ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN ALAT GALI – MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA CV EKA MANDIRI JAYA

Ananda Adi D[1], Jusfarida[2]
[1,2]Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: nandaadidewantara@gmail.com, jusfarida@itats.ac.id

ABSTRACT

This research was conducted at the andesite stone mining operation of CV Eka Mandiri Jaya, Argomulyo District, Salatiga City, Central Java Province. The study focused on evaluating the efficiency of loading and hauling equipment used in the mining operation. The objectives were to analyze actual equipment performance, evaluate equipment efficiency based on effective working time and cycle time, determine equipment availability, evaluate equipment compatibility, identify factors causing inefficiency, and determine equipment requirements to achieve the company's production target. A descriptive quantitative method was applied through field observations, cycle time measurements, interviews, and documentation. The analyzed parameters included working time, operational delays, equipment specifications, production targets, swell factor, bucket fill factor, and equipment productivity. The results showed that the Kobelco SK200 excavator had an actual productivity of 33.75 BCM/hour or 84.375 tons/hour, while the Hino 130 HD had a productivity of 25.59 BCM/hour or 63.97 tons/hour. The excavator working efficiency was 74%, with an effective working time of 10,419 minutes per month. Mechanical Availability was 90.4%, Physical Availability was 91.4%, and Use of Availability was 91.4%. The production capability of one excavator reached 69,862.5 BCM/year, while the company's production target was 138,360 m³/year. The equipment requirement calculation resulted in 1.9 units, which was rounded to 2 excavators. The actual Match Factor of 2.53 indicated that the compatibility between loading and hauling equipment was not optimal and that potential truck waiting time existed. Inefficiency was influenced by idle time, hauling road conditions, operational obstacles, suboptimal coordination, and less han optimal bucket filling. Efficiency improvement should focus on reducing delays, improving haul road conditions, preventive maintenance, optimizing equipment matching, and improving operator competence.

Kata kunci: *availability, cycle time, equipment efficiency, Kobelco SK200 excavator, productivity*

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan pada kegiatan penambangan batu andesit di CV Eka Mandiri Jaya, Kecamatan Argomulyo, Kota Salatiga, Provinsi Jawa Tengah, dengan fokus pada efisiensi penggunaan alat gali-muat dan alat angkut. Penelitian bertujuan menganalisis kinerja aktual alat, mengevaluasi efisiensi berdasarkan waktu kerja efektif dan cycle time, menentukan availability, mengevaluasi keserasian alat, mengidentifikasi penyebab ketidakefisienan, serta menentukan kebutuhan alat untuk mencapai target produksi. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pengumpulan data melalui observasi lapangan, pengukuran cycle time, wawancara, dan dokumentasi. Data yang dianalisis meliputi waktu kerja, hambatan kerja, spesifikasi alat, target produksi, swell factor, bucket fill factor, serta produktivitas alat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa excavator Kobelco SK200 memiliki produktivitas aktual sebesar 33,75 BCM/jam atau 84,375 ton/jam, sedangkan Hino 130 HD memiliki produktivitas sebesar 25,59 BCM/jam atau 63,97 ton/jam. Efisiensi kerja excavator sebesar 74% dengan waktu kerja efektif 10.419 menit per bulan. Nilai Mechanical Availability sebesar 90,4%, Physical Availability sebesar 91,4%, dan Use of Availability sebesar 91,4%. Kemampuan produksi satu unit excavator mencapai 69.862,5 BCM/tahun, sedangkan target produksi perusahaan sebesar 138.360 m³/tahun. Perhitungan kebutuhan alat menghasilkan 1,9 unit sehingga dibulatkan menjadi 2 unit excavator. Match Factor aktual sebesar 2,53 menunjukkan keserasian kerja alat belum optimal dan terdapat potensi waktu tunggu. Ketidakefisienan dipengaruhi idle time, kondisi jalan angkut, hambatan operasional, koordinasi yang belum optimal, serta bucket fill factor yang belum maksimal. Peningkatan efisiensi diarahkan melalui perawatan jalan, pengurangan waktu tunggu, disiplin operasional, preventive maintenance, optimalisasi match factor, dan peningkatan kompetensi operator secara berkelanjutan sesuai kondisi operasional dan target produksi perusahaan yang telah ditetapkan.

Kata kunci: availability, cycle time, efisiensi kerja, excavator Kobelco SK200, produktivitas

PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan membutuhkan penggunaan peralatan mekanis yang efektif dan efisien agar target produksi yang telah ditetapkan perusahaan dapat tercapai. Penggunaan alat gali-muat dan alat angkut merupakan salah satu bagian penting dalam kegiatan pemindahan material karena kinerja kedua jenis alat tersebut secara langsung berhubungan dengan kemampuan produksi tambang. Efisiensi penggunaan alat tidak hanya ditentukan oleh kapasitas alat, tetapi juga dipengaruhi oleh waktu edar, waktu kerja efektif, kondisi alat, kondisi operasional, serta keserasian antara alat gali-muat dan alat angkut.

Pada kegiatan penambangan, penggunaan alat mekanis yang belum optimal dapat menyebabkan terjadinya waktu tunggu, idle time, maupun hambatan operasional yang pada akhirnya menurunkan produktivitas. Cycle time menjadi salah satu parameter penting karena peningkatan waktu edar akan menyebabkan jumlah siklus kerja yang dapat dilakukan alat menjadi lebih sedikit. Kondisi jalan angkut, hambatan selama perjalanan, waktu tunggu pada proses pemuatan, serta koordinasi antara operator alat gali-muat dan alat angkut juga dapat memengaruhi produktivitas sistem pemindahan material.

CV Eka Mandiri Jaya merupakan perusahaan yang melakukan kegiatan penambangan material batu andesit di Kecamatan Argomulyo, Kota Salatiga, Provinsi Jawa Tengah. Dalam kegiatan operasionalnya digunakan excavator Kobelco SK200 sebagai alat gali-muat dan Hino 130 HD sebagai alat angkut. Berdasarkan kondisi operasional yang diamati, masih terdapat hambatan yang dapat memengaruhi efisiensi penggunaan alat. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi terhadap kinerja aktual alat untuk mengetahui produktivitas, efisiensi kerja, availability, serta keserasian antara alat gali-muat dan alat angkut.

Analisis efisiensi dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa parameter teknis, yaitu waktu kerja efektif, cycle time, Mechanical Availability, Physical Availability, Use of Availability, produktivitas, dan Match Factor. Parameter tersebut digunakan untuk memberikan gambaran mengenai kemampuan aktual alat serta mengetahui apakah penggunaