



ANALISIS PRODUKTIVITAS EXCAVATOR KOMATSU PC 2000 PADA OVERBURDER REMOVAL DI PT. JHONLIN BARATAMA

ANALISYS PRODUCTIVITY OF EXCAVATOR KOMATSU PC 2000 ON OVERBURDER REMOVAL PT. JHONLIN BARATAMA

I Wayan Wawan Mariki¹⁾, Duan Arpilanoor²⁾, dan Hedayanti³⁾

^{1,2,3}Politeknik Batulicin, Tanah Bumbu, Indonesia

email: wawanriki44@mail.com¹⁾, duanarpilanoor@gmail.com²⁾, hedayanti@gmail.com³⁾

Received:
08 November
2021

Accepted:
23 November
2021

Published:
24 November
2021

© 2021 SJME
Kinematika All
Rights Reserved.

Abstrak

Dalam kegiatan pertambangan terdapat kegiatan salah satu overburden yang terdapat beberapa alat berat yang berkerja di PT. Jhonlin Baratama dalam pengalihan dan memuat dengan digunakan excavator PC 2000 untuk proses produktivitas perusahaan sebesar 865 BCM/jam. Dalam penelitian bertujuan untuk mengetahui data *cycle time* alat gali dalam produktivitas excavator PC 2000 dengan menggunakan metode perhitungan *match factor*. Hasil dari perhitungan total rata – rata *cycle time* excavator PC 2000 sebesar 30.33 detik, dengan kapasitas Bucket 12 BCM, *Fill factor* 0.9 %, Swell Factor 0.8 dengan efisiensi kerja 0.79 %, sedangkan total rata – rata alat angkut HDK Komatsu 785 sebesar 10.61 detik dan HDK Komatsu 465 sebesar 9.99 menit, Dari perhitungan produktivitas excavator PC 2000 sebesar 810 BCM/jam sehingga untuk terget produksi belum tercapai dengan maksimal karena dalam pengolahan *match factor* sebesar 0.74

Kata Kunci: siklus, produktivitas, *match factor*, *swell factor*

Abstract

In mining activities, one of the overburden activities is heavy equipment working at PT. Jhonlin Baratama in digging and loading using a PC 2000 excavator for the productivity process. With the company's production target of 865 BCM/hour. This research aims to determine the data of the cycle time in the excavator productivity of the excavator PC 2000 by using the calculation method match factor. The results of the calculation of the total average cycle time of the excavator is PC 2000 30.33 seconds, with a Bucket capacity of 12 BCM, Fill factor 0.9%, Swell Factor 0.8 with efficiency work 0.79%, while the total average HDK conveyance is Komatsu 785 10.61 seconds and HDK Komatsu 465 is 9.99 minutes, from the calculation of the productivity of the excavator PC 2000 of 810 BCM/hour so that the production target has not been achieved optimally because in processing the match factor is 0.74.

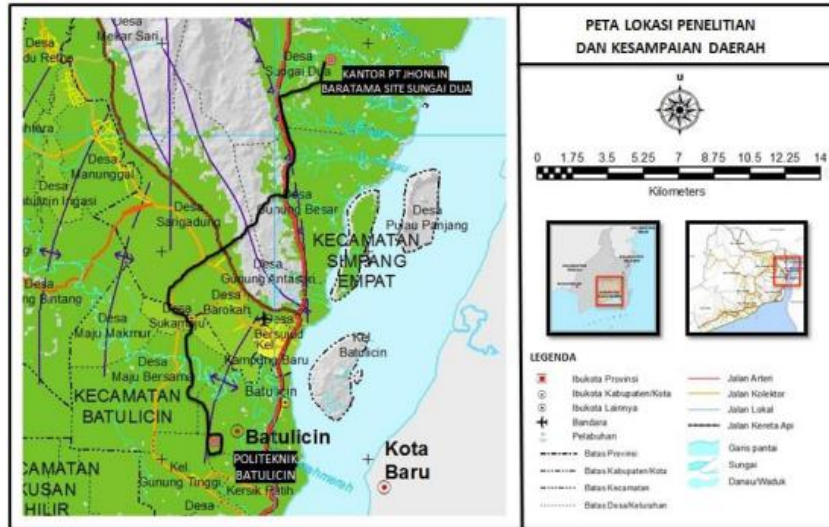
Keywords: cycle time, produktivity, *match factor*, *swell factor*

DOI: 10.20527/sjmekinematika.v6i2.194

How to cite: Mariki, I W.W., Arpilanoor, D., & Hedayanti, “Analisis Produktivitas Excavator Komatsu Pc 2000 Pada Overburder Removal Di PT. Jhonlin Baratama”. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 6(2), 107-118, 2021.

PENDAHULUAN

PT. Jhonlin Baratama Batulicin Coal Project Site Sungai Dua Kabupaten Tanah Bumbu berlokasi di Jl. Raya Serongga Desa Sungai Dua RT 18, Kecamatan Simpang Empat Kabupaten Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan, salah satu perusahaan penghasil dan pengeksport batubara di Kalimantan Selatan Kabupaten Tanah Bumbu, batas wilayah PT Jhonlin Baratama site Sungai Dua, merupakan perusahaan swasta yang bergerak di bidang jasa kontraktor pertambangan yang berada di wilayah Kalimantan Selatan dengan target produksi 865 *Bank Cubic Meter* (BCM) [1]. Pada suatu pertambangan merupakan aspek penting yang harus diperhatikan dalam Proses produksi hasil pertambangan, dalam memindahkan material maupun mengali material blasing, yang mengurangi waktu untuk melakukan pemuatan loading yang efektif [2].



Gambar 1. Peta Administrasi Kabupaten Tanah Bumbu

Usaha yang berkaitan dengan bahan galian, yang meliputi menggali bahan tambang kemudian memuatnya ke atas alat angkut untuk dibawa atau diangkut keluar areal tambang. Kegiatan overburder removal merupakan lapisan tanah yang berada di atas seperti semak belukar dan tanah pucuk yang menutupi bahan galian itu di bersikan agar dapat mengambil bahan galian tersebut dengan mengukan alat berat [3].



Gambar 2. Tahapan Overburder Removal

Beberapa unit alat berat yang ada di PT. Jhonlin Baratama Batulicin Coal Project Site Sungai Dua Kabupaten Tanah Bumbu dapat dilihat dalam tabel 1.

Tabel 1. Alat berat dan spesifikasinya

No.	Unit	Spesifikasi
1.	Exacavator Komatsu PC 2000 	Engine Exacavator Komatsu PC 2000 Engine Model Komatsu SAA12V140E-3 Horsepower, Gross - SAE J1995 (kW) 728 Horsepower, Net - ISO 9249 (kW) 713 Horsepower, Net - SAE J1349 (kW) 713 Rated RPM 1800 Fan drive method Hydraulic Displacement (litre) 30.48 Number of cylinders 12 Related information Weights Operating weight - total (kg) 200000 Bucket weight – KGA GP (kg), Quick hitch weight – KGA (kg), Operation/Applications Boom size (m) & type . Arm size (m) & type . Bucket size – KGA standard GP (m3) 12 Arm crowd force – ISO (kgf) 58500 Bucket crowd force – ISO (kgf) 63800 Digging depth – maximum (mm) 9235 Digging reach – maximum (mm) . Maximum reach @ ground level (mm) 15305 Swing radius (mm) 5980 Related information . Riveline And Swing Drawbar pull, maximum (kg) . Gradeability (%) 65 Travel speeds (km/h) 2.7 Swing radius (mm) 5980 Related information . Undercarriage Shoe size & type 810 Related information . Hydraulic System Type HydrauMind Selectable work modes Economy sub-mode selections Main pump type Variable displacement piston type Maximum flow rate (ltr/min) 2317 Dimensions (transport position) Length, overall (mm) 17030 Track length on ground (mm) 5780 Track gauge (mm) Overall track width (mm) 7490 Overall height (mm) 7135 Ground clearance (mm) 825 Related information Service information Fuel tank (litre) 3400 Communication systems Internal maintenance monitoring . KOMTRAX Satellite tracking . Hourly fuel usage .
2.	Dump Truck HDK	ENGINE Model : Komatsu SAA12V140E-3 Type : Water-cooled, 4-cycle Aspiration : Turbo-charged, after-cooled Boore x Stroke : 140 mm x 165 mm Piston displacement : 30,48 ltr Horsepower SAE J1995 : Gross 895 kW /

		1,200 HP ISO 9249 / SAE J1349 : Net 879 Kw / 1,178 HP Rated rpm : 1,900 rpm Fan drive type : Mechanical Fuel system : Derect injection TRANSMISSION Torque converter : 3-elements, 1-stage, 2-phase Transmission : Full-automatic Speed range : 7 speeds forward and 2 reverse Maximum travel speed : 65 km/h BODY Capacity : Struck : 40 m³ Heaped (2:1, SAE) : 60 m³ Payload : 91.0 metric tons Material : 400 Brinell hardess high tensile Material thickness, Bottom : 19 mm Front : 12 mm Sides : 9 mm Target area (inside length x width) : 7065 mm x 5200 mm Dumping angle : 480 Height at full dump : 10080 mm WEIGHT Empty weight : 72000 kg Max. gross vehicle weight : 166000 kg Weight distribution : Empty front axle : 47 % Empty rear axle : 53 % Loader front axle : 31,5 % Loader front axle : 68,5 % SERVICE REFILL CAPACITIES Fuel tank : 1308 ltr Engine oil : 129 ltr Torque convert, transmission and retarer cooling : 205 ltr Differentials : 137 ltr Final drives (total) : 128 ltr Hydraulic system : 178 ltr Brake control : 36 ltr Suspension (total) : 93 ltr
--	---	---

Secara umum pengertian produksi adalah suatu kegiatan untuk menciptakan menghasilkan atau menambah nilai guna terhadap suatu perusahaan untuk memenuhi kebutuhan. Produksi dapat digunakan unit alat berat untuk mengali dan memindah suatu material batubara, fungsi material batubara menunjukkan output atau jumlah hasil produksi maksimum yang dapat dihasilkan per satuan waktu dengan menggunakan berbagai kombinasi alat yang digunakan untuk berproduksi [4].

Alat yang digunakan dalam proses pengerjaan gali muat kedalam alat angkut menggunakan alat Excavator PC 200, gerakan alat gali muat untuk waktu edar (*cycle time*) dibutuhkan waktu untuk menyelesaikan pengalian material dengan satu siklus kerja [9] meliputi :

1. Waktu gali bucket (*load bucket*, menurunkan bucket untuk mengali material.
2. Waktu mengayun muat (*swing load*), mengerjakan memutar yang berisi material yang dipindahkan ke *dump truck*.
3. Waktu penumpahan material (*dump bucket*) ke dalam dump truck.
4. Waktu mengayun kosong (*swing empaty*) mengerjakan bucket ke area material dan mengisi kemabali bucket [5].



Gambar 3. Proses Pemindahan Material

Alat yang digunakan dalam mengangkut material dari *loading point* ke *dumpling point* yang membutuhkan waktu untuk penyelesaian dalam proses produksi yang meliputi :

1. Waktu muat (*loading time*), mengisi penuh pada alat angkut.
2. Waktu mengangkut muatan (*hauling tim*) mengangkut material dari *loading point* ke *dumping point*.
3. Waktu mengarahkan (*maneuver time*) mengarahkan material ke posisi di daerah *dumping point*.
4. Waktu menumpahkan (*dumping time*) untuk menumpahkan material ke *dumping point*.
5. Waktu kembali (*returning time*) waktu untuk kembali dari *dumping point* ke *loading point*.
6. Waktu mengarahkan (*manuver time*) waktu yang diperlukan untuk mengarahkan posisi di daerah *loading point* [6].



