



Kajian Teknis Produktivitas BWE 202 Pada Pengangkutan Batubara Di Stockpile In Pit TAL PT. Bukit Asam, Tbk

Risna Windiyanto^{*1}, Andy Erwin Wijaya¹, Faisol Mukarrom¹

¹ Progam Studi Teknik Pertambangan,, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

*e-mail: risnawndiyanto@gmail.com,

Info Artikel

Diserahkan:
04 Agustus 2023
Direvisi:
18 Agustus 2023
Diterima:
25 Agustus 2023
Diterbitkan:
31 Agustus 2023

Abstrak

Perusahaan PT. Bukit Asam, Tbk berfokus pada industri pertambangan batubara dan berlokasi di Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Metode yang digunakan dalam kegiatan pemuatan dan pengangkutan batubara oleh PT. Bukit Asam Tbk adalah penambangan berkelanjutan dengan *Bucket Wheel Excavator* (BWE), *Belt Wagon* (BW), dan *Belt Conveyor* (BC). Ketiga peralatan ini saling terintegrasi, sehingga apabila ada satu peralatan terdapat kerusakan, peralatan yang lain akan berhenti beroperasi (*stand by*). Berdasarkan observasi saat transfer batubara di live stockpile di pit Tambang Ar Laya (TAL), PT. Bukit Asam, Tbk, ditemukan bahwa operasi produksi tidak mencapai target yang telah ditetapkan. Masalah ini disebabkan oleh waktu tunggu akibat overload pada BWE dan kerusakan yang sering terjadi pada mesin BWE itu sendiri. Target produksi yang diinginkan oleh perusahaan adalah 615.000 Ton batubara pada Desember 2022, namun produksi aktual hanya mencapai 144.207,8 Ton. Dengan rincian rata-rata produksi BWE 202 adalah 635,60 BCM/Jam dengan rata-rata produksi 1 hari 9.613.86 Ton dengan pencapaian produktivitas 76,27%. Kondisi tersebut di pengaruhi oleh kinerja dari BWE system yang kurang maksimal dengan EU = 53,33 %, PA = 63, 05 %, UA = 81,46 %, MA BWE 202 = 82,39 %, dan MA *Belt Conveyor* = 66,11 %. Berdasarkan observasi yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa diperlukan evaluasi ulang terkait perawatan berkala dan teratur untuk Alat Tambang Utama (ATU), khususnya pada peralatan yang rentan terhadap keausan, seperti Roll Belt Conveyor, sesuai dengan rencana perawatan yang telah ditetapkan. Sering terjadinya hambatan *overload* yang terjadi di CE-31 maka perlu adanya perubahan pada Ban *Belt Conveyor* dari ban yang polos menjadi ban yang memiliki karet pencekram di CS-32 dengan tujuan agar memperlancar jalanya batubara dan mengurangi hambatan *overload*.

Kata kunci: Produksi, *Bucket Whell Excavator*, *Continuous Mining*

Abstract

PT. Bukit Asam, Tbk company focuses on the coal mining industry and is located in Tanjung Enim, South Sumatra. The method employed in the loading and transportation of coal by PT. Bukit Asam Tbk is Continuous Mining, utilizing *Bucket Wheel Excavator* (BWE), *Belt Wagon* (BW), and *Belt Conveyor*. These three tools are closely integrated, so if one experiences damage, the others will cease operation (*stand by*). Based on observations during coal transfer at the live stockpile in the Tambang Ar Laya (TAL) pit of PT. Bukit Asam, Tbk, it has been found that production operations did not achieve the set target. This issue arises due to waiting times caused by BWE overload and frequent breakdowns of the BWE machinery itself. The production target desired by the company for December 2022 was 615,000 tons of coal, yet the actual production only

