Sinkronisasi peralatan mekanis pada pemindahan lapisan tanah penutup: studi kasus PT Akbar Mitra Jaya

Mechanical equipment synchronization on overburden removal: a case study of PT Akbar Mitra Jaya

Rusmala Dewi[1], Uyu Saismana[2], Annisa[3]*
[1,3]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
[2]Program Studi Rekayasa Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
e-mail: [1]Rusmalad27@gmail.com , [2]uyu@ulm.ac.id, *[3]**annisa@ulm.ac.id**

ABSTRAK

Permasalahan yang sering muncul pada operasi penambangan adalah ketidak tercapaian target produktivitas alat gali muat dan alat angkut yang terkendala faktor-faktor teknis akibat fleet yang tidak sinkron. Oleh karena itu, perlu adanya keserasian alat gali muat dan alat angkut agar dapat menghasilkan produksi yang optimal. Analisis pada keserasian alat gali muat dan alat angkut perlu dilakukan sebagai acuan perbaikan dalam perencanaan produksi pada periode berikutnya. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu peninjauan langsung terhadap situasi dan kondisi pada kegiatan pengupasan lapisan tanah di PT Akbar Mitra Jaya. Peralatan mekanis yang diamati adalah excavator Komatsu PC 850-SE8 dan Articulated Dump Truck Terex TA 400. Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis diperoleh bahwa produktivitas fleet pengupasan lapisan tanah penutup tidak tercapai disebabkan nilai faktor keserasian (match factor/MF) kurang dari 1. Pada kondisi fleet yang terdiri dari 1 unit alat gali muat dengan 4 unit alat angkut didapatkan MF yaitu 0,56. Perbaikan diperlukan dengan mensimulasikan persamaan keserasian kerja agar nilai MF mendekati 1. Penurunan *cycle time* pada alat angkut serta penambahan unit alat angkut menjadi 2 unit menghasilkan nilai MF yaitu 1,04.

Kata-kata kunci: *cycle time*, *match factor*, produktivitas

ABSTRACT

Problems that often arise in mining operations aren't achieving productivity targets for loading and hauling equipment which is hampered by technical factors due to unsynchronized fleets. Therefore, it is necessary to synchronized loading and hauling equipment to produce optimal production. Analysis of the loading and hauling equipment synchronization needs to be carried out as a reference for improvements in production planning in the next period. The method used in this research is a direct inspection of the situation and conditions during overburden removal activities at PT Akbar Mitra Jaya. The mechanical equipment observed was the Komatsu PC 850-SE8 excavator and the Terex TA 400 Articulated Dump Truck. Based on the results of calculations and analysis, it was found that the productivity of the overburden removal fleet was not achieved due to the match factor (MF) value being less than 1. Under the conditions a fleet consisting of 1 unit of loading equipment with 4 units of hauling equipment has an MF of 0.56. Improvements are needed by simulating the match factor equation so that the MF value approaches 1. Reducing the cycle time of the hauling equipment and adding 2 units of hauling equipment produces an MF value of 1.04.

Keywords: *cycle time, match factor, productivity*

PENDAHULUAN

[1] Dalam kegiatan penambangan batubara, peralatan mekanis diperlukan untuk melakukan kegiatan penambangan, baik sebagai alat utama maupun sebagai alat penunjang dalam proses penambangan. Peralatan mekanis digunakan untuk mengangkut material overburden maupun batubara. [2] Peralatan mekanis sangat berpengaruh dalam menentukan hasil produksi penambangan. Apabila salah satu dari peralatan tersebut tidak dapat bekerja karena mengalami kerusakan maka produksi akan berkurang atau berhenti, dimana hal itu akan mengakibatkan kerugian pada perusahaan. Untuk itu perlu dilakukannya sinkronisasi armada atau fleet matching.

[3,4] Fleet matching atau sinkronisasi armada merupakan suatu pengaturan untuk memonitoring atau memantau suatu kendaraan atau armada yang sedang beroperasi di suatu tempat. Ditambang pun memerlukan fleet matching dimana pada suatu pit yang beroperasi kendaraan yang mempunyai kesamaan tertentu untuk menghasilkan produksi yang maksimal dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi.

METODOLOGI

Metodologi penelitian ini menghitung dan menganalisis keserasian alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup. [5,6,7] Oleh karena itu diperlukan beberapa data yaitu perhitungan produktivitas aktual, perhitungan efisiensi kerja, perhitungan cycle time dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi keserasian alat gali muat dan alat angkut.

Setelah diperoleh data-data yang diperlukan maka perhitungan nilai faktor keserasian kerja dapat dihitung dengan Match Factor. Setelah dapat nilai faktor keserasian kerja dari hasil perhitungan kemudian dianalisis untuk mengetahui keserasian kerja pada alat gali muat dan alat angkut yang digunakan.

Faktor Keserasian KerjaAlat (*Match Factor*)

Faktor keserasian biasanya digunakan untuk mengetahui jumlah alat angkut yang sesuai (serasi) untuk melayani satu unit alat gali muat.

$$MF = \frac{\text{NT x CL}}{\text{NL x CT}} \quad (1)$$

Dimana NT merupakan jumlah alat angkut, CL merupakan waktu alat gali-muat sampai mengisi penuh, NL merupakan jumlah alat gali-muat, dan CT merupakan waktu edar alat angkut di luar waktu tunggu.

Faktor keserasian kerja alat gali-muat dan alat angkut akan mencapai 100% apabila MF = 1, sedangkan MF < 1 maka alat gali-muat bekerja< 100% sedangkan alat angkut bekerja 100%, sebaliknya bila MF > 1 alat gali-muat bekerja 100% dan alat angkut bekerja < 100%.

Waktu Edar Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis untuk menyelesaikan sekali putaran kerja, dari mulai kerja sampai dengan selesai dan bersiap untuk memulainya kembali.

1. Waktu Edar Alat Gali Muat

[8] Total waktu siklus pada alat muat (CTm) terdiri dari waktu penggalian (Tm_1), mengayun berisi (Tm_2), menumpahkan muatan (Tm_3), dan mengayun kosong (Tm_4).

$$CTm = Tm_1 + Tm_2 + Tm_3 + Tm_4 \quad (2)$$

2. Waktu Edar Alat Angkut

[9] Waktu edar alat angkut (*dump truck*) (CTa) terdiri dari waktu menunggu alat untuk dimuat (Ta_1), waktu mengatur posisi untuk dimuati (Ta_2), waktu diisi muatan (Ta_3), waktu mengangkut muatan (Ta_4), waktu dumping (Ta_5), dan waktu kembali kosong (Ta_6).

$$CTa = Ta_1 + Ta_2 + Ta_3 + Ta_4 + Ta_5 + Ta_6 \quad (3)$$

HASIL DAN DISKUSI

Pada kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup alat mekanis yang digunakan yaitu alat gali-muat 1 (satu) unit *excavator* jenis komatsu PC 850-SE8 dengan kapasitas *bucket* 4,3 m^3dengan alat angkut 4 (empat) unit *Articulated Dump Truck* (ADT) jenis Terex TA 400 kapasitas bak 38 ton.

Lokasi pengamatan kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup pada pit 08 di PT Akbar Mitra Jaya dengan lebar *loading point* sebesar ± 45 meter sudah baik untuk alat gali-muat dan alat angkut untuk bermanuver. Pola pemuatan material dilakukan secara *top loading* dengan sistem gerak alat angkut *parallel cut* dengan metode *singleback up*.

Keadaan jalan angkut kurang baik karena jalan angkut bergelombang menghambat proses pengangkutan dan jalan yang berdebu pada saat material penyusun jalan kering.

Kegiatan perawatan jalan harus dilakukan dengan 1 unit *grader* untuk melakukan perataan jalan yang bergelombang serta 1 unit water tank untuk melakukan penyiraman jalan secara berkala sepanjang jalan pengangkutan dari *loading point* menuju area *dumping point.*

***Cycle Time* Alat Gali Muat dan Alat Angkut**

- ***Cycle Time* Alat Gali Muat**

Cycle time alat gali muat adalah waktu gali, waktu ayun berisi, waktu tumpah dan waktu ayun kosong. Waktu gali adalah 7,44 detik, waktu ayun berisi 5,12 detik, waktu tumpah 4,98 detik dan waktu ayun kosong adalah 5,20 detik. Total waktu edar alat gali muat yang didapat adalah sebesar 22,75 detik (lihat pada Tabel-1).

Tabel-1 *Cycle Time* Alat Gali Muat

Siklus Kegiatan	Waktu (detik)
Waktu Gali	7,44
Waktu Ayun Berisi	5,12
Waktu Tumpah	4,98
Waktu Ayun Kosong	5,20
Total	22,75

- ***Cycle Time* Alat Angkut**

Cycle time Alat Angkutadalah waktu manuver muat, waktu muat, waktu angkut, waktu manuver tumpah, waktu tumpah dan waktu kembali. Waktu manuver muat adalah 49,56 detik, waktu muat 93,93 detik, waktu angkut 293,05, waktu manuver tumpah 41,50 detik, waktu tumpah 26,19 detik dan waktu kembali 277,51 detik. Total waktu edar alat angkut yang didapat adalah sebesar 781,74 detik (lihat pada Tabel-2).

Tabel-2*Cycle Time* Alat Angkut

Siklus Kegiatan	Waktu (detik)
Waktu Manuver Muat	49,56
Waktu Muat	93,93
Waktu Angkut	293,05
Waktu Manuver Tumpah	41,50
Waktu Tumpah	26,19
Waktu Kembali	277,51
Total	781,74

Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Pada hasil perhitungan diperolah produktivitas alat gali muat adalah sebesar 211.24 bcm/jam sedangkan produktivitas alat angkut sebesar 279.61 bcm/jam (lihat pada Tabel-3).

Tabel-3 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Alat	Produktivitas (bcm/jam)	Target (bcm/jam)
PC-850SE-8	211,24	300
TEREX TA 400	279,61	300

Faktor Keserasian Kerja (*Match Factor*)

Match *factor* merupakan keserasian kerja antara alat muat dengan alat angkut. Berdasarkan hasil perhitungan dari data lapangan, nilai *match factor* untuk 1 unit *Komatsu PC 850SE-8* dengan 4 unit alat angkut *articulate dump truck TEREX TA 400* adalah 0.56 dimana MF < 1 sehingga alat muat bekerja kurang dari 100% sedangkan alat angkut bekerja 100%, sehingga terdapat waktu tunggu pada alat gali muat.

Faktor-faktor yang mempengaruhi keserasian alat mekanis

Faktor-faktor yang mempengaruhi keserasian alat gali muat dan alat angkut adalah sebagai berikut:

1. Kondisi jalan angkut yang bergelombang mempengaruhi kinerja alat angkut karena kondisi seperti ini dapat menghambat proses pengangkutan. Biasanya kondisi jalan angkut yang bergelombang disebabkan hujan dan material jalan menjadi becek. Sedangkan kondisi jalan angkut yang berdebu juga akan mempengaruhi proses pengangkutan karena apabila jalan berdebu pada saat musim panas maka akan mempengaruhi pandangan pengemudi pada saat berselisihan dijalan dengan alat angkut yang lainnya.
2. Kondisi *Dumping Point* yang sempit dapat menyebabkan antrian pada saat proses dumping sehingga terjadi waktu tunggu pada saat waktu tumpah kondisi seperti ini dapat menghambat proses pemuatan dan pengangkutan material.

Upaya Perbaikan Faktor Keserasian Kerja dengan Perbaikan *Cycle Time* pada Alat Angkut

[10,11] Simulasi perbaikan pada *cycle time* alat angkut agar nilai pada faktor keserasian kerja sama dengan 1. Perbaikan dapat dilihat pada Tabel-4.