Gambar 4. Proses Mengangkut Material

Factor – factor yang mempengaruhi produktivas alat galian, tahan galian (*digging resistance*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude or elevation*) *skill Operator*, factor pengembangan (*swell factor*) berat material (*weight of material*) [7]. Factor ini yang sangat mempengaruhi dalam produksi yang dilakukan oleh pihak perusahaan.

1. Sifat Fisik Material

Kemampuan alat gali-muat untuk bekerja, baik itu alat angkut maupun alat muat sangat dipengaruhi oleh sifat fisik material yaitu faktor pengembangan (*Swell Factor*). dari suatu material merupakan penambahan volume material dari keadaan semula (*insitu, bak, padatan*) yang terkonsolidasi sebagai akibat adanya penggalian [8] [9].

$$SF = \frac{V_{insitu}}{V_{lose}} \times 100 \% \quad (1)$$

2. Faktor Pengisian

Pengisian (*Fill Factor*) dari bucket alat muat (V_r), dapat dilakukan dengan melihat dengan cara pengamatan dan perbandingan langsung pada saat pemuatan, dimana terlihat adanya variasi pengisian pada bucket Standar (V_s).

$$FF = \frac{V_r}{V_s} \times 100 \% \quad (2)$$

3. Efisiensi Kerja

Perbandingan terbaik antara suatu kerja dengan hasil yang dicapai oleh kerja itu Untuk memperoleh produksi aktual angka, menentukan efisiensi (EK) yang sesuai dengan kondisi operasional *Cyle time* gali muat (CT) dan waktu delay alat gali muat (WT). Tolak ukur efisiensi kerja seperti yang terlihat dalam tabel 2.

$$Ek = \frac{CT}{CT+WT} \times 100 \% \quad (3)$$

Tabel 2. Efisiensi kerja

<i>Operating Condotoin</i>	<i>Job Efficiency</i>
Good	0.83
Average	0.75
Rather Poor	0.67
Poor	0.58

4. Produktivitas Alat Gali Muat

Besar kecilnya waktu edar yang dibutuhkan produksi suatu alat muat, tergantung kondisi dan kapasitas bucket alat muat tersebut, keadaan material, digunakan untuk menggali dan memuat overburden adalah Excavator Komatsu PC 2000 [10].

$$Pm = \frac{3600 \cdot KB \cdot FF \cdot Ek \cdot SF}{CTm} \quad (4)$$

Dimana :

Pm : Produksi alat gali muat (BCM/jam)

KB : Kapasitas bucket alat muat (M^3)

FF : *Fill Factor* (%)

Ek : Efisiensi kerja alat muat (%)

SF : *Swell factor* (%)

CTm : *Cycle time* alat muat (detik)

5. Keserasian Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut (*Match Factor*)

Suatu penyesuaian kerja alat mekanis yang berlainan jenis tetapi alat tersebut bekerja dalam satu sistem kerja. Untuk menghitung penyesuaian kerja antara alat gali muat dan alat angkut dapat ditentukan

$$MF = \frac{nA \cdot Cm}{nM \cdot Ca} \quad (5)$$

Dimana :

MF : Faktor kesepadanan kerja dan kombinasi alat

nA : Jumlah alat angkut

nM : Jumlah alat gali-muat

Cm : *Cycle time* alat gali muat

Ca : *Cycle time* alat angkut

Faktor keserasian kerja :

$MF = 1$, terjadi keserasian kerja $MF < 1$, berarti alat angkut bekerja 100% dan alat muat bekerja kurang dari 100%, hal ini disebabkan karena produksi alat muat lebih besar daripada produksi alat angkut. Dalam hal tersebut maka terjadi kondisi alat angkut sibuk melakukan pemuatan sedangkan alat muat lebih banyak menunggu.