reached 144,207.8 tons.. With details of the average production of BWE 202 is 635.60 BCM/hour with an average production of 1 day 9,613.86 tons with a productivity achievement of 76.27%. This condition is affected by the performance of the BWE system which is less than optimal with EU = 53.33%, PA = 63.05%, UA = 81.46%, MA BWE 202 = 82.39%, and MA Belt Conveyor = 66. 11%. From the results of observations, it can be concluded that there is a need for periodic and regular review of maintenance in accordance with the Main Mining Equipment (ATU) maintenance plan, especially for equipment that is prone to wear and tear such as Roll Belt Conveyors. Given the frequent occurrence of overload barriers that occur in CE-31, it is necessary to change the Conveyor Belt Tires from plain tires to tires that have rubber grip on CS-32 with the aim of facilitating the passage of coal and reducing overload resistance.

Keywords: Production, Bucket Wheel Excavator, Continuous Mining

1. Pendahuluan

PT. Bukit Asam, Tbk adalah perusahaan Badan Usaha Milik Negara yang beroperasi di sektor pertambangan batubara, terletak di wilayah Kabupaten Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Dalam kegiatan pertambangan batubara, PT. Bukit Asam, Tbk menggunakan dua metode penambangan: penambangan konvensional dan penambangan berkelanjutan (*Continuous Mining*). Metode penambangan konvensional menggunakan Backhoe untuk penggalian dan Truk untuk transportasi. Metode penambangan berkelanjutan melibatkan penggunaan Bucket Wheel Excavator (BWE), Belt Wagon (BW), dan Belt Conveyor, yang semuanya bekerja bersama-sama untuk melakukan penggalian, pemuatan, dan tugas transportasi. Alat-alat ini membentuk sistem terpadu dimana jika satu alat mengalami kerusakan, alat lainnya akan masuk ke dalam mode siaga. Menggunakan sistem conveyor, batubara yang telah diekskavasi akan diangkut dari area penambangan ke zona penyimpanan sementara. Proses selanjutnya melibatkan perpindahan batubara ke Stasiun Pemuatan Kereta Api (TLS), di mana batubara dimuat ke dalam gerbong kereta yang akan dikirim ke pelabuhan untuk proses ekspor ke berbagai negara melalui jalur perairan menggunakan tongkang. Selain itu, sebagian batubara juga menjalani tahap penghancuran melalui mesin penghancur, yang kemudian akan digunakan sebagai bahan bakar di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Bukit Asam. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan saat transfer batubara di gudang penimbunan langsung di dalam tambang TAL milik Bukit Asam, ditemukan bahwa aktivitas produksi operasional tidak memenuhi target yang telah ditetapkan. Hal ini terutama disebabkan oleh waktu tunggu akibat overload pada BWE di CE-31 dan kerusakan berulang pada mesin BWE itu sendiri. Kondisi ini berpotensi menyebabkan produksi batubara yang relatif minim atau terbatas. Guna mencapai target produksi yang telah ditetapkan oleh PT. Bukit Asam, diperlukan pendekatan komprehensif yang meliputi observasi, penelitian, dan evaluasi terhadap perhitungan produksi peralatan dengan mempertimbangkan parameter-parameter seperti kapasitas bucket, kecepatan rotasi roda bucket, efisiensi operasional, serta faktor koreksi untuk proses penggalian BWE. Pentingnya menjaga kondisi peralatan produksi agar tetap prima, sambil memastikan kelangsungan operasi peralatan penambangan tanpa hambatan, turut menjadi faktor krusial dalam hal ini. Karena itu, pengawasan dan perawatan terhadap BWE diperlukan untuk mencapai target produksi yang diinginkan. Proses produksi harus berjalan lancar sehingga produksi sesuai dengan rencana PT. Bukit Asam, Tbk. Target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan adalah 615.000 Ton batubara pada bulan Desember 2022. Selama penelitian yang dilakukan selama 15 hari (Senin-Jumat) mulai dari 12 Desember 2022 hingga 30 Desember 2022 di live stockpile di pit Tambang Air Laya PT. Bukit Asam, Tbk mencapai 9613,86 Ton/Hari dan diperoleh produksi aktual sebesar 144.207,8 Ton. Alat yang digunakan mampu menghasilkan produksi yang lebih tinggi dari yang telah dicapai. Kapasitas alat yang telah dirancang oleh perusahaan sebesar 1050 m³/jam, yang artinya adalah dalam 15 hari alat ini dapat menghasilkan 378.000 Ton.

2. Metode Penelitian

Data data yang digunakan dalam penelitian ini, diperoleh langsung dari lapangan, Laboratorium dan berbagai literatur serta laporan yang ada dilokasi penelitian. Adapun data yang terdiri atas.

1. Studi literature

Studi literature dilakukan dengan mencari bahan bahan pustaka yang menunjang, antara lain : Perpustakaan, penelitian yang dilakukan oleh perusahaan, jurnal ilmiah, informasi berupa sumber google atau sosial media, dan Peta peta serta tabel Instansi yang terkait dengan permasalahan

2. Penelitian di Lapangan

Observasi dan pengamatan secara langsung; Menetapkan lokasi dan batasan observasi dengan cermat bertujuan agar peneliti tetap berfokus pada isu yang relevan, dan memastikan data yang diperoleh memiliki pemanfaatan yang efisien.

3. Pengambilan Data

Data primer:

- Kecepatan Roda *Bucket (Cycle Time)*
- Faktor Isian *Bucket (Fill Factor)*.
- Waktu Hambatan
- Dimensi *Bucket*
- Dokumentasi Lapangan

Data sekunder:

- Data profil perusahaan
- Peta kesampaian daerah
- Peta Geologi Regional
- Data curah hujan
- Waktu Kerja
- Data lebar dan kecepatan *Belt Coveyor*

4. Dokumentasi

Survey data instansi mengumpulkan data yang berasal dari catatan atau arsip yang dimiliki oleh perusahaan. Pengumpulan data dari instansi atau perusahaan terkait dengan hasilnya atau berupa data angka atau peta mengenai daerah penelitian. Seperti, peta topografi, keadaan geologi umum daerah penelitian, serta data pendukung lainnya yang mendukung penelitian ini.

5. Pengolahan dan Analisis Data

Hasil dari pengolahan data akan di gunakan sebagai kesimpulan sementara. Selanjutnya kesimpulan sementara ini akan di olah lebih lanjut dalam bagian pembahasan.

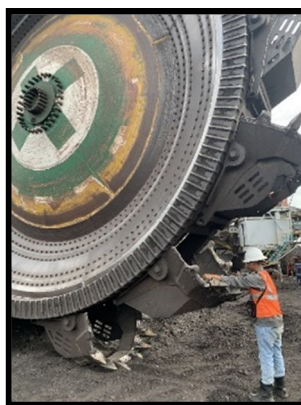
6. Kesimpulan

Kesimpulan diperoleh setelah di lakukannya kolerasi antara hasil pengamatan dilapangan, pengolahan data dan analisis permasalahan yang di teliti

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Kapasitas *Bucket*

Kapasitas *bucket* berdasarkan perhitungan di dapatkan sebesar $0,768 \text{ m}^3$ kapsitas tersebut di dapatkan dengan cara mengukur panjang lebar serta tinggi dari *bucket*. Sedangkan secara teoritis kapasitas *bucket* adalah sebesar 0.8 m^3 .



Gambar 1. Pengukuran Dimensi *Bucket* BWE

Sehingga volume *bucket* yang di dapatkan berdasarkan pengukuran di lapangan adalah sebesar:
 $V = 1,6 \times 0,8 \times 0,6 = 0,768 \text{ m}^3$

3.2 Faktor Pengisian (*FF*)

Pada faktor pengisian ini di dapatkan dengan cara melihat indikator pada BWE dengan menggunakan *range* sudut untuk selanjutnya di rata-rata, dari 25 data berdasarkan hasil pengamatan di lakukan maka di dapatkan hasil sebesar: 58.8%

Table 3.1 Faktor Isian *Bucket*

Bucket Scale BWE 202						Rata -Rata
SUDUT	FAKTOR ISIAN %					
55	45	55	47	45	50	58.8%
	52	60	55	50	60	
70	70	70	65	70	70	
	65	65	70	65	65	
90	50	55	60	57	57	
	60	60	50	45	55	

3.3 Pengukuran Kecepatan Putaran Roda pada *Bucket*

Dari pengamatan rotasi putaran, ditemukan bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh roda untuk satu putaran adalah 10,52 detik, berdasarkan 100 data yang telah diambil. Dengan demikian, dalam interval satu menit, peralatan mampu melakukan 79 tumpahan material. Untuk menghitung jumlah tumpahan dalam satu menit, dapat dilakukan dengan cara:

$$\begin{aligned}
 n \text{ Curahan} &= \frac{60}{10,52} \times 14 \text{ Bucket} \\
 &= 79 \text{ tumpahan}
 \end{aligned}$$

3.4 Faktor Pengembang Material (*Swell Factor*)

Melalui pengujian karakteristik fisik material, PT. Bukit Asam, Tbk, khususnya unit OPB 1, menghasilkan nilai densitas batubara dalam kondisi longgar sebesar 0,84 ton/m³, sementara densitas dalam kondisi padat adalah 1,26 ton/m³. Dengan demikian, diperoleh faktor pengembangan (*Swell Factor*, SF) sebesar 67% atau 0,67.

3.5 Waktu Hambatan

A. Hambatan yang Dapat Dihindari (*Wd*)

Hambatan yang dapat di hindari merupakan hambatan yang terjadi karena adanya penyimpangan terhadap waktu kerja yang telah di jadwalkan, berikut adalah waktu-waktu hambatan yang dapat di hindari:

1. Perbedaan Kualitas Galian Batubara

Adalah waktu yang hilang dan di gunakan untuk melakukan pembersihan kepada alat guna menjaga kualitas dari batubara, seperti terlalu lama melakukan pembersihan yang di akibatkan karena beberapa faktor.



Gambar 2. Pembersihan Alat Mekanis

B. Hambatan yang Tidak Dapat Dihindari (Wtd)

Hambatan yang tidak dapat di hindari adalah hambatan yang dapat mengurangi waktu kerja produktif,dan termasuk kedalam hambatan. Berikut contoh dari waktu hambatan yang tidak dapat di hindari:

1. Masalah Teknis atau Hambatan pada alat

Waktu yang hilang karena adanya gangguan-gangguan tak terduga yang terjadi pada alat,baik pada komponen, rangkaian ataupun pada Alat Tambang Utama (ATU) itu sendiri, pengaturan posisi alat, arus listrik mati, terjadi halangan di jalur karena *over load*, dan lain sebagainya.



Gambar 3. Pengantian sabuk ban *Belt Conveyor*

2. Kondisi Alam

Adalah waktu kerja yang hilang akibat adanya gangguan yang di sebabkan oleh lingkungan. Misalkan landasan atau planum tidak rata, terjadi hujan, dan terjadi genangan air di sekitar landasan atau planum sehingga perlu di lakukan pembersihan genangan tersebut.



