

**ANALISIS COAL LOSSES KEGIATAN PENAMBANGAN DI BLOK 4 PT.
INTI BARA PERDANA, KECAMATAN TABA PENANJUNG,
KABUPATEN BENGKULU TENGAH,
PROVINSI BENGKULU**

Insyaniah Khoiriah¹, Eddy Ibrahim², Syarifuddin³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya,

Jl. Srijaya Negara Bukit Besar, Palembang, 30139, Indonesia

E-mail: insyaniahkhoiriah@gmail.com

ABSTRAK

PT. Inti Bara Perdana (IBP) merupakan perusahaan pertambangan batubara yang menerapkan metode penambangan strip mining. PT. IBP memiliki tiga blok yang beroperasi, salah satunya blok 4. Berdasarkan perbandingan data tonnase insitu dan data batubara yang ditambang (tonase batubara timbangan), pada Bulan Januari 2016 hingga Agustus 2016 terjadi variasi sebesar 31.414,44, dimana data timbangan kurang dari tonnase insitu. Coal recovery yang diperoleh hanya 86,69%, sedangkan target coal recovery perusahaan adalah 90% dan 10% dinyatakan sebagai toleransi coal loss. Sehingga coal losses yang terjadi selama Bulan Januari 2016 hingga Agustus 2016 adalah 3,31% atau sebesar 7.802,13 ton batubara yang hilang. Selain itu, topografi blok 4 berupa lembah dan bukit. Hal tersebut mempengaruhi besar stripping ratio dan mengakibatkan batubara tidak dapat di tambang karena mencapai pit limit. Pada tahapan kegiatan penambangan lainnya seperti coal cleaning, pemuatan batubara pada front, pengangkutan batubara menuju stockROM, serta penumpukan batubara di stockROM juga berpotensi terjadi losses. Sehingga dilakukan penelitian mengenai besar coal losses yang terjadi dan faktor-faktor penyebab coal losses

Kata Kunci: Coal Losses, Strip Mine, Coal Recovery

ABSTRACT

PT. Inti Bara Perdana (IBP) is a coal mining company applying mining strip mining methods. Block 4 is one from three operating blocks in PT. IBP. Based on a comparison of data tonnase insitu and data coal mined (coal tonnage scales), from January 2016 to August 2016 amounted to 31414.44 variations, where data scales less than tonnase insitu. Coal recovery obtained only 86.69%, while the target company's coal recovery was 90% and 10% expressed as tolerance coal coal loss. So losses that occurred during the month of January 2016 until August 2016 was 3.31% or a total of 7802.13 tons coal missing. In addition, topographical block 4 is form of valleys and hills. It affects large stripping ratio and the resulting coal mine because it reach the pit limit. Moreover at this stage of mining activities such as coal cleaning, coal loading at the front, transportation coal toward stockROM, as well as the accumulation of coal in stockROM also potentially occur losses. so this research is doing occur percentage of coal losses, the factors that cause losses coal, as well as the efforts made to minimize the occurrence of coal losses.

Keyword: Coal Losses, Strip Mine, Coal Recovery

1. PENDAHULUAN

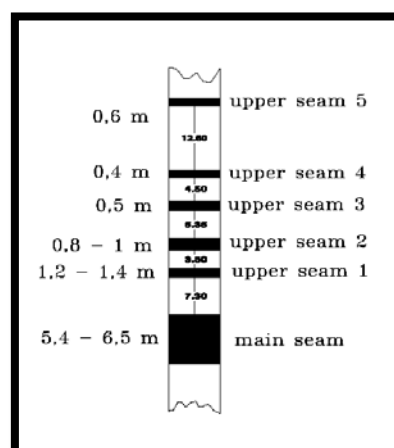
Rencana Strategis Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara 2015-2019 memiliki tujuan mewujudkan pengendalian dan konservasi pertambangan mineral dan batubara. Upaya pengendalian kegiatan pertambangan dilakukan dengan pengendalian produksi mineral dan batubara, meningkatkan manfaat pertambangan mineral dan batubara serta memaksimalkan perolehan pemanfaatan (*recovery*) mineral dan batubara seluruhnya dengan mengurangi mineral dan batubara yang terbuang (*losses*) [1]. *Losses* dimulai pada saat penambangan, yaitu ekstraksi seam yang tidak selesai, batubara yang tertinggal di tanah, penambangan pada batas terluar tidak dapat dilakukan, atau peledakan yang salah menyebabkan batuan *overburden* menjadi tercampur dengan batubara. Pada area lapisan batubara yang berbeda dapat menimbulkan *losses* yang berbeda [2].

