

Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Penambangan Pasir Batu Di CV Bintang Progo Kabupaten Kulon Progo D.I Yogyakarta

Fairus Atika Redanto Putri¹, Andika Panji Satria², dan Yudho Dwi Galih Cahyono³
Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2,3}
e-mail: Fairus@itats.ac.id¹, andikapanji94@gmail.com², galih.1453@itats.ac.id³

ABSTRACT

This study aims to calculate the actual productivity of the excavating and hauling equipment, analyze the compatibility between the excavating and hauling equipment, identify factors that hinder material transfer activities, and provide recommendations to improve the productivity of the excavating and hauling equipment at CV. Bintang Progo. The research method was carried out through direct observation at the CV. Bintang Progo mining site, located in Kranggan Village, Wates District, Kulon Progo Regency, D.I Yogyakarta Province, during an 8-hour work shift from April 22 to May 22, 2023. The data collected includes the work activities of the Komatsu PC 200 Excavator and the Toyota Dyna 5m³ Dump Truck, as well as direct records of activities related to the research. The researcher also conducted interviews with employees to obtain additional data. The research results show that the actual productivity of the excavator over 7 consecutive days was 110.47 Bcm/Hour, 115.89 Bcm/Hour, 120.14 Bcm/Hour, 111.65 Bcm/Hour, 115.54 Bcm/Hour, 112.67 Bcm/Hour, and 124.84 Bcm/Hour, with an average productivity of 115.88 Bcm/Hour. The productivity of the hauling equipment during the same period was 52.57 Bcm/Hour, 58.06 Bcm/Hour, 53.48 Bcm/Hour, 56.69 Bcm/Hour, 54.83 Bcm/Hour, 53.97 Bcm/Hour, and 54.42 Bcm/Hour, with an average productivity of 54.86 Bcm/Hour. Both pieces of equipment have not reached the established production target of 140 Bcm/Hour. The compatibility between the excavating and hauling equipment shows a match factor of 1.99, while the compatibility after optimizing cycle time shows a match factor of 2.81. A simulation of compatibility between two excavating units and four hauling units shows a match factor of 1. The main hindrances in the stone sand mining process include waiting time, long transport and return times, low work efficiency, and the mismatch in the number of excavating and hauling equipment. Recommendations for improving productivity include enhancing the work efficiency of the excavator and reducing transport, return, and waiting times for the hauling equipment to achieve a match factor of 1. After optimization, the average productivity of the excavator reached 134.58 Bcm/Hour, and the hauling equipment reached 90.008 Bcm/Hour, thus meeting the production target. The addition of one more excavator is also recommended to achieve a compatibility factor of 1.

Keyword: cycle time, work efficiency, match factor, productivity

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung produktivitas aktual dari alat gali muat dan alat angkut, menganalisa keserasian antara alat gali muat dan alat angkut, mengidentifikasi faktor-faktor yang menghambat kegiatan pemindahan material, serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan produktivitas alat gali muat dan alat angkut di CV. Bintang Progo. Metode penelitian dilakukan melalui pengamatan langsung di lokasi Penambangan CV. Bintang Progo, Desa Kranggan, Kecamatan Wates, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi D.I Yogyakarta, selama 8 jam kerja pada shift siang dari tanggal 22 April hingga 22 Mei 2023. Data yang dikumpulkan mencakup aktivitas kerja alat gali muat Excavator Komatsu PC 200 dan alat angkut Dump Truck Toyota Dyna Kap 5m³, serta catatan langsung kegiatan terkait penelitian. Peneliti juga melakukan wawancara dengan karyawan untuk mendapatkan data tambahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas aktual alat gali muat selama 7 hari berturut-turut adalah 110,47 Bcm/Jam, 115,89 Bcm/Jam, 120,14 Bcm/Jam, 111,65 Bcm/Jam, 115,54 Bcm/Jam, 112,67 Bcm/Jam, dan 124,84 Bcm/Jam dengan rata-rata produktivitas 115,88 Bcm/Jam. Produktivitas alat angkut selama periode yang sama adalah 52,57 Bcm/Jam, 58,06 Bcm/Jam, 53,48 Bcm/Jam, 56,69 Bcm/Jam, 54,83 Bcm/Jam, 53,97 Bcm/Jam, dan 54,42 Bcm/Jam dengan rata-rata produktivitas 54,86 Bcm/Jam. Kedua alat ini belum mencapai target produksi yang ditetapkan yaitu 140 Bcm/Jam. Keserasian antara alat gali muat dan alat angkut aktual menunjukkan *match factor* sebesar 1.99, sementara keserasian setelah optimasi waktu edar menunjukkan *match factor* sebesar 2.81. Simulasi keserasian antara dua alat gali muat dan 4 alat angkut menunjukkan *match factor* sebesar 1. Faktor penghambat utama dalam penambangan pasir batu meliputi waktu menunggu, lamanya waktu pengangkutan dan waktu kembali, rendahnya efisiensi kerja, serta ketidaksesuaian jumlah alat gali muat dan alat angkut. Rekomendasi untuk meningkatkan produktivitas meliputi peningkatan efisiensi kerja alat gali muat dan memperkecil waktu pengangkutan, waktu kembali, serta waktu tunggu alat angkut agar mencapai *match factor* sebesar 1. Setelah optimasi, produktivitas rata-rata alat gali muat mencapai 134,58 Bcm/Jam dan alat angkut mencapai 90,008 Bcm/Jam, sehingga target produksi tercapai. Penambahan satu unit alat gali muat juga disarankan untuk mencapai keserasian sama dengan 1.