Gambar 4. Amblas di area landasan BWE

Dari hasil pengamatan diperoleh waktu hambatan hasil penelitian yang telah di lakukan terhitung mulai Senin - Jumat tanggal 19 Desember 2022 sampai dengan 30 Desember 2022 adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Total Hambatan

Waktu Hambatan			
Keterangan	Waktu OP	Hambatan	<i>Standby</i>
Jumlah /Menit	10029	6984	1887
Jumlah / Jam	167.15	116.40	31.45

3.6 Efisiensi Kerja

Menganalisis efektivitas kinerja BWE 202, dengan memperhitungkan waktu terhambat dan waktu siaga selama proses penggalian, menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 3. Waktu Kerja Efektif

Waktu OP /Jam			Rata-rata OP/Shift
Shift 1	Shift 2	Shift 3	
4.97	2.65	5.07	3.71
3.67	3.08	5.03	
4.28	2.13	3.82	
5.37	2.98	2.37	
4.63	4.35	3.75	
0.00	3.75	3.98	
4.48	4.30	4.18	
3.07	3.43	1.92	
3.98	3.62	4.23	
4.85	3.35	2.40	
4.45	3.72	2.58	
4.15	3.27	4.42	
5.37	3.65	3.13	
3.97	2.77	3.15	
5.35	3.30	4.18	

Dari hasil pengamatan di lapangan di dapatkan waktu kerja efektif dari BWE 202 beroperasi adalah 3,71 jam, sehingga di peroleh hasil efisiensi kerja sebesar 53,33% atau 0,53 dapat di lihat pada perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Kerja} &= \frac{\text{Waktu Operasi}}{\text{Waktu Tersedia}} \times 100 \\
 &= \frac{3,71}{7} \times 100 \\
 &= 53,33 \%
 \end{aligned}$$

3.7 Faktor Koreksi Ketinggian

Faktor koreksi ketinggian merupakan salah satu parameter yang dipakai untuk menilai volume material di dalam bucket berdasarkan kedalaman penggalian yang dilakukan oleh alat bucket wheel excavator. Berdasarkan pengamatan, rata-rata kedalaman galian yang dicapai oleh BWE adalah 5,1 m, dengan tinggi penggalian maksimum mencapai 12 m. Perhitungan faktor koreksi ketinggian untuk bucket wheel excavator dihitung dengan metode tabulasi, seperti yang terlihat dalam Tabel 4 di bawah ini, sehingga didapatkan nilai FK sebagai berikut:

Tabel 4. Pengaruh Kedalaman Penggalian dan Sudut Putar

<u>Kedalaman Penggalian</u> Optimum(%)	<u>Sudut Putar (derajat)</u>						
	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
40	0.93	0.89	0.85	0.8	0.72	0.65	0.59
60	1.1	1.03	0.96	0.91	0.81	0.73	0.66
80	1.22	1.12	1.04	0.98	0.86	0.77	0.96
100	1.26	1.16	1.07	1	0.88	0.79	0.71
120	1.2	1.11	1.03	0.97	0.86	0.77	0.7
140	1.12	1.04	0.97	0.91	0.81	0.73	0.66
160	1.03	0.96	0.9	0.85	0.75	0.67	0.62

Sumber: Pemindahan Tanah Mekanis (Partanto, 1993)

$$\text{Persen ketinggian} = \frac{\text{Ketinggian Penggalian (m)}}{\text{Tinggi Maksimal Penggalian (m)}} \times 100\%$$

$$\text{Persen ketinggian} = \frac{5,1}{12 \text{ m}} \times 100\%$$

$$= 45,71 \% = 46\%$$

Sehingga di dapat FK :

$$\begin{aligned} FK &= 0.8 + \left(\frac{46 - 40}{60 - 40} \right) \times (0.91 - 0.80) \\ &= 0,831 \end{aligned}$$

3.8 Produktivitas BWE

Berdasarkan data yang telah dihimpun maka dilakukan perhitungan produksi alat pada penelitian yang telah di lakukan selama 15 hari (Senin-Jum'at) terhitung mulai dari 12 Desember 2022 sampai dengan 30 Desember 2022 dengan rata-rata waktu operasi BWE 202 1 shift sebesar 3,71 jam = 4 jam, sehingga dalam 1 hari rata-rata BWE beroperasi = 12 jam, maka di dapat persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P &= 60 \times H \times n \times FF \times SF \times Ek \times Fk \\ &= 60 \times 0,768 \times 79 \times 0,588 \times 0,67 \times 0,53 \times 0,831 \\ &= 635.60 \text{ BCM/jam} \times \text{Density BB (1,26)} \\ &= 800,85 \text{ Ton/jam} \times \text{Rata-rata Waktu OP 1 hari (12)} \\ &= 9.613.86 \text{ Ton/ hari} \times 15 \\ &= 144.207,8 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Sedangkan Produktivitas dari *Bucket Whell Excavator* di dapat dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Pencapaian Produktivitas} &= \frac{\text{Produksi Aktual}}{\text{Target Produksi}} \times 100\% \\ &= \frac{800,85 \text{ Ton}}{1050 \text{ Ton}} \times 100\% \\ &= 76,27\% \end{aligned}$$

Besar produksi aktual pemuatan dan pengangkutan batubara pada penelitian yang telah di lakukan selama 15 hari (Senin-Jum'at) terhitung mulai dari 12 Desember 2022 sampai dengan 30 Desember 2022 di *live stockpile in pit* Tambang Air Laya PT. Bukit Asam, Tbk adalah 144.207,8 Ton dengan pencapaian produktivitas sebesar 76,27%. Dari hasil pengamatan di lapangan di dapatakan faktor-faktor yang menjadi penyebab utama tidak tercapainya target produksi di sebabkan oleh banyaknya waktu tunggu atau *standby* dan waktu yang terbuang ketika alat tersebut di perbaiki dan banyaknya waktu terbuang akibat *overload* di CS-32. Dengan rincian kinerja dari BWE System 202 adalah sebagai berikut:

- Kinerja dari BWE 202 pada pemuatan dan pengangkutan batubara di *live stockpile in Pit* Tambang Air Laya di lihat dari jam jalan (operasi) serta jam *standby* dan jam halangan jalur/mekanik, dapat di lihat sebagai berikut :

$$\text{MA (kesediaan mekanik)} = 82,39 \% , \text{PA (kesediaan fisik)} = 63,05 \%$$

$$\text{UA (pemakaian kesediaan)} = 81,4 \% , \text{EU (efisiensi kerja)} = 53,33 \%$$

- Kinerja *belt conveyor* dari jam yang tersedia, jam jalan, jam *standby* dan jam perbaikan adalah:
MA (kesediaan mekanik) = 66,11 %

Berdasarkan hasil perhitungan indikator produktivitas alat berat, ditemukan tingkat efisiensi kerja (EU) yang relatif rendah. Oleh karena itu, langkah yang paling tepat untuk mencapai target produksi penggalian batubara *live stockpile* di Pit Tambang Air Laya PT. Bukit Asam Tbk adalah dengan mengurangi atau mengoptimalkan waktu siaga yang digunakan selama perbaikan alat. Hal ini penting karena banyak waktu yang terbuang saat alat-alat mengalami perbaikan. Langkah-langkah perbaikan perlu dilakukan pada Alat Tambang Utama (ATU) dan pada *belt conveyor*, mengingat banyaknya waktu yang terbuang karena penumpukan material (*overload*) di CS-32.

4. Kesimpulan

Faktor-faktor yang menjadi penyebab utama tidak tercapainya target produksi di sebabkan oleh banyaknya waktu tunggu atau *standby* dan waktu yang terbuang ketika alat tersebut di perbaiki dan banyaknya waktu terbuang akibat *overload* di CS-32. Kinerja dari BWE Sistem 202 dinilai melalui total jam operasional, jam siaga, dan jam terhambat akibat masalah jalur/mekanik, dengan persentase