PT. Inti Bara Perdana (IBP) merupakan perusahaan tambang batubara dengan Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) operasi produksi seluas 892,04 Ha. PT. Inti Bara Perdana terbagi menjadi beberapa blok penambangan yang hingga saat ini tetap beroperasi yaitu blok 4, blok 9, dan blok 10. Perusahaan ini dari tahun ke tahun terus berupaya untuk mengoptimalkan produksi batubaranya dengan melakukan konservasi mineral dan batubara. Konservasi mineral dan batubara bertujuan untuk mengupayakan terwujudnya pemanfaatan mineral dan batubara secara bijak, optimal dan mencegah pemborosan dengan sasaran untuk menjamin manfaat pertambangan mineral dan batubara secara berkelanjutan [3]. Penerapan prinsip konservasi ini dapat berupa menganalisis persentase *losses* saat penambangan dan menganalisis faktor yang mempengaruhi terjadinya *losses*.

PT. IBP telah memulai melakukan produksi batubara semenjak tahun 2008. Di Blok 4 PT. Inti Bara Perdana, pada Bulan Januari - Agustus 2016, antara tonnase *insitu* batubara dan data batubara yang ditambang (tonnase timbangan), terjadi variasi. Variasi tersebut sebesar 31.414,44 ton dengan *recovery* penambangan 86,69 %, sedangkan target *coal recovery* perusahaan adalah 90% dan 10% merupakan angka toleransi *loss*. Hal ini mengindikasikan terjadi *losses* batubara sebesar 3,31 %.

Faktor hilangnya batubara terutama yang tipis terjadi pada proses pemboran-peledakan, penggalian tanah penutup, kondisi ruang kerja alat gali – muat, pembersihan batubara, dan pengangkutan batubara menuju stockpile [4]. Penelitian ini akan menghitung persentase *losses* batubara pada kegiatan penambangan di blok 4 PT. Inti Bara Perdana. Kegiatan penambangan berpotensi terjadinya *losses* dikarenakan berbagai faktor, sistem kerja alat, volume angkut, karakteristik jalan dan lain sebagainya. Pada kegiatan penambangan akan dilakukan perhitungan persentase *losses* batubara dan akan dianalisis faktor penyebabnya.

Topography wilayah PT. IBP berupa daerah perbukitan bergelombang hingga sangat terjal. Kemiringan lerengnya berkisar 10% - 85%, dengan elevasi \pm 350 m - 700 m dari permukaan air laut. Pada arah kemiringan batubara (*highwall*) blok 4 terdapat bukit yang berupa material *ignimbrite*. Area blok 4 sebelumnya telah dilakukan pemboran oleh PT. IBP sebanyak 98 titik bor, pada titik bor tersebut ditemukan beberapa *seam* / lapisan batubara sebanyak 6 lapisan pada bor BH 55 dan BH 56R yaitu, *upper seam 5*, *upper seam 4*, *upper seam 3*, *upper seam 2*, *upper seam 1* dan *main seam* (Gambar 1).