Tabel-4 Perbaikan *Cycle Time* Alat Angkut

Siklus Kegiatan	Aktual (detik)	Simulasi (detik)	Selisih (detik)
Waktu manuver muat	49,56	26,33	23,23
Waktu muat	93,93	61,32	32,61
Waktu angkut	293,05	249,825	43,225
Waktu manuver tumpah	41,5	32,19	9,31
Waktu tumpah	26,19	23,06	3,13
Waktu kembali	277,51	244,79	32,72
Total	781,74	637,515	144,225

Upaya Perbaikan *Match Factor* dengan Penambahan Alat Angkut

Nilai faktor keserasian kerja setelah dilakukan penambahan jumlah alat angkut pada kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup lebih baik dibandingkan dengan nilai faktor keserasian kerja sebelumnya. Peningkatan faktor keserasian kerja sama dengan satu, akan mengurangi waktu yang terbuang karena adanya waktu tunggu sehingga dapat memaksimalkan produksi.

Tabel-5 Penambahan Alat Angkut

NT (unit)	CTm (detik)	NL (unit)	CTa (detik)	MF	Keterangan
4	22,75	1	637,51	0,69	PC menunggu
5	22,75	1	637,51	0,87	PC menunggu
6	22,75	1	637,51	1,04	Sinkron

Dapat dilihat dari Tabel-5 bahwa pada perhitungan perbaikan faktor keserasian kerja dengan perbaikan *cycle time* jumlah alat angkut yang sama dengan aktual didapatkan nilai MF sebesar 0,69 dimana MF < 1 masih terdapat waktu tunggu pada alat gali muat. Setelah itu dilakukan dengan penambahan alat angkut sebanyak 1 unit dari hasil perhitungan nilai MF yang didapatkan adalah sebesar 0,87 dimana MF < 1 atau mendekati 1 dimana masih terdapat waktu tunggu untuk alat gali muat dan setelah dilakukan adanya penambahan alat kembali sebanyak 2 unit alat angkut maka didapatkan nilai MF = 1 dimana apabila nilai faktor keserasian kerja sama dengan satu maka tidak ada waktu tunggu bagi alat gali muat maupun alat angkut jadi keserasian kerja alat gali muat dan alat angkut adalah serasi atau sinkron.

Keserasian Alat Gali Muat dan Alat Angkut Setelah Perbaikan

Berdasarkan hasil pengolahan data nilai MF aktual pada pit 8 yaitu 0,56 atau alat gali muat lebih banyak menunggu. Setelah dilakukan simulasi keserasian pada alat gali muat dan alat angkut diperoleh nilai MF sebesar 0,71 atau hamper mendekati 1. Hasil simulasi tersebut dilakukan dengan menambahkan 1 unit alat angkut. Sebaiknya alternatif simulasi ini yang dipilih karena nilai MF mendekati 1 dan produksi dapat tercapai sesuai target yang diinginkan. Perbaikan dapat dilihat pada tabel-6.

Tabel-6 Keserasian Alat Mekanis Setelah Perbaikan

NT (unit)	CTm (detik)	NL (unit)	CTa (detik)	MF
4	22,75	1	781,74	0,56
6	22,75	1	637,515	1,04

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tugas akhir ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut yaitu:

1. Target produktivitas alat gali muat dan alat angkut adalah 300 bcm/jam.
2. Produktivitas aktual alat gali muat adalah sebesar 211,24 bcm/jam dengan efisiensi kerja 40,85 % dan produktivitas alat angkut 282,19 bcm/jam dengan efisiensi kerja 93,69 %.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi keserasian alat gali muat dan alat angkut yang terjadi pada saat penelitian dilapangan:
   a. Kondisi jalan angkut yang bergelombang dan berdebu dapat menghambat proses pengangkutan.
   b. Kondisi *dumping area* yang sempit membuat alat angkut susah untuk bermanuver sehingga terdapat waktu tunggu pada saat proses penumpahan material di *dumping area*.
4. Keserasian alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup belum mencapai keserasian kerja, dimana nilai faktor keserasian kerja 0,56 atau kurang dari 1. Maka perlu dilakukannya penambahan alat angkut agar nilai faktor keserasian kerja mendekati atau menjadi sama dengan 1. Keserasian kerja dengan nilai faktor keserasian kerja sama dengan 1 akan menghasilkan kegiatan produksi yang optimal dan efisien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Mama, Dosen Pembimbing dan PT Akbar Mitra Jaya yang telah memberi dukungan dalam bentuk finansial, fasilitas, atau legalitas terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] E. Suwandi, A. Annisa, and K. S. Putri, "Evaluasi produktivitas alat gali muat untuk material overburden di CV Gunung Sambung," *Jurnal Himasapta,* vol. 7, no. 2, pp. 97-102, 2022.