Kata kunci: Waktu Edar, Efisiensi Kerja, Faktor keserasian, Produktivitas.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berkembang yang kaya akan potensi sumberdaya alam yang dimilikinya. Ada banyak potensi yang masih belum tereksplorasi yang bisa dimanfaatkan demi kepentingan orang banyak. Pada masa mendatang diperkirakan pembangunan di Indonesia akan mengalami peningkatan sejalan dengan dimulainya kembali pembangunan perumahan maupun pembangunan sektor konstruksi seperti jalan, jembatan dan sebagainya yang menyebabkan permintaan bahan baku konstruksi meningkat, terutama pasir batu.[1]

CV Bintang Progo telah mendapatkan Surat Keputusan Kepala BKPM DIY tentang Penerbitan Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi. Berdasarkan hal tersebut sudah dilakukan kegiatan penambangan pada area Izin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi seluas 4,8 Ha dengan hampir seluruh di wilayah sungai Progo, Kujon Kidul, Desa Kranggan, Kecamatan Galur, Kabupaten Kulon Progo. CV Bintang Progo telah melakukan berbagai kegiatan penambangan meliputi kegiatan pembuatan akses jalan, penggalian pasir dan batu, pemuatan dan penjualan. Dari hasil eksplorasi yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa di wilayah IUP Operasi terdapat sumberdaya terukur lebih kurang 225.400 m³. dengan luas IUP OP yaitu 4,8 Ha.[2].

TINJAUAN PUSTAKA

Faktor – faktor yang Mempengaruhi Produksi Alat Mekanis

Kondisi lapangan dimana operasi penambangan dilakukan sangat mempengaruhi kemampuan produksi dari alat mekanis. Suatu alat mekanis yang digunakan sesuai dengan lapangan operasinya kemungkinan besar kemampuan produksi alat tersebut semakin baik.[3]

Produktivitas

Produktivitas alat merujuk pada kemampuan alat dalam menyelesaikan pekerjaan dalam periode waktu tertentu. Produktivitas ini diukur dengan menggunakan satuan volume, seperti bcm (billion cubic meters) atau ton, dalam satuan waktu tertentu seperti jam, hari, dan lain sebagainya. Misalnya, produktivitas alat dapat diukur dengan bcm/jam atau ton/jam, bcm/hari atau ton/hari, dan lain sebagainya. Produktivitas alat dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah kapasitas alat, waktu edar alat, dan efisiensi kerja alat [4]. Kapasitas alat mengacu pada kapasitas maksimum alat dalam menangani material atau pekerjaan tertentu. Waktu edar alat adalah waktu yang dibutuhkan alat untuk menyelesaikan satu siklus kerja, yaitu dari awal hingga kembali ke titik awal. Efisiensi kerja alat mencerminkan sejauh mana alat dapat memanfaatkan waktu kerja secara optimal tanpa ada pemborosan atau hambatan yang berarti. Dengan demikian, tingkat produktivitas alat bergantung pada kapasitas alat, waktu edar alat, dan tingkat efisiensi kerja alat tersebut. Semakin tinggi kapasitas, semakin cepat waktu edar, dan semakin tinggi efisiensi kerja, maka produktivitas alat akan semakin tinggi pula. [5]

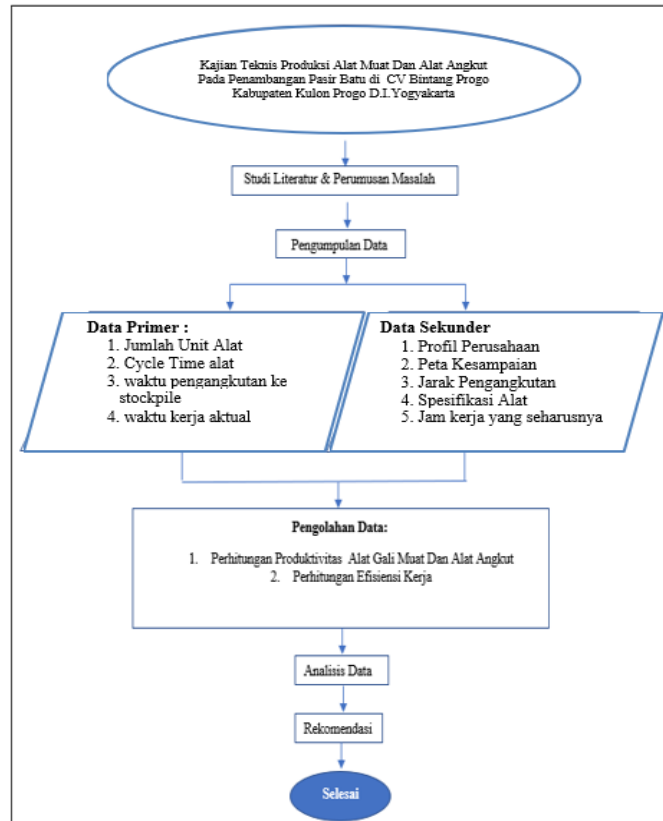
Keserasian Alat Gali Muat Dan Alat Angkut (Match Factor)

Faktor keserasian kerja merupakan suatu persamaan sistematis yang digunakan untuk menghitung tingkat keselarasan kerja antara alat muat dan alat angkut untuk setiap kondisi kegiatan pemuatan dan pengangkutan. Operasi kerja yang serasi antara alat muat dan alat angkut akan memperlancar kegiatan pemuatan dan pengangkutan sehingga produksi yang dihasilkan akan lebih optimum. Hal ini dapat dicapai dengan penilaian terhadap cara kerja, jenis alat, ukuran dan kemampuannya dengan mempertimbangkan factor-faktor tersebut baik untuk alat muat maupun alat angkut [6]. Penyesuaian berdasarkan spesifikasi teknis alat, terutama pada saat merencanakan pemilihan alat. Untuk mendapatkan hubungan kerja yang serasi antara alat muat dan alat angkut, maka produksi alat muat harus sesuai dengan produksi alat angkut. Faktor keserasian alat muat dan alat angkut didasarkan pada produksi alat muat dan produksi alat angkut yang dinyatakan dalam match factor (MF) [7]. Hal ini dapat dicapai dengan penilaian terhadap cara kerja, jenis alat, kapasitas dan kemampuan suatu alat baik untuk alat muat maupun alat angkut.[8]