Gambar 1. Profil Lapisan Batubara Blok 4

Keenam lapisan tersebut hanya 3 *seam* yang menerus yaitu *upper seam 2*, *upper seam 1*, dan *mainseam* dan dapat dioptimalkan berdasarkan ketebalannya. *Ekstraksi seam* yang dilakukan pada bulan September 2016 adalah *mainseam* dengan kemiringan 25° dan tebal batubara 6 meter. Luas *mainseam* pada *boundary plan* rencana produksi adalah $2.884,39 \text{ m}^2$. *Mainseam* pada blok 4 terdiri dari 7 lapis batubara yang di antara tiap lapis terdapat *parting*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilanjutkan dengan penelitian di lapangan yaitu melakukan pengamatan terhadap rangkaian kegiatan produksi batubara di blok 4 PT. Inti Bara Perdana untuk mengetahui lokasi yang berpotensi terjadi *losses*. PT. IBP menerapkan metode penambangan *strip mining*. *Strip mining* diterapkan pada endapan batubara dengan dip kecil atau landai [5]. Pada saat kegiatan produksi masih berlangsung penulis mengamati kondisi *front* kerja, mengamati cara *loading* batubara pada *front* penambangan, mengamati alat yang digunakan saat *cleaning* dan *loading* batubara, mengamati kondisi jalan angkut, mengamati perilaku operator pengangkutan, mengamati kegiatan penumpukan batubara ke *stockROM*. Sewaktu penelitian dilakukan juga terdapat batubara yang tidak tertambang karena mencapai *pit limit*. Kemudian dilanjutkan pengumpulan data untuk memperoleh persentase masing – masing potensi *losses* dan menganalisa penyebab terjadinya *losses* batubara.

Data yang diambil untuk penelitian ini adalah rangkaian kegiatan produksi batubara untuk mengetahui lokasi yang berpotensi terjadi *losses*, *cycle time* alat angkut batubara blok 4. *Cycle time* dihitung menggunakan *stopwatch*. Selain data tersebut penelitian ini juga menggunakan data luas *mainseam* rencana produksi blok 4 bulan September 2016, profil bor blok 4, *statigrafi mainseam* blok 4, data *survey* luas batubara tertambang, data timbangan batubara bulan September 2016, data ritase alat angkut produksi batubara blok 4, profil jalan angkut produksi batubara blok 4, densitas batubara *mainseam*

Pada penelitian ini dihitung *tonnase insitu mainseam* batubara rencana produksi bulan september 2016 menggunakan persamaan penghitungan cadangan metode USGS 1984 [6] yang ditunjukkan oleh Pers. 1

$$\text{Tonnase batubara} = A \times B \times C \quad (1)$$

A merupakan luas *mainseam* dalam m^2 yang berada pada *boundary plan* rencana produksi bulan September 2016 dan diperoleh dari aplikasi Minecape Version 4.118 melalui menu *brief and detail*. B merupakan ketebalan rata – rata batubara dalam meter yang diambil dari profil bor blok 4. C merupakan nilai densitas batubara dalam ton/m^3 berdasarkan hasil uji yang pernah dilakukan oleh PT. IBP yaitu $1,3 \text{ ton}/\text{m}^3$. Kemiringan lapisan batubara juga memberikan pengaruh dalam perhitungan cadangan batubara [6]. Menurut ketentuan USGS 1984, untuk kemiringan $10^\circ - 30^\circ$, tonase batubara harus dibagi dengan nilai *cosinus* kemiringan lapisan batubara. Maka nilai hasil pengalihan ketiga variabel diatas selanjutnya dibagi nilai *cosinus* 25° .

Total station Sokkia CX105C (Gambar 2) adalah alat digunakan oleh tim *survey* PT. IBP untuk menghitung luas batubara tertambang (*stake out*). Luas ini selanjutnya di kalikan dengan ketebalan dan densitas batubara untuk memperoleh nilai tonnase batubara tertambang dari hasil *survey*.

Perhitungan tonnase batubara pada *stockROM* menggunakan metode perhitungan *truck* yaitu jumlah ritase produksi batubara dikalikan ton batubara per ritase. Jumlah ritase di dapat dari pencatatan *cheker ritase* di lapangan. Ton batubara per ritase dihitung menggunakan rumus produktifitas dan *cycle time* alat angkut Pers. (2) dan Pers. (3) [7].

$$Q = \frac{C \times 3600 \times Et \times M}{CTdt} \quad (2)$$

$$C = n \times q \times K \quad (3)$$

C adalah produktivitas per siklus *bucket* didapat dengan pengalihan jumlah *passing backhoe* (n), kapasitas *backhoe* (q), dan faktor koreksi bucket *backhoe* (K). Jumlah *passing backhoe* di dapat dari pengamatan lapangan, kapasitas *backhoe* diambil dari spesifikasi alat yang digunakan dan faktor koreksi sebesar 1,0 (*average*) karena material (batubara) dapat digali tanpa diberai terlebih dahulu. Q adalah produktivitas alat angkut per jam, dimana Et adalah *effisiensi* kerja, M jumlah operasional *dump truck*, dan CTdt adalah *cycle time*. Et yang digunakan yaitu 0,8 karena umur alat angkut