MA (Ketersediaan Mekanik) sebesar 82,39%, PA (Ketersediaan Fisik) sebesar 63,05%, dan UA (Utilisasi Ketersediaan) sebesar 81,46%. Selain itu, nilai EU (Efisiensi Kerja) adalah 53,33%. Evaluasi kinerja belt conveyor melibatkan analisis jam tersedia, jam operasional, jam siaga, dan jam perbaikan, dengan MA (Ketersediaan Mekanik) sebesar 66,11%. Upaya mengurangi atau mengoptimalkan waktu siaga yang digunakan selama perbaikan alat menjadi langkah penting, termasuk dengan melakukan perbaikan pada Alat Tambang Utama (ATU) dan belt conveyor di CS-32.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada PT. Bukit Asam Tbk khususnya rekan-rekan mentor di satuan kerja Operasi Penanganan Angkutan Batubara 1 (OPB 1) yang telah memberikan ilmu dan dukungan dalam proses penelitian, serta tim dosen Program Studi Teknik Pertambangan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta yang telah membimbing dalam pengerjaan skripsi ini hingga selesai

Daftar Pustaka

- [1] Anonim., 1984, “Manajemen Alat-Alat Besar”, PT United Tractors
- [2] Ardeva, M. H. 2020. Optimalisasi Produktivitas Bucket Wheel Excavator (BWE-203) Terhadap Rencana dan Realisasi untuk Mencapai Target Produksi Pemindahan Batubara di Pit Muara Tiga Besar Utara (MTBU) Blok Barat (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Padang).
- [3] Bakosurtanal., 2003, “Peta Administrasi Sumatera Selatan”., Jakarta
- [4] Cobrie, T., Purnomo, J., 1986, “Geologi Lembar Lahat”, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung
- [5] Jasmiadi., 2009, “Upaya Perbaikan Efisiensi Kerja Kegiatan Pemuatan Dan Pengangkutan Overburden Pada Kegiatan Penambangan Batubara di PT Nusa Alam Lestari Site Sapan Dalam Kecamatan Talawi Kota Sawah Lunto Provinsi Sumatera Barat”, Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung, Bandung
- [6] Kholil, A., 2012, “Alat Berat”, PT Remaja Rosda Karya, Bandung
- [7] Lubis, M. F. (2018). Optimalisasi efisiensi kerja bucket wheel excavator (BWE) terhadap produksi batubara pada tambang batubara Muara Tiga Batu Besar di PT. Bukit Asam (persero), Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan. SKRIPSI-2018.
- [8] Nani, Y., 2011, " BWE Teknologi Penambangan Continuous Mining", Tanjung Enim, Sumatera Selatan.
- [9] Prodjosumarto, P., Zaenal., 2000 “Tambang Terbuka (Surface Mining)”, Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [10] Prodjosumarto, P., 1993 “Pemindahan Tanah Mekanis”, Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung, Bandung
- [11] Prodjosumarto, P. 1996. Pemindahan Tanah Mekanis. Bandung : Jurusan Teknik Pertambangan, ITB.
- [12] Pramono, T. P. (2016). Analisis Kinerja Penggalian Bucket Wheel Excavator (BWE) Dalam Upaya Mencapai Target Produksi Over Burden di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTE) Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan.
- [13] Sari F., 2008 “ BAB III Gambaran Umum Pertambangan Batubara Di Indonesia”
- [14] Verdyan, D. 2013. Kajian Teknis Produktivitas Bucket Wheel Excavator Terhadap Sasaran Produksi Pada Penggalian Batubara Dan Tanah Penutup Di Pit Muara Tiga Besar Utara Pt. Bukit Asam Tanjung Enim Sumatera Selatan (Doctoral Dissertation, Upn" Veteran" Yogyakarta).
- [15] Widodo, S., 1995, “Penyesuaian Ketebalan Gali dan Kecepatan Ayun Lengan
- [16] *Bucket Wheel Excavator* di Tambang Air Laya Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPT) PT Tambang Batubara Bukit Asam (PERSERO)”, Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional “VETERAN” , Yogyakarta