METODE

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan jenis penelitian gabungan. Penelitian gabungan ini adalah kombinasi dari penelitian kuantitatif dan penelitian kualitatif. Dimana penelitian kuantitatif sendiri merupakan penelitian dengan data sampel berupa angka yang kemudian diolah menggunakan statistik dan menghasilkan data penelitian berupa angka, sedangkan penelitian kualitatif ialah penelitian dengan data sampel berasal dari pengamatan maupun berupa data angka yang kemudian diolah menggunakan deskriptif

maupun statistik dan menghasilkan data penelitian berupa deskripsi kualitas (baik atau buruknya) serta penjabaran ataupun penjelasan dari angka-angka yang sudah diolah tersebut [9].



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pengolahan data merupakan perubahan data mentah yang diambil dari lapangan, kemudian disusun berdasarkan urutan pengolahan dan dianalisis. Dalam penelitian ini, data yang perlu diolah antara lain:

1. Pengolahan Data Cycle Time

Pengolahan data ini bertujuan untuk mendapatkan data cycle time baik dari alat gali muat yaitu excavator maupun cycle time alat angkut yaitu dump truck. Pengolahan data ini membutuhkan data cycle time aktual di lapangan dimana data cycle time alat gali muat antara lain data waktu menggali (digging), data waktu ayun isi (swing) isi, data waktu tumpah (dumping) dan data waktu ayun (swing) kosong serta data cycle time alat angkut antara lain data waktu maneuver loading, data waktu loading (pengisian bak vessel), data waktu hauling (pengangkutan), data waktu maneuver dumping, data waktu dumping (menumpahkan material), data waktu return (kembali ke front) dan waktu tunggu/antri yang kemudian dihitung menggunakan metode statistik deskriptif sehingga didapatkan data-data yaitu:

- Nilai rata-rata cycle time, dimana nilai ini untuk mengetahui perbandingan nilai jumlah data dengan banyaknya data cycle time yang biasa disebut dengan rata-rata cycle time yang didapat yang nantinya digunakan sebagai parameter perhitungan produktivitas.
- Nilai modus cycle time, dimana nilai modus ini bertujuan untuk mengetahui nilai yang banyak muncul yang nantinya digunakan sebagai parameter analisis faktor-faktor produktivitas.
- Nilai median cycle time, dimana nilai median ini bertujuan untuk mengetahui nilai tengah yang membagi data menjadi sama banyak setelah diurutkan yang nantinya digunakan sebagai parameter analisis faktor-faktor produktivitas.
- Nilai maximum yang cycle time, dimana nilai maximum ini bertujuan untuk mengetahui data terbesar dalam satu cycle time yang nantinya digunakan sebagai parameter analisis faktor-faktor produktivitas baik nilai tersebut sebagai penghambat maupun tidak
- Nilai minimum cycle time, dimana nilai minimum ini bertujuan untuk mengetahui data terkecil dalam satu cycle time yang nantinya digunakan sebagai parameter analisis faktor-faktor produktivitas baik nilai tersebut sebagai penghambat maupun tidak

f. Nilai standar deviasi/varians simpangan baku cycle time, dimana tujuan dari nilai ini untuk mengetahui banyaknya variasi data, apabila nilai standart deviasi/varians simpangan baku ini semakin kecil maka data semakin mirip dan semakin besar nilai standart deviasi/varians simpangan baku menunjukkan nilai semakin bervariasi.

2. Pengolahan Data Efisiensi Kerja

Pengolahan data ini bertujuan untuk mendapatkan data efisiensi kerja dari alat gali muat yaitu excavator, alat angkut yaitu dump truck serta unit support yaitu bulldozer dan motor grader. Pengolahan data ini membutuhkan data efisiensi kerja aktual di lapangan antara lain data waktu efektif kerja, waktu perbaikan (repair) dan waktu standby yang kemudian dihitung menggunakan metode statistik deskriptif, sehingga didapatkan nilai-nilai yaitu:

a. Nilai *Mechanical Availability* (MA), dimana nilai *Mechanical Availability* bertujuan untuk mengetahui banyaknya waktu yang hilang dikarenakan alat sedang dalam perbaikan/breakdown sehingga alat tidak dapat digunakan yang kemudian nilai *Mechanical Availability* menjadi parameter dalam analisis produktivitas alat.

b. Nilai *Physical Availability* (PA), dimana nilai *Physical Availability* bertujuan untuk mengetahui kesediaan fisik alat untuk beroperasi/digunakan yang kemudian nilai *Physical Availability* menjadi parameter dalam analisis produktivitas alat.

c. Nilai *Use of Availability* (UA), dimana nilai *Use of Availability* bertujuan untuk mengetahui efisiensi kerja alat selama waktu kerja dimana kondisi alat bisa dioperasikan/digunakan yang kemudian nilai *Use of Availability* menjadi parameter dalam analisis produktivitas alat.

d. Nilai *Effective Utilition* (EU),

dimana nilai *Effective Utilition* bertujuan untuk mengetahui prosentase waktu kerja yang dimanfaatkan untuk bekerja yang kemudian nilai *Use of Availability* menjadi parameter dalam perhitungan produktivitas alat.