Gambar 2. Total Station Sokkia CX105C



(a)

(b)

Gambar 3. Load Cell Sensor (a); Weight Indicator (b)

yang digunakan telah lebih dari lima tahun. Nilai Q dalam satuan volume yaitu meter kubik, sehingga untuk mendapatkan besar tonnase, Q dikalikan dengan densitas *loose* batubara. Densitas batubara bituminus (antrasit muda) adalah $1,1 \text{ ton/m}^3$ [8].

Penimbangan batubara di PT. IBP menggunakan *load cell sensor* (Gambar 3a). *Load cell sensor* mengubah suatu gaya tekan yang diberikan pada inti besinya menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik ini akan ditangkap oleh *weight indicator* dan ditampilkan dalam bentuk angka [9]. Angka pada *weight indicator* merupakan berat keseluruhan, sehingga berat batubara didapat dari mengurangkan antara berat keseluruhan dengan berat kosong *dumpt truck* (Gambar 3b). Batubara ditimbang saat akan di angkut ke stokpile pelabuhan pulau Baai yang berjarak 34 km. Data yang didapat dari PT. IBP berupa data timbangan harian selama bulan September sehingga dilakukan penjumlahan tonnase timbangan batubara harian tersebut.

Coal recovery adalah suatu angka atau besaran yang menunjukkan seberapa efektif batubara yang ditambang. Angka *coal recovery* ditunjukkan dalam bentuk *persentase* (%), semakin besar angka *coal recovery* maka semakin efektif penambangan batubaranya [4]. Perhitungan *recovery* penambangan ada tiga metode, yaitu In-situ model vs aktual data ditambang (*Insitu Model – Actual Coal Mined*), ROM Merge version 4.0.3 vs aktual data ditambang (ROM Merge vs Actual Coal Mined), Data Survey vs Aktual data ditambang. Penelitian ini menghitung *recovery* penambangan dengan membandingkan *tonnase mainseam insitu* dengan data batubara timbangan untuk menentukan *persentase losses* kegiatan penambangan secara keseluruhan.

Setelah keempat variabel diatas diketahui maka *losses* batubara tidak tertambang, *losses* kegiatan *cleaning*, pemuatan, pengangkutan dan penimbunan batubara dihitung dengan cara:

- a. *Losses* batubara tidak tertambang (*coal left*) dihitung menggunakan bantuan aplikasi minescape 4.118 yaitu mengurangkan luas *mainseam* awal rencana produksi dengan luas *mainseam* tertambang hasil *survey* kemudian dikalikan dengan ketebalan dan nilai densitas batubara untuk mendapatkan tonnase.
- b. *Losses* kegiatan *coal cleaning* dihitung per *layer* dengan mengurangkan ketebalan lapisan yang di tinggalkan yaitu 5 cm pada *roof* dan 5 cm pada *floor*.
- c. *Losses* pada *front* penambangan akibat kegiatan *loading* dihitung dengan cara *tonnase insitu mainseam* batubara, dikurang tonnase batubara tertambang hasil *survey*, selanjutnya dikurang tonnase hasil kegiatan *cleaning*.
- d. *Losses* kegiatan pengangkutan dari *loading point* ke *stockROM* dihitung dengan tonnase batubara tertambang dari hasil *survey* dikurang tonnase batubara pada *stockROM*.
- e. *Losses* penimbunan di *stockROM* dihitung dengan tonnase pada *stockROM* dikurang tonnase batubara timbangan.

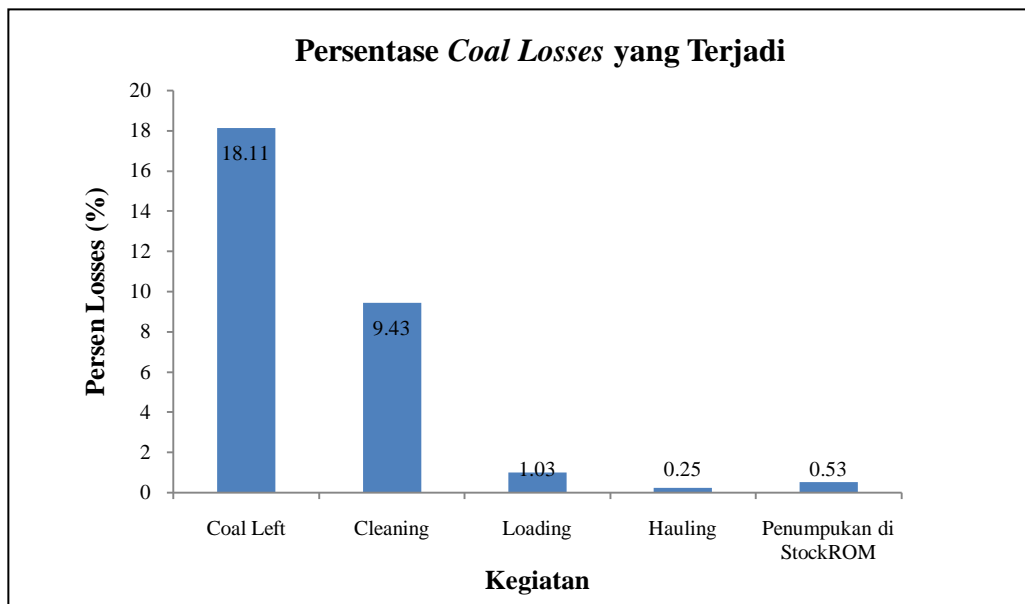
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengolahan data dengan metode yang dijelaskan sebelumnya, didapatkan hasil tonnase *mainseam insitu* sebesar 24.824,06 ton. Luas batubara tertambang hasil *survey* 2.331,87 m³ dengan tonnase batubara hasil *survey* sebesar 17.272,5 ton. Tonnase batubara pada *stockROM* sebesar 17.665,6 ton. Tonnase batubara timbangan 17.533,03 ton. *Recovery* penambangan 70,62%. 29,38% batubara terindikasi *losses*. *Losses* batubara tidak tertambang (*coal left*) sebesar 4.497,02 ton atau 18,11%. *Losses* kegiatan *coal cleaning* sebesar 2.341,38 ton atau 9,43%. *Losses* pada *front* penambangan sebesar 258,16 ton atau 1,03%. *Losses* pengangkutan dari *loading point* ke *stockROM* sebesar 63,8 ton atau 0,25%. *Losses* penumpukan batubara pada *stockROM* sebesar 130,67 ton atau 0,53%. Grafik persentase *losses* dapat dilihat pada Gambar 4.

PT. Inti Bara Perdana menetapkan persentase total *losses* akibat teknis penambangan (*mining losses*) sebesar 10%. Pembagian persentase *losses* akibat teknis penambangan (*mining losses*) adalah 7% untuk kegiatan *coal cleaning*, 1% untuk pemuatan batubara pada *front* penambangan, 1% pengangkutan batubara menuju *stockROM*, dan 1% penimbunan batubara di *stockROM*. Maka *losses* pengangkutan dari *loading point* ke *stockROM* dan *losses* penumpukan batubara pada *stockROM* masih berada dalam angka toleransi *losses*.

Analisis Penyebab Coal Losses

- a. Batubara yang tidak tertambang ini disebabkan oleh keadaan topografi PT. IBP dan kemiringan (*dip*) *mainseam* batubara yang mempengaruhi nilai *stripping ratio*. Wilayah PT. IBP merupakan daerah perbukitan bergelombang sampai sangat terjal dan derajat kemiringan *mainseam* batubara adalah 25° sehingga besar volume *overburden* yang harus di pindahkan meningkat. Meningkatnya volume *overburden* yang harus dipindahkan sama dengan meningkatkan nilai *stripping ratio*. *Stripping ratio* yang diterapkan oleh PT. IBP adalah 1 : 11,56 karena masih di



Gambar 4. Grafik Persentase *Coal Losses* yang Terjadi

anggap ekonomis. Melalui pengamatan secara visual pada *freeface* batubara, untuk mengambil batubara ini di perkirakan melampaui nilai *stripping ratio* yang ditetapkan maka penambangan dihentikan karena telah mencapai *pit limit*.

