai target yang telah ditetapkan tentunya merupakan suatu hal tidak menguntungkan bagi perusahaan. Maka dari itu berdasarkan penemuan yang terjadi di lapangan, dapat disusun langkah perbaikan guna meningkatkan persentase *coal recovery* pada kegiatan penambangan batubara yang akan dijabarkan sebagai berikut,

Sebaiknya ketika akan dilakukan pemuatan batubara, operator alat gali-muat tidak meruntuhkan batubara terlalu banyak pada *front* kerja. Dalam hal ini maksimum yaitu sebanyak 75 MT (3 rit) untuk meminimalisir terjadinya kehilangan akibat ceceran batubara pada *front* serta meminimalisir kehilangan batubara akibat terbawa air jika terjadi hujan. Selain itu, pengawas juga dapat selalu mengingatkan operator untuk melakukan kegiatan *coal getting*

dengan maksimal.

Pengawas harus memastikan sisa batubara hasil *coal getting* yang berada di *front* tidak digunakan sebagai pelapis jalan. Pengawas juga perlu memberikan pengarahan dan pemahaman kepada operator alat gali-muat untuk tidak melakukan hal tersebut karena akan menyebabkan *losses* dan mempengaruhi nilai *coal recovery*.

Pada proses pengambilan data survey, jika kondisi bentuk dari *roof* maupun *floor* batubara rata dan seragam, sebaiknya titik pengukuran survey dilakukan dengan jarak maksimal dua meter (untuk antisipasi bentukan keadaan batubara jika menebal atau menipis). Namun apabila kondisi *roof* atau *floor* batubara terdapat banyak cebakan, sebaiknya dalam pengambilannya dibentuk sedetail mungkin untuk merepresentasikan kenampakan asli dari keadaan *roof* maupun *floor* batubara yang diukur.

Pengawas perlu berkordinasi dengan pit control untuk memastikan nama *seam* yang akan dimuat guna menghindari kekeliruan pada pelaporan nama *seam* yang akan diangkut, mengingat pada Pit MCV PT. Kutai Energi terdapat banyak lapisan batubara dengan kondisi geologi yang cukup beragam. Dan sebaiknya dilakukan perekrutan pengawas khusus untuk kegiatan pemuatan batubara supaya pengawas lebih fokus dalam melakukan pekerjaannya.

Front pemuatan batubara dibuat drainase berupa paritan agar air dapat mengalir menjauhi *front* dan area pemuatan batubara tidak tergenang. Serta sebaiknya setelah *roof* batubara selesai diukur oleh team survey, proses pemuatan batubara dilakukan dengan segera untuk menghindari *front* pemuatan batubara tergenang kembali oleh mata air.

Pemasangan *border line* pada area *top* batubara sebagai tanda/informasi supaya area tersebut tidak dilewati oleh alat berat.

KESIMPULAN

Besaran tonase kehilangan batubara pada proses penambangan yang didapat dari hasil pengumpulan dan pengolahan data lapangan yaitu 1.485,97 ton. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan yang telah dilakukan, terdapat beberapa faktor yang menyebabkan tidak tercapainya target *coal recovery*. Diantaranya yaitu; Akibat pemuatan tidak maksimal menyumbang kehilangan sebanyak 705,04 ton, kemudian akibat *front* pemuatan tergenang air menyumbang kehilangan sebanyak 29,64 ton, akibat kekeliruan pelaporan nama *seam* yang diangkut sebanyak 145,12 ton, akibat data survey yang kurang mewakili kenampakan asli dari batubara menyumbang kehilangan sebanyak 36,84 ton, akibat batubara yang dipadatkan menjadi jalan menyumbang kehilangan sebanyak 84,18 ton, dan akibat pembersihan ulang pada badan batubara menyumbang kehilangan sebanyak 74,4 MT. Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kehilangan batubara diantaranya; Tidak meruntuhkan batubara terlalu banyak pada *front* kerja, dalam hal ini maksimal 75 MT atau 3 rit agar batubara yang akan dimuat dapat lebih teramati dengan baik. Pemahaman kepada man power tentang *coal recovery* dan dampak yang ditimbulkan akibat tidak tercapainya target *coal recovery*. Pada pengambilan data survey sebisa mungkin untuk mengambil detail bentuk dari batubara itu sendiri agar hasil perhitungan volume yang didapat lebih akurat. Pengawas perlu berkoordinasi dengan pit control untuk memastikan nama *seam* yang akan dimuat. Mengingat pada Pit MCV PT. Kutai Energi terdapat banyak *seam* dengan kondisi geologi yang beragam. *Front* pemuatan batubara dibuatkan drainase berupa paritan agar air dapat mengalir menjauhi *front* dan area pemuatan batubara tidak tergenang. Sebaiknya pada area badan batubara dipasangkan *borderline* agar area tersebut tidak dilewati oleh *excavator* maupun *dumpruck*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung, dosen pembimbing, dosen penguji,

PT. RPP Contractors Indonesia, orang tua penulis, dan semua pihak yang tidak dapat di sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, Abdul, Heri Prabowo. 2019. *Evaluasi Pencapaian Target Produksi Penambangan Berdasarkan Metode Survey Dan Truck Count Di Pt Jhonlin Baratama Site Kintap*. Jurnal HIMASAPTA Vol. 4 No. 3 E-ISSN 2527-4619.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *SNI 5015:2019 Pedoman Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumber Daya, dan Cadangan Batubara*. Jakarta. Badan Standardisasi Nasional.
- Hustrulid, W. & Kuchta, M. 1995. *Open Pit Mine Planning and Design: Vol. 1-Fundamentals*. AA Balkema. Netherland.
- Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral. 2018. *Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik*. KEPMEN ESDM No 1827 K/30/MEM/2018.
- Mardiono, D. (2010). *Upaya Peningkatan Coal recovery di PT. Kalimantan Prima Coal, Kalimantan Timur*. Prosiding TPT XX PERHAPI 2011 Hal. 186 ISBN: 978-979-8826-20-7.
- Rassarandi, F.D., Silvester Sari Sai, dan Hery Purwanto. 2016. *Analisis Ketelitian Perhitungan Tonase Stockpile Batubara Hasil Pengukuran Metode RTK Radio GNSS dengan Teknik Akuisisi Data Secara Point to Point dan Auto Topo*. Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang. Malang.
- Rifani, Achmad. 2010. *Upaya Konservasi Sumber Daya Batubara Melalui Pengurangan Tingkat Kehilangan (Losses) Batubara Di Provinsi Bengkulu*. Program Studi Pasca Sarjana Sumber Daya Alam Dan Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Sukandarrumidi. 1995. *Batubara dan Gambut*. Universitas Gajah Mada; Yogyakarta.
- Wulandari, Cici, Adree Octova. 2018. *Optimalisasi Produksi Batubara dengan Meminimalisir Coal Loose pada Area Pit Penambangan di PT. Artamulia Tatapratama*. Jurnal Bina Tambang, Vol. 3, No. 4 ISSN: 2302-3333.
- Zakwan, Hafiz, Heri Prabowo. 2021. *Pengendalian Kualitas Batubara Seam 300 Berdasarkan Parameter Kualitas Batubara Dari Front Sampai Ke Buyer Di Pt Kuansing Inti Makmur, Job Site Tanjung Belit, Bungo, Jambi*. Jurnal Bina Tambang Vol. 6 No. 5 ISSN 2303 – 3333.