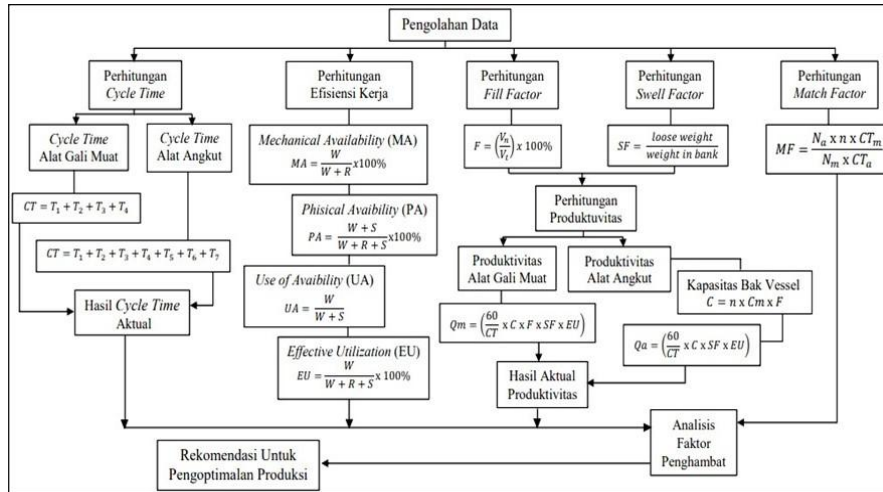
3. Pengolahan Data Produktivitas

Pengolahan data ini bertujuan untuk mendapatkan nilai produktivitas baik alat gali muat maupun alat angkut. Pengolahan data ini membutuhkan data-data yang sudah diolah sebelumnya seperti data cycle time, data fill factor dan data efisiensi kerja serta data sekunder mengenai spesifikasi alat antara lain data kapasitas bucket maupun kapasitas bak vessel dan swell factor. Sebelum melakukan perhitungan produktivitas, harus dilakukan perhitungan swell factor dan fill factor, dimana tujuan dari perhitungan swell factor untuk mengetahui faktor pengembangan material setelah material dibongkar dari kondisi aslinya kemudian dimuatkan ke dump truck, dan tujuan dari fill factor ialah untuk mengetahui faktor pengisian saat pemuatan tersebut.

Setelah semua data didapatkan, kemudian dihitung menggunakan suatu rumus persamaan produktivitas baik untk alat gali muat maupun alat angkut sehingga menghasilkan nilai produktivitas serta menyajikannya dalam bentuk grafik batang (histogram). Setelah didapatkan nilai produktivitas tersebut, dilakukannya analisis tentang faktor-faktor yang menghambat kelancaran produksi.

4. Pengolahan Data Match Factor

Pengolahan data ini bertujuan untuk menentukan kombinasi yang efisien antara alat gali muat dan alat angkut. Pengolahan data ini membutuhkan data hasil olahan sebelumnya seperti data cycle time alat gali muat, cycle time alat angkut, banyaknya jumlah alat gali muat dan banyaknya jumlah alat angkut. Setelah semua data didapatkan, lalu dihitung menggunakan suatu rumus persamaan yang sudah ada sehingga didapatkan nilai match factor-nya.



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Kegiatan Penambangan dilokasi penelitian menggunakan kombinasi alat muat dan alat angkut. Alat muat yang digunakan saat proses penambangan yaitu komatsu PC 200 dan alat angkut yang digunakan yaitu satu alat angkut Toyota Dyna untuk mengangkut material pasir batu dari front meunju ke *stockpile*.

Tabel 1. Cycle time alat gali muat

Rata - Rata Cycle Time alat gali muat					
No	Diging (S)	Swing Isi (S)	Dump (S)	Swing Kos (S)	Cycle Time (S)
1	8,54	6,46	3,49	5,00	24,59
2	8,53	6,40	3,47	5,10	23,44
3	8,41	6,49	3,52	5,09	23,61
4	8,52	6,55	3,49	5,02	24,33
5	8,50	6,38	3,56	5,08	23,51
6	8,61	6,49	3,46	4,99	24,11
7	8,46	6,43	3,39	5,05	21,76
Total	59,57	45,20	24,37	35,33	165,35
Rata - Rata	8,51	6,46	3,48	5,05	23,62

Rata – rata (*Cycle Time*) alat gali muat selama 7 hari sebear 23,62 detik, SENASTITAN

Tabel 2. Cycle time alat angkut

Rata - Rata Cycle Time alat angkut					
No	Waktu muat (s)	Waktu Angkut dan kembali (s)	Manuver (s)	Cycle Time (s)	Delay Time (s)
1	124,08	97,22	26,79	248,09	69,77
2	107,63	95,23	21,39	224,26	71,73
3	123,95	97,03	22,86	243,85	69,77
4	108,21	96,81	25,12	230,13	62,54
5	116,13	96,33	24,04	236,50	76,32
6	115,70	95,05	26,01	236,75	70,74
7	119,34	96,31	23,48	239,13	63,25
Total	815,03	673,99	169,70	1658,71	484,12
Rata - Rata	116,43	96,28	24,24	236,96	69,16

Rata-rata (*cycle time*) alat angkut selama 7 hari sebesar 3,94 menit atau 236,96 detik,

Tabel 3. Jam kerja efektif

Keterangan	Alat Gali Muat	Alat Angkut
Waktu yang tersedia (menit/shift/hari)	480	480
Hambatan	Menit	Menit
Shift 1		
<i>Rain & slippery</i>	45	50
<i>Lubricating & refuel</i>	15	15
Kerusakan alat	40	40
Total waktu hambatan	100	105
Waktu <i>standby</i> (S)	60	65
Waktu <i>repair</i> (R)	40	40
Waktu kerja efektif (menit)	400	395
Waktu kerja efektif (jam) (%)	6,67 = 83%	6,35 = 82%

Perhitungan aktual Match Factor

Adapun berdasarkan hasil penelitian diperoleh *Cycle Time* alat gali muat 23.62 detik dan *Cycle Time* alat angkut diperoleh 236.96 detik. Dengan alat mekanis alat gali muat 1 unit *excavator* komatsu PC 200 dan alat angkut 1 unit Toyota Dyna.

Ditanya : *Match Factor* ?

Penyelesaian : $Match\ Factor = \frac{4 \times 5 \times 23,62}{1 \times 236,96} = 1,99$

Maka didapatkan *Match Factor* aktual sebesar 1.99 dimana terdapat antrian di alat angkut

Tabel 4. Aktual *Match Factor*

Faktor keserasian aktual			
Cta	Ctm		alat angkut yang digunakan
Alat angkut	Alat Muat	MF	
236.96	23.49	1.99	4

Pengolahan Data

Produktivitas Alat Gali Muat

Target produksi pemuatan material pasir dari area *front* menuju area *stockpile* yakni sebesar 140 bcm/jam. Adapaun produktivitas kondisi aktual dilapangan alat gali muat dan alat angkut berdasarkan data pendukung yang telah dihimpun. Produktivitas alat gali muat di lokasi penelitian, untuk alat gali muat pada bulan April 2023. Aktifitas produksi material pasir batu menggunakan 1 unit *excavator* PC 200 berpasangan dengan alat angkut Toyota Dyna. adapun perhitungan hari selanjutnya dapat diperhatikan pada lampiran J.

P = Kemampuan produksi alat muat (Bcm/jam)

Ctm = Waktu edar alat muat (menit)

KB = Kapasitas *Bucket* (m³)

BFF = *Bucket fill factor* (%)

E = Efisiensi kerja (%)

SF = Swell factor (%)

Waktu edar (*Cycle Time*) total alat gali muat *excavator* komatsu PC 200 pada tanggal 22 April 2023 rata – rata 24,59 detik dan efisiensi kerja alat gali muat 83% kapasitas bucket alat angkut yang dibutuhkan untuk memenuhi unit alat angkut yakni 1.1 bcm. Dengan *bucket fill factor* 95 % - 110 % dan *sweel factor* 0.87.

Ditanya, produktivitas alat gali muat ?

Penyelesaian, $P = \frac{3600}{24,59} \times 1,1 \times 95\% \times 83\% \times 87\% = 110,47\text{ bcm/jam}$

Maka diperoleh produktivitas hari pertama sebesar 110,47 bcm/jam. Adapun perolehan produktivitas alat gali muat selama periode 7 hari dapat diperhatikan pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Produktivitas aktual Bcm/jam Komatsu PC 200

Produktivitas alat gali muat			
HARI	Produktivitas Bcm/Jam	Target produktivitas bcm/jam	ketercapaian (%)
1	110,47	140	79%
2	115,89	140	83%
3	120,14	140	86%

Produktivitas alat gali muat			
HARI	Produktivitas Bcm/Jam	Target produktivitas bcm/jam	ketercapaian (%)
4	111,65	140	80%
5	115,54	140	83%
6	112,67	140	80%
7	124,84	140	89%
Rata - Rata	115,88		83%

Berdasarkan hasil produktivitas yang diperoleh di lapangan, diketahui tingkat ketercapaian produktivitas alat gali muat terhadap target yang telah ditentukan. Pada tanggal 22 April 2023 diperoleh produktivitas menggunakan alat angkut Toyota Dyna sebesar 110,47 Bcm/Jam, pada tanggal 23 April 2023 diperoleh produktivitas menggunakan alat angkut Toyota Dyna sebesar 115,89 Bcm/Jam, pada tanggal 24 April 2023 diperoleh produktivitas menggunakan alat angkut Toyota Dyna sebesar 120,14 Bcm/Jam, pada tanggal 25 April 2023 diperoleh produktivitas menggunakan alat angkut Toyota Dyna sebesar 111,65 Bcm/Jam, pada tanggal 26 April 2023 diperoleh produktivitas menggunakan alat angkut Toyota Dyna sebesar 115,54 Bcm/Jam, pada tanggal 27 April 2023 diperoleh produktivitas menggunakan alat angkut Toyota Dyna sebesar 112,67 Bcm/Jam, dan pada tanggal 28 April 2023 diperoleh produktivitas menggunakan alat angkut Toyota Dyna sebesar 124,84 Bcm/Jam.

Produktivitas alat angkut

Target produksi pemuatan material pasir dari area *front* menuju area *stockpile* yakni sebesar 90 bcm/jam. Adapun produktivitas kondisi aktual dilapangan alat angkut berdasarkan data pendukung yang telah dihimpun. Produktivitas alat angkut di lokasi penelitian, untuk alat angkut pada bulan April 2023. Aktifitas produksi material pasir batu menggunakan 1 unit *dump truck* Toyota dyna berpasangan dengan *excavator* komatsu PC 200. adapun perhitungan hari selanjutnya dapat diperhatikan pada lampiran .

q_1 = Produksi per siklus (m^3)

K_b = Kapasitas *bucket* alat muat (m^3)

B_{ff} = *Bucket fill factor* (%)

N = Jumlah pasing alat gali muat

Q = Produktivitas (bcm/Jam)

CT = Waktu daur alat muat (menit)

SF = *Swell factor* (%)

E_f = Efisiensi kerja (%)

Waktu edar (*Cycle Time*) total alat angkut *dump truck* Toyota dyna pada tanggal 22 April 2023 rata – rata 4,13 Menit dan efisiensi kerja alat gali muat 80% kapasitas bucket alat angkut yang dibutuhkan untuk memenuhi unit alat angkut yakni 1,1 bcm. Dengan *bucket fill factor* 95 % - 110 % dengan jumlah *passing/swing* alat gali muat *excavator* komatsu PC 200 sebanyak 5 dan *swell factor* 87%.

Ditanya, produktivitas persiklus alat angkut ?

Penyelesaian :

$$q_1 = K_B \times B_{FF} \times N$$

$$q_1 = 1,1 \times 95\% \times 5$$

$$= 5,23$$

$$Q = q_1 \times 60/CT \times E_f \times SF$$

$$= 5,23 \times 60/4,13 \times 80\% \times 87\%$$

$$= 52,57 \text{ Bcm/jam}$$

Maka diperoleh produktivitas alat angkut di hari pertama sebesar 52,57 Bcm/Jam. Adapun perolehan produktivitas alat angkut selama periode 7 hari dapat diperhatikan pada tabel 6. berikut ini.