- b. Pembersihan lapisan batubara (*coal cleaning*) adalah proses pembersihan lapisan batubara dari unsur pengotor (sisa batuan penutup atau *parting*). *Losses* pada tahapan *cleaning* tidak dapat dihindarkan karena untuk menghasilkan batubara yang bersih dan kualitas yang baik. Pembersihan batubara yang terlalu bersih juga akan menyebabkan *coal recovery* berkurang, karena dengan batubara yang terlalu bersih pada akhirnya akan mengurangi jumlah batubara yang ditambang. Penggunaan alat yang tepat dan kemampuan operator dalam membersihkan lapisan batubara agar tidak melewati batas kedalaman yang ditentukan adalah faktor yang menentukan besar kecilnya *losses*.
- c. *Losses* pada kegiatan ini dipengaruhi oleh kondisi *front* penambangan, pola pemuatan dan kemampuan operator. *Front* penambangan batubara dianggap sempit karena lebarnya kurang dari 100 meter. Setelah hujan pada *font* penambangan sering terdapat genangan air hujan. Pola pemuatan batubara oleh *excavator backhoe* pada *front* adalah *buttom loading* yang menempatkan *excavator* sejajar dengan *dumpt truck*. Pola pemuatan ini menyebabkan *bucket* harus diangkat melebihi tinggi *vessel* untuk dumping selain itu juga operator tidak dapat leluasa melihat bak dalam menempatkan material. Keadaan *front* penambangan dan pola pemuatan mempengaruhi kemampuan operator dalam melakukan *loading* batubara, karena dapat menyebabkan jumlah batubara yang gagal masuk ke alat angkut semakin besar [9]. Batubara yang gagal masuk ini akhirnya akan hilang karena *delusi* ataupun terinjak oleh truk dan tergali sebagai tanah penutup.
- d. *Losses* pengangkutan batubara ke *stockROM* disebabkan alat angkut yang digunakan untuk produksi sebagian besar menggunakan *Articulated Dump Truck (ADT)*, dimana ADT tidak menggunakan penutup pada bagian belakang *vesselnya*. Kemampuan operator dalam mengemudikan dan menghadapi keadaan jalan yang dilalui juga berpengaruh terhadap tercecernya batubara.
- e. *Losses* penimbunan batubara di *stockROM* terjadi karena dua faktor, pertama *losses* terjadi karen batubara sengaja ditinggalkan untuk membuat lapisan *bedding* dengan batubara. Penambahan lapisan *bedding* batubara ini dimaksudkan agar pada saat pengambilan batubara di *stocROM*, material dasar *stockROM* tidak ikut terambil karena dapat mengakibatkan batubara terkontaminasi [10]. Kedua, *Bedding* batubara pada *stockROM* ini tidak dilakukan pemadatan sehingga apabila alat angkut memasuki *stockROM* akan membentuk cekungan jejak roda alat angkut. Cekungan ini pada saat hujan akan terisi oleh genangan air dan area *stockROM* menjadi becek. *StockROM* yang becek membuat material mudah lengket ke roda alat angkut yang keluar masuk *stockROM*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan:

1. Hasil perhitungan persentase *losses* sebelumnya menunjukkan bahwa terjadi lima kali *lossess*. Kelima *losses* itu adalah *lossess* batubara tidak tertambang sebesar 18,11%; *losses* kegiatan *cleaning* 9,43%; *losses* di *front* penambangan 1,03%; *losses transport* batubara *front - stockROM* 0,25%; dan *losses* penumpukan di *stockROM* 0,53%.
2. Berdasarkan pengamatan dan data persentase *losses* yang telah didapatkan, faktor yang menyebabkan *losses* adalah:
 - a. *Lossess* batubara tidak tertambang disebabkan oleh topografi blok 4 yang bergelombang dan *dip mainseam* sebesar 25° memperbesar nilai *stripping ratio*. *Stripping ratio* yang digunakan oleh PT. IBP adalah 1 : 11,56 sedangkan untuk mengambil batubara di perkirakan nilai *stripping ratio* telah melewati 1:11,56 sehingga penambangan dihentikan karena mencapai *pit limit*.
 - b. *Losses* kegiatan *cleaning* tidak dapat dihindarkan karena untuk menghasilkan batubara yang bersih dan kualitas yang baik. Penggunaan alat yang tepat dan kemampuan operator dalam membersihkan lapisan batubara agar tidak melewati batas kedalaman yang ditentukan adalah faktor yang menentukan besar kecilnya *losses*.
 - c. *Losses* pada *front* penambangan dipengaruhi oleh faktor kondisi *front* penambangan dianggap sempit karena lebarnya kurang dari 100 meter, pola pemuatan *buttom loading* dan kemampuan operator. Keadaan *front* penambangan dan pola pemuatan ini mempengaruhi kemampuan operator dalam melakukan *loading* batubara, dan menyebabkan jumlah batubara yang gagal masuk ke alat angkut semakin besar.
 - d. *Losses transport* batubara dari *front* penambangan ke *stockROM* alah penggunaan alat angkut untuk produksi sebagian besar menggunakan *Articulated Dump Truck (ADT)*, dimana ADT tidak menggunakan penutup pada bagian belakang *vesselnya*. Kemampuan operator dalam mengemudikan dan menghadapi keadaan jalan yang dilalui juga berpengaruh terhadap tercecernya batubara.
 - e. *Losses* penimbunan batubara di *stockROM* terjadi karena dua faktor, pertama *losses* terjadi karen batubara sengaja ditinggalkan untuk membuat lapisan *bedding* dengan batubara. Penambahan lapisan *bedding* batubara ini dimaksudkan agar pada saat pengambilan batubara di *stocROM*, material dasar *stockROM* tidak ikut terambil karena dapat mengakibatkan batubara terkontaminasi [10]. Kedua, *Bedding* batubara pada *stockROM* ini tidak dilakukan

pemadatan sehingga apabila alat angkut memasuki *stockROM* akan membentuk cekungan jejak roda alat angkut. Cekungan ini pada saat hujan akan terisi oleh genangan air dan area *stockROM* menjadi becek. *StockROM* yang becek membuat material mudah lengket ke roda alat angkut yang keluar masuk *stockROM*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rencana Strategis Direktorat Jendral Mineral dan Batubara 2015-2019 (2015). (<https://www.minerba.esdm.go.id/library/publish/Renstra%20DJMB%202015-2019.pdf>), diakses Agustus 2016
- [2] Baruya, P (2012). Losses In The Coal Supply Chain. *International Energi Agency (IEA) Clean Coal Centre*. ISSN : 978-92-9029-532-7
- [3] Suhendar, D. I. (2010). *Pengawasan Konservasi Mineral dan Batubara*. Laporan Penelitian, Direktorat Jenderal Mineral Batubara dan Panas Bumi Departemen ESDM. Jakarta
- [4] 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
- [5] Hartman, H.L. (1987). *Introductory Mining Engineering*. New York: John Wiley&Sons
- [6] Wood, G.H., Kehn, T.M., Carter, M.D and Culbertson, W.C. (1983). *Coal Resource Classification System of the U.S. Geological Survey*. United States: United States Government Printing Office.
- [7] Anonim. (2007). *Spesification and Aplication Handbook, 30th Edition*: Komatsu, Ltd.
- [8] Partanto ProdjoSumarto. (1995). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: ITB.
- [9] Teori Dasar Load Cell (2013). (<http://mashurielectric.blogspot.co.id/2013/02/teori-dasar-load-cell.html>), diakses Desember 2016
- [10] Hustrulid, William and Kuchta, Mark (1995). *Open Pit Mine Planning & Design Volume 1*. ISBN: 9054101814
- [11] Rotterdam, Netherlands. Mulyana Hana (2005). *Kualitas Batubara dan Stockpile Management*. Laporan Penelitian, PT Geoservices, LTD. Yogyakarta