$MF > 1$, berarti alat muat bekerja 100% sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100%, hal ini disebabkan karena produksi alat angkut lebih besar daripada produksi alat muat [1]. Dalam hal tersebut maka terjadi kondisi alat muat sibuk melakukan pemuatan sedangkan alat angkut lebih banyak menunggu.

METODE PENELITIAN

Pengambilan data dilakukan observasi langsung dilakukan di PT. Jhonlin Baratama Adapun data yang diambil langsung oleh Penulis tersebut yaitu data *cycle time* alat gali muat Excavator Komatsu PC 2000 dan *cycle time* alat angkut HD Komatsu 465 dan HD Komatsu 785. Untuk data *fill factor* dan *swell factor* diperoleh langsung dari ketetapan perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penulis hanya mengamati proses kegiatan *overburden removal* dalam proses pencapaian hasil produksi untuk mendapatkan data penelitian. PT. Jhonlin Baratama menggunakan alat gali muat Excavator PC 2000 dengan nomor lambung EXK 017 dan dua type alat angkut yaitu Highway Dump Truck HDK 785 sebanyak 2 unit dan Highway Dump Truck HDK 465 sebanyak 3 unit. Hasil pengamatan terlihat dalam tabel 3 – tabel 5.

1. Cycle Time Alat Gali Muat Excavator PC 2000 EXK 017

Tabel 3. Data rata – rata dalam *cycle time*

Digging time (second)	Swing Load Time (second)	Dumping Time (second)	Swing Empty (second)	Delay Time (second)	Cycle Time (second)
11.84	7.22	4.85	6.41	7.88	30.33

2. Cycle Time Alat Angkut Muat Dump Truck HDK 785

Tabel 4. Data rata – rata dalam *cycle time*

Loading time (second)	Hauling Time (second)	Manuver Dumping (second)	Dumping (second)	Hauling Empty (second)	Manuver Loading Point (second)
98.28	231.34	27.86	30.66	219.56	28.92
Delay (second)		Cycle Time (second)		Cycle Minute	
27.92		636.61		10.61	

3. Cycle Time Alat Angkut Muat Dump Truck HDK 465

Tabel 5. Data rata – rata dalam cycle time

Loading time (second)	Hauling Time (second)	Manuver Dumping (second)	Dumping (second)	Hauling Empty (second)	Manuver Loading Point (second)
52.61	237.67	21.03	20.05	241.84	26.36
Delay (second)		Cycle Time (second)		Cycle Minute	
67.38		599.55		9.03	

4. Effisiensi Kerja Alat Gali Muat Excavator PC 2000 EXK 017

Data pendukung rata – rata cycle time Excavator PC 2000 perjam, dalam proses produksi seperti kapasitas bucket, fill factor, dan swell factor. Yang diperoleh dari PT. Jhonlin Baratama untuk melakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan 4 dan 5.

Tabel 6. Data rata – rata dalam cycle time

Rata- rata Cycle Time	Rata - rata Delay Time	Effisiensi Kerja
30.33	7.88	79 %

Adapun data-data yang diperoleh hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan (5) adalah sebagai berikut.

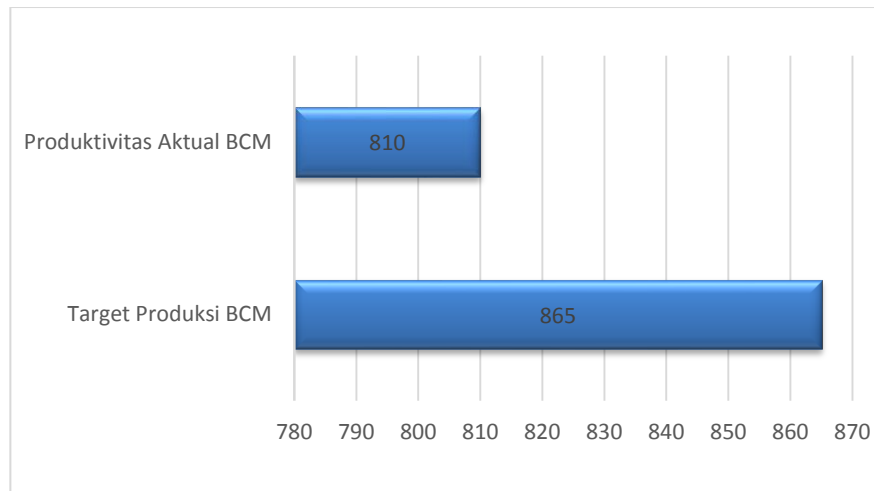
Kapasitas bucket	= 12 BCM (Bank Cubic Meter)
Fill factor	= 90 % = 0.9
Effisiensi Kerja	= 79 % = 0,79
Swell factor	= 0.8
Cycle time	= 30.33 second