Tabel 6. Produktivitas Aktual Bcm/jam Toyota Dyna

Produktivitas aktual alat angkut			
Hari	produktivitas Bcm/Jam	Target produktivitas bcm/jam	ketercapaian
1	52,57	90	58%
2	58,06	90	65%
3	53,48	90	59%
4	56,69	90	63%

Produktivitas aktual alat angkut			
Hari	produktivitas Bcm/Jam	Target produktivitas bcm/jam	ketercapaian
5	54,83	90	61%
6	53,97	90	60%
7	54,42	90	60%
Rata-Rata	54,86		61%

Berdasarkan hasil produktivitas yang diperoleh di lapangan, dikehau tingkat ketercapain produktivitas alat angkut terhadap target yang telah ditentukan. Pada tanggal 22 April 2023 diperoleh produktivitas menggunakan alat angkut Toyota Dyna sebesar 52,57 Bcm/Jam, pada tanggal 23 April 2023 diperoleh produktivitas menggunakan alat angkut Toyota Dyna sebesar 58,06 Bcm/Jam, pada tanggal 24 April 2023 diperoleh produktivitas menggunakan alat angkut Toyota Dyna sebesar 53,48 Bcm/Jam, pada tanggal 25 April 2023 diperoleh produktivitas menggunakan alat angkut Toyota Dyna sebesar 56,69 Bcm/Jam, pada tanggal 26 April 2023 diperoleh produktivitas menggunakan alat angkut Toyota Dyna sebesar 54,83 Bcm/Jam, pada tanggal 27 April 2023 diperoleh produktivitas menggunakan alat angkut Toyota Dyna sebesar 53,97 Bcm/Jam, dan pada tanggal 28 April 2023 diperoleh produktivitas menggunakan alat angkut Toyota Dyna sebesar 54,42 Bcm/Jam.

Faktor Penghambat Produktivitas

Berdasarkan pengamatan alat mekanis dilapangan, ada beberapa point berpengaruh terhadap ketidak tercapainnya target produksi. Factor penghambat yang berpengaruh adalah efisiensi alat dan waktu edar alat (*cycle time*). Adapun kondisi dilapangan efisiensi kerja alat kurang optimal dan waktu edar alat (*cycle time*) cukup tinggi apabila dibandingkan dengan rencana, factor tersebut di sebabkan karena operator *driver*, mekanik, operator tidak bekerja secara optimal. Dimana seharusnya beberapa kondisi bisa melakukan loading, namun driver tidak melakukan loading juga terdapat kondisi semestinya waktu edar (*cycle time*) harusnya optimal, akan tetapi driver bebrapa waktu singgah ke tempat timbangan untuk mengisi air minum/minum bahkan bebrapa diver sembari ambil air minum sekalian singgah di toilet samping tempat timbangan. Faktor tersebut penyebab waktu *standby* tinggi, juga menyebabkan waktu tunggu pada waktu edar yang tinggi. Berdasarkan faktor- faktor yang mempengaruhi, maka perlu dilakukan pengoptimalan pada waktu edar (*cycle time*) juga pada factor keserasian (*match factor*).

Pengoptimalan produktivitas

Pengotimalan Produktivitas perlu dilakukan untuk mencapai target produksi, dimana hal tersebut disebabkan oleh beberapa permasalahan antara lain efisiensi kerja alat, waktu edar (*cycle time*) alat angkut serta faktor keserasian (*match factor*), sehingga diperlukannya pengoptimalan dari masalah tersebut sebagai upaya mencapai taget produksi.

Optimasi efisiensi kerja alat gali muat

Secara umum, efisiensi kerja dapat ditingkatkan dengan meningkatkan durasi jam kerja efektif se optimal mungkin dengan mempertimbangkan kondisi aktual, seperti kondisi hujan dll. Supaya jam kerja efektif meningkat maka durasi hambatan kerja mesti dikurangi dengan tetap mempertimbangkan kondisi aktual dilapangan. Apakah penambahan jam kerja efetif memungkinkan untuk di aplikasikan dilapangan. Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan point – point hambatan kerja yang dapat di kurangi atau hilangkan adalah sebagai berikut :

1. Mengganti jadwal penggantian bahan bakar, diamana sebelumnya *Fuel* dilakukan pada posisi jam kerja berlangsung setelah dioptimalkan pengisian bahan bakar bisa dilakukan di jam istirahat atau pukul 12:10, atau bisa dilakukan tidak di jam kerja
2. Meminimalisir terjadinya kerusakan alat, dengan melakukan pengecekan berkala sebelum alat digunakan.
3. Tetap menjalankan operasi penambangan walaupun jalan licin (*Slippery*) setelah hujan untuk meminimalkan waktu yang terbuang .

Tabel 7. Perbaikan dan pengurangan hambatan kerja alat gali muat

Keterangan	Alat Gali Muat
Waktu yang tersedia (menit/shift/hari)	480
Hambatan	Menit
Shift 1	

Keterangan	Alat Gali Muat
<i>Rain & slippery</i>	15
<i>Lubricating & refuel</i>	-
Kerusakan alat	-
Total waktu hambatan	15
Waktu <i>standby</i> (S)	15
Waktu <i>repair</i> (R)	-
Waktu kerja efektif (menit)	465
Waktu kerja efektif (jam) (%)	7,45 = 97%

Setelah dilakukan pengurangan durasi hambatan, didapatkan durasi jam efektif sebagai berikut :

Jam efektif = 480 menit – 15 menit = 465 menit = 7,45 jam

Efisiensi kerja setelah di lakukan optimasi diperoleh menit. Sebagai berikut

$$EK = \frac{465}{480} \times 100 = 97\%$$

Perhitungan alat gali muat setelah di optimasi

Target produksi pemuatan material pasir dari area *front* menuju area *stockpile* yakni sebesar 140 bcm/jam. Adapaun produktivitas kondisi aktual dilapangan alat gali muat dan alat angkut berdasarkan data pendukung yang telah dihimpun. Produktivitas alat gali muat di lokasi penelitian, untuk alat gali muat pada bulan April 2024. Aktifitas produksi material pasir batu menggunakan 1 unit *excavator* PC 200 berpasangan dengan alat angkut Toyota Dyna. adapun perhitungan hari selanjutnya dapat diperhatikan pada lampiran X.