[2] Y. Lisnawati, U. Saismana, and E. Santoso, "Pengaruh coverage terhadap produktivitas alat gali-muat di PT Pama Persada Nusantara jobsite PT Adaro Indonesia," *Jurnal Himasapta,* vol. 6, no.2, pp. 105-110, 2021.

[3] F. A. Putra, E. Santoso, and K. S. Putri, "Kajian optimasi kombinasi peralatan mekanis pada kegiatan backfilling tambang PD Baramarta Provinsi Kalimantan Selatan," *Jurnal Himasapta,* vol. 6, no. 2, pp. 73-78, 2021.

[4] E. Santoso, *et al*., "Aplikasi pendekatan metode probabilistik dalam menentukan match factor alat mekanis di PT Sinar Nirwana Sari," *Jurnal Himasapta,* vol. 8, no. 2, pp. 73-82, 2023.

[5] A. Assidiqi, *et al*., "Optimalisasi Produktivitas Alat Gali Muat dan Angkut pada Kegiatan Pengupasan Overburden untuk Mencapai Target Produksi Optimizing Productivity of Digging-Loading and Hauling Equipment on Overburden Stripping Activity to Achieve Production Targets," *Jurnal GEOSAPTA,* vol. 8, no .02, 2022.

[6] Z. M. H. Fraditos, Y. S. Novianti, and K. S. Putri, "Kajian keserasian jumlah alat mekanis dengan fleet yang heterogen pada aktivitas pemuatan batubara di Stockpile CP 02 PT Binuang Mitra Bersama," *Prosiding Temu Profesi Tahunan PERHAPI,* pp. 531-538, 2020.

[7] R. Erwanda, A. Y. Ridwan, and P. S. Muttaqin, "Optimization of Heavy Equipment Costs in Coal Mining Overburden Production Using Match Factor and Linear Programming," *Conference on Broad Exposure to Science and Technology 2021 (BEST 2021)*. Atlantis Press, 2022.

[8] A. Molaei, *et al*. "Automatic estimation of excavator actual and relative cycle times in loading operations," *Automation in Construction,* vol. 156, p.105080, 2023.

[9] A. Soofastaei, *et al.* "A discrete-event model to simulate the effect of truck bunching due to payload variance on cycle time, hauled mine materials and fuel consumption," *International journal of mining science and technology,* vol. 26, no. 5, pp. 745-752, 2016.

[10] E. S. P. Yuda, A. Triantoro, and U. Saismana, "Evaluasi pembongkaran overburden berdasarkan target produksi bulanan di PT Bhima Sakti Bersaudara," *Jurnal Himasapta,* vol. 7, no. 1, pp. 17-20, 2022.

[11] D. Anggara, F. Franto, and G. Guskarnali, "Evaluasi match factor alat gali-muat dan angkut untuk meningkatkan produktivitas stripping overburden PT Cipta Kridatama," *Jurnal Himasapta,* vol. 9, no. 1, pp. 13-20, 2024.

[12] *Laporan Eksplorasi Tambang Batubara*, PT Akbar Mitra Jaya, Kalimantan Selatan, 2014, hal. 2,20

[13] *Specifications & Application Handbook*, Komatsu, Japan, 2017.

[14] *Specifications Articulate Dump Truck Generation 10*, Terex, NewHouse Industrial Estate, Motherwell, 2017.