5. Produktivitas Excavator PC 2000 EXK 017

Adapun data-data yang diperoleh hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan (4) adalah sebagai berikut

Tabel 7. Data rata – rata dalam Produktivitas PC 2000 EXK 017

Cycle Time (Second)	Kapasitas Bucket (BCM)	Fill Factor	Effisiensi Kerja	Swell Factor	Produktivitas Excavator PC 2000 EXK 017
30.33	12	0.9	0.79	0.8	810



Gambar 5. Grafik Perbandingan Target Produksi

Produktivitas alat gali muat *Excavator Komatsu PC 2000* mampu menghasilkan sebesar 810 *BMC*, sedangkan target produksi dari PT. Jhonlin Baratama sebesar 865 *BMC* sehingga target yang sudah ditentukan oleh perusahaan belum tercapai dengan maksimal.

Keserasian Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut (*Match Factor*)

Match factor keserasian alat mekanis antara alat gali muat dan alat angkut yang dibutuhkan dalam satu *fleet* untuk mencapai target produksi menggunakan unit muat *Excavator PC 2000* dengan 5 unit alat angkut terdiri dari 2 unit HDK 785 dan 3 unit HDK 465 dapat dilihat pada tabel.

Dari hasil pengolahan data pada tabel 8 yang di dapat dari *cycle time* unit dengan alat angkut dalam satu *fleet*, dapat dilihat pada grafik menunjukkan dari banyaknya unit terdapat pada unit HDK 465 sebanyak 3 buah dibandingkan dengan HDK 785 sebanyak 2 memiliki waktu paling cepat dalam pengangkutan material sebesar 1773.22 *second*

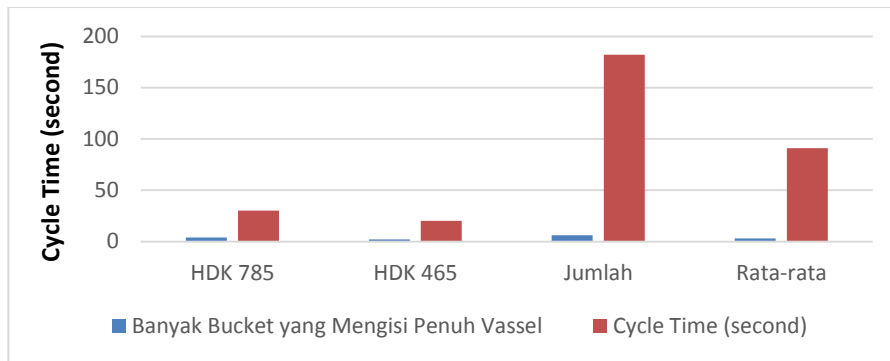
Tabel 8. Total *cycle time* unit alat angkut dalam satu *fleet*

Type Unit	Jumlah Alat (Unit)	Cycle Time (Second)	Total Time (Second)
HDK 785	2	636.61	1273.22
HDK 465	3	599.56	1798.68
Total	5	1236.17	
Rata-rata		614.38	

Dari hasil pengolahan data pada tabel 9 yang di dapat dari *cycle time Bucket* untuk mengisi *vessel* unit dengan alat angkut dalam satu *fleet*, dapat dilihat pada grafik menunjukkan dari banyaknya unit terdapat pada unit HDK 465 sebanyak 2 dibandingkan dengan HDK 785 sebanyak 4 dengan waktu paling kenci sebesar 20.12 *second*

Tabel 9. Total *cycle time bucket* alat angkut dalam satu *fleet*

Type Alat Angkut	Banyak Bucket yang Mengisi Penuh Vassel	Cycle Time (second)
HDK 785	4	30.33
HDK 465	2	20.13
Jumlah	6	181.96
Rata-rata	3	90.98

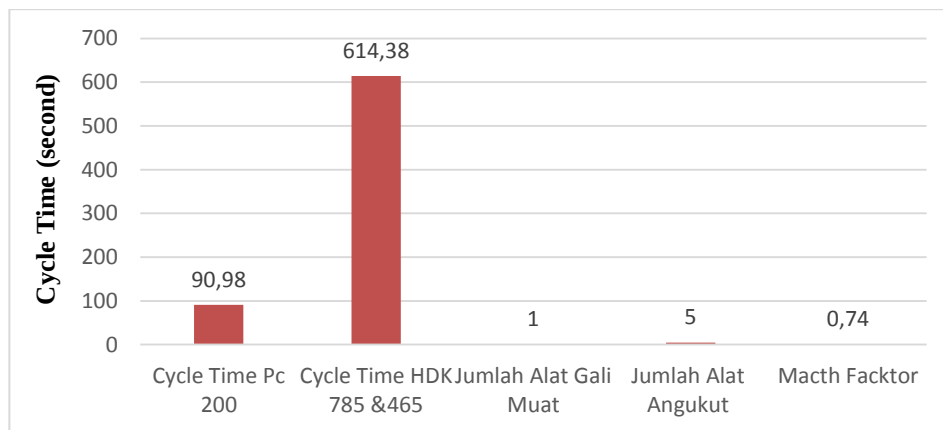


Gambar 6. Grafik *Cycle Time Bucket* Dalam Satu Fleet

Dari hasil pengolahan data pada tabel 8 yang di dapat perhitungan didapat *Match Faktor* unit dengan alat angkut dalam satu *fleet* dalam memenuhi target produksi perusahaan, dapat dilihat pada grafik menunjukan dari banyaknya unit terdapat pada unit HDK 465 dan HDK 785 total *cycle time* sebesar 614.38 *second* dengan dengan alat gali 1 sehingga memiliki *match factor* 0.74.

Tabel 10. *Match Factor* alat angkut dalam satu *fleet*

<i>Cycle Time Pc</i> 200 (<i>Second</i>)	<i>Cycle Time</i> HDK 785 &465 (<i>Second</i>)	Jumlah Alat Gali Muat (Unit)	Jumlah Alat Angkut (Unit)	<i>Match Factor</i>
90.98	614.38	1	5	0.74



Gambar 7. Grafik *Match Factor* Alat Angkut Dalam Satu Fleet

Dari data yang diperoleh dalam produktivitas pada *overburden removal* tidak efisien dalam pencapaian produksi sehingga *match factor* sebesar 0.74 tidak dapat tercapai dengan maksimal karena bernilai 1 dari data yang diperoleh lapangan banyaknya alat gali muat lebih banyak menunggu.

Faktor yang Mempengaruhi Ketidaktercapaian Produktivitas alat gali muat *Excavator Komatsu PC 2000* pada Kegiatan *Overburden Removal* pada PT. Jhonlin Baratama Adapun hal-hal yang menyebabkan ketidaktercapaian produktivitas alat gali muat *Excavator Komatsu PC 2000* pada kegiatan *overburden removal* sebagai berikut.

1. Dalam pengamatan tersebut, Penulis menemukan adanya ketidaktercapaian produktivitas terhadap target produksi yang disebabkan oleh banyaknya *delay time* pada saat kegiatan loading time.

2. Adapun penyebab *delay time* yang terjadi pada alat gali muat yaitu alat gali muat yang melakukan pemindahan posisi, dimana alat tersebut berpindah posisi cukup jauh dari posisi semula yang menyebabkan waktu *delay* tinggi. Adapun waktu tertinggi untuk pemindahan posisi alat gali muat yaitu 336,6 detik.
3. *Delay time* pada saat menyiapkan *front loading* yang terlalu lama juga menyebabkan waktu *delay* cukup tinggi. Adapun waktu tertinggi untuk menyiapkan *front loading* alat gali muat yaitu 41,7 detik.
4. *Delay time* pada saat menunggu hauler manuver dikarenakan *loading point* yang terlalu sempit sehingga *hauler* harus menunggu hauler lain selesai melakukan pengisian *vessel* terlebih dahulu untuk melakukan *manuver*. Adapun waktu tertinggi untuk menunggu hauler manuver alat gali muat yaitu 75,6 detik.
5. *Delay time* pada saat menunggu hauler yang sedang dalam perjalanan menuju *front loading*. Jumlah *hauler* yang kurang menyebabkan *bucket excavator* menunggu dalam keadaan gantung karena menunggu *hauler* yang belum tiba di *front loading*. Adapun waktu tertinggi untuk menunggu *hauler* yang sedang dalam perjalanan menuju *front loading* yaitu 89,7 detik.



Gambar 8. *Waiting Hauler Manuver*

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Produktivitas alat gali muat *Excavator Komatsu PC 2000* mampu menghasilkan sebesar 810 *BMC*, sedangkan target produksi dari PT. Jhonlin Baratama sebesar 865 *BMC* sehingga target yang sudah ditentukan oleh perusahaan belum tercapai dengan maksimal.
2. Nilai *mach factor* < 1 , hal ini menyebabkan produksi gali muat lebih besar dari alat angkut, karena alat gali muat *Excavator Komatsu PC 2000* lebih banyak menunggu (*delay time*).
3. Factor yang menyebabkan tidak tercapainya Produktivitas alat gali muat *Excavator Komatsu PC 2000*, salah satunya yakni pada melakukan pemindahan posisi unit kerja, menyiapkan *front loding material*, dan menunggu alat angkut HDK.

REFERENSI

- [1] Anonim. 2018. PT. Jholin Baratama Batulicin Coal Project Site Sungai Dua. HRD Department PT. Jholin Baratama Batulicin.
- [2] Mustofa Romat ali. 2017 Kegiatan Mekanisme Survey PT. Jholin Baratama Batulicin Coal Project Site Sungai Dua PIT Trambesi. Politeknik Negeri Banjarmasin
- [3] Surya putra, Agust. 2009. Kajian Teknis Produksi Alat Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Tanah Penutup PT. Marunda Grahamineral Di Kecamatan. Laung Tuhup Kabupaten Murung Raya : Jogjakarta.
- [4] Yanto. 2015. Menaknis Pemindah Tanah. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional :Yogyakarta.
- [5] Tenriajeng, 2003. Pemindah Tanah Mekanis. Gunadarma : Jakarta
- [6] Gaspersz, 1990. Analisis kuantitatif untuk perencanaan, penerbit “Tarsito”, Bandung
- [7] Newman, A., Rubio, E., & Eureka, K. (2010). A Review of Operations Research in Mine Planning. Journal Interface Vol. 40 No. 3 pp. 222-245
- [8] ESDM, 2011. Mineral and Coal 2011, Direktur Jenderal Mineral dan Batubara, Jakarta.
- [9] ESDM, 2003, 2004, 2008 dan 2009. Directorate Program Supervision of Mineral, Coal and Geothermal, 2003, 2004, 2008 dan 2009, 2008, Indonesia Mineral, Coal, Geothermal and Groundwater, Directorate General of Mineral, Coal and Geothermal, Ministry of Energy and Mineral Resources, Jakarta.
- [10] Morley, D., Joseph, T., & Lu, M. (2012). In Search Of the Ideal Truck-Excavator Combination. Proceeding Departement of Civil and Environmental Engineering, (pp 1-8). Canada: University of Alberta.