P = Kemampuan produksi alat muat (Bcm/jam)

C_{tm} = Waktu edar alat muat (menit)

KB = Kapasitas *Bucket* (m³)

BFF = *Bucket fill factor* (%)

E = Efisiensi kerja (%)

SF = Swell factor (%)

Waktu edar (*Cycle Time*) total alat gali muat *excavator* komatsu PC 200 pada tanggal 01 April 2024 rata – rata 23.49 detik dan efisiensi kerja alat gali muat 90% kapasitas bucket alat angkut yang dibutuhkan untuk memenuhi unit alat angkut yakni 1.1 bcm. Dengan bucket *fill factor* 95 % - 110 % dan *sweel factor* 87%. Ditanya, produktivitas alat gali muat ?

$$\text{Penyelesaian, } P = \frac{3600}{23,49} \times 1.1 \times 95\% \times 90\% \times 87\% = 125.42 \text{ bcm/jam}$$

Maka diperoleh produktivitas hari pertama sebesar 125.42 bcm/jam. Adapun perolehan produktivitas alat gali muat selama periode 7 hari dapat diperhatikan pada tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Produktivitas alat gali muat telah dipotimasi

Produktivitas alat gali muat Setelah optimasi			
HARI	produktivitas Bcm/Jam	Target produktivitas bcm/jam	Ketercapaian (%)
1	129,1	140	92%
2	135,44	140	97%
3	134,46	140	96%
4	130,48	140	93%
5	135,03	140	96%
6	131,67	140	94%
7	145,89	140	104%
Rata - Rata	134,581		96%

Perhitungan optimasi alat angkut

Target produktivitas alat angkut pemindahan *overburden* di pit 1 untuk *fleet point* sebesar 70 Bcm/Jam. Sedangkan optimasi produktivitas alat angkut pada *fleet point loading* ini dapat diketahui dengan

pengurangan waktu edar (*cycle time*) alat dari kemampuan alat angkut berdasarkan data-data pendukung yang telah dihimpun. Adapun data *cycle time* alat angkut setelah di optimasi dapat diperhatikan pada tabel 9 berikut ini.

Tabel 9. Pengoptimalan *cycle time* Toyota Dyna

Pengoptimalan Cycle Time			
No	Cycle time aktual	Delay time	Cycle Time Optimasi
1	248,09	69,77	178,32
2	224,26	71,73	152,52
3	243,85	69,77	174,08
4	230,13	62,54	167,59
5	237,41	76,32	161,09
6	236,75	70,74	166,01
7	239,13	63,25	175,88
Rata-rata	237,09	69,16	167,93

Waktu edar (*Cycle Time*) total alat angkut *dump truck* Toyota dyna pada tanggal 01 April 2024 rata – rata 178.32 detik dan efisiensi kerja alat gali muat 90% kapasitas bucket alat angkut yang dibutuhkan untuk memenuhi unit alat angkut yakni 1.1 bcm. Dengan bucket *fill factor* 95 % - 110 % dengan jumlah *passing/swing* alat gali muat *excavator* komatsu PC 200 sebanyak 5 dan *sweel factor* 87%.

Ditanya, produktivitas persiklus alat angkut ?

Penyelesaian :

$$q1 = KB \times BFF \times N$$

$$q1 = 1.1 \times 95\% \times 5$$

$$= 5.23$$

$$Q = q1 \times 60/CT \times EF \times SF$$

$$= 5.23 \times 60/178.32 \times 90\% \times 87\%$$

$$= 90.27 \text{ Bcm/jam}$$

Maka diperoleh produktivitas alat angkut di hari pertama sebesar 90.27 Bcm/Jam. Adapun perolehan produktivitas alat angkut selama periode 7 hari dapat diperhatikan pada tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Produktivitas alat angkut setelah di optimasi

Produktivitas alat angkut			
Hari	Produktivitas Bcm/Jam	Target produktivitas bcm/jam	Ketercapaian
1	86,27	90	96%
2	95,94	90	107%
3	87,63	90	97%
4	90,11	90	100%
5	92,35	90	103%
6	90,48	90	101%
7	87,28	90	97%
Rata-Rata	90,00857143		100%

Perhitungan *Match Factor* setelah di optimasi

Diketahui *cycle time* alat gali muat 23,62 detik dan *cycle time* alat angkut 167,93 detik. dengan alat mekanis 2 unit *excavator* komatsu PC 200 berpasangan dengan 4 unit alat angku Toyota dyna.

Penyelesaian :

$$Match \ Factor = \frac{4 \times 5 \times 23,62}{1 \times 167,93} = 2.81$$

Maka didapatkan *Match Factor* optimasi sebesar 2.81 dimana lebih besar dari 1 maka alat angkut menunggu atau antri menunggu alat gali muat

Tabel 11. Actual Match Factor

Faktor keserasian aktual			
Cta	Ctm	MF	alat angkut yang digunakan
167,93	23,49	1,4	4

Setelah dilakukan perhitungan optimasi didapatkan *match factor* sebesar 2.81, maka target produktivitas menjadi tercapai dengan persentase ketercapaian rata-rata sebesar 95%.

Perhitungan simulasi *match factor*

Perhitungan simulasi factor keserasian alat (*match factor*) untuk mengetahui analisis kebutuhan alat angkut yang digunakan untuk memindahkan material pasir batu dari area front menuju tempat penyimpanan sementara atau *stockpile*.

Diketahui : *Cycle time* alat gali muat 23,62 detik dan *Cycle time* alat angkut 236,96 detik. Dengan alat muat 2 unit berpasangan dengan alat angkut 4 unit.

Ditanya, *Match Factor* ?

$$\text{Match Factor} = \frac{4 \times 5 \times 23,62}{2 \times 236,96} = 0,997 = 1$$

Maka setelah di tambah 1 unit alat gali muat akan berdampak terhadap jumlah *cycle time* alat angkut diperoleh *match factor* sejumlah 0,997 yang diasumsikan nilai tersebut angka serasi alat gali muat tidak menunggu alat angkut ataupun sebaliknya, adapun tabel *match factor* simulasi dapat diperhatikan pada tabel 12 berikut ini.

Tabel 12. Simulasi Match Factor

Faktor keserasian aktual			
Cta	Ctm	MF	alat angkut yang digunakan
236,96	23,62	1	4

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Pasir Batu di CV Bintang Progo Kulon Progo D.I Yogyakarta, maka kesimpulan yang didapatkan dari laporan skripsi adalah sebagai berikut:

1. Produktivitas aktual alat gali muat selama 7 hari berturut-turut adalah 110,47 Bcm/Jam, 115,89 Bcm/Jam, 120,14 Bcm/Jam, 111,65 Bcm/Jam, 115,54 Bcm/Jam, 112,67 Bcm/Jam, dan 124,84 Bcm/Jam dengan rata-rata produktivitas 115,88 Bcm/Jam. Produktivitas alat angkut selama periode yang sama adalah 52,57 Bcm/Jam, 58,06 Bcm/Jam, 53,48 Bcm/Jam, 56,69 Bcm/Jam, 54,83 Bcm/Jam, 53,97 Bcm/Jam, dan 54,42 Bcm/Jam dengan rata-rata produktivitas 54,86 Bcm/Jam. Kedua alat ini belum mencapai target produksi yang ditetapkan yaitu 140 Bcm/Jam.
2. Keserasian antara alat gali muat dan alat angkut aktual menunjukkan *match factor* sebesar 1,99, sementara keserasian setelah optimasi waktu edar menunjukkan *match factor* sebesar 2,81. Simulasi keserasian antara dua alat gali muat dan empat alat angkut menunjukkan *match factor* sebesar 1.
3. Faktor-faktor yang menghambat pada penambangan pasir batu antara lain: Terdapatnya waktu menunggu, lamanya waktu pengangkutan dan kembali pada waktu edar (*cycle time*) alat angkut, efisiensi kerja yang rendah, serta tidak serasinya antara jumlah alat gali muat dengan alat angkut. Dimana waktu menunggu, waktu pengangkutan dan waktu kembali (*manuver*) tersebut berpengaruh pada besarnya waktu edar (*cycle time*) alat angkut, untuk waktu pengangkutan dan waktu kembali disebabkan oleh faktor sumber daya manusia (operator), sedangkan untuk waktu menunggu disebabkan oleh tidak serasinya antara alat gali muat dengan alat angkut yang beroperasi.
4. Rekomendasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut. Pada produktivitas alat gali muat belum mencapai target sedangkan pada produktivitas alat angkut juga belum mencapai target. Untuk mengoptimasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut yang perlu diperhatikan yaitu dengan meningkatkan atau menaikkan efisiensi kerja alat gali muat dan memperkecil waktu pengangkutan, waktu kembali serta waktu tunggu pada waktu edar (*cycle time*) alat angkut, agar mendapatkan keserasian *match factor* sama dengan 1. Dengan hasil produktivitas yang didapat dari alat gali muat yang sudah dioptimasi didapatkan hasil rata-rata 134,58 Bcm/Jam dan alat angkut yang sudah dioptimasi didapatkan produktivitas rata-rata 90,008 Bcm/jam. Sehingga target produksi pada alat gali muat dan

angkut tercapai. Serta dengan adanya penambahan alat gali muat sebanyak satu unit agar mendapatkan *match factor* sama dengan 1.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada ibu fairus dan bapak yudho yang telah membimbing penulis hingga terselesaikan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ibrahim asnadi, "BAB 1 PENDAHULUAN," 2017.
- [2] fajar putra, "3TA12811," 2018.
- [3] daniel arista, "kabupaten kulonprogo," 2016.
- [4] A. Bondan *et al.*, "STUDI GEOLOGI KABUPATEN KULON PROGO SEBAGAI ALTERNATIF TAPAK INSTALASI NUKLIR," *Prosiding Seminar Nasional Infrastruktur Energi Nuklir*, 2019.
- [5] nizar rahman, "8. BAB IV," 2017.
- [6] nugroho putra, "pdf-stratigrafi-regional-kulon-progooooo_compress," 2018.
- [7] S. K. Daryono, A. Subandrio, H. Dewi, J. T. Geologi, and F. T. Mineral, "GEOLOGI DAN PALEOBATIMETRI FORMASI SENTOLO BAGIAN BAWAH DAERAH KARANGSARI DAN SEKITARNYA, KECAMATAN PENGASIH, KABUPATEN KULON PROGO, PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA," 2021.
- [8] P. Kundanurdoro and B. Triwibowo, "The 32 nd HAGI, The 36 th IAGI, and The 29 th IATMI Annual Conference and Exhibition 1," 2007.
- [9] A. Putri Hamidah, A. Subandrio, and D. Fitri Yudiantoro, "GEOLOGI DAN ANALISIS KUANTITATIF WISATA KAWASAN CANDI BOROBUDUR," *PROSIDING SNAST*, pp. B106-115, Nov. 2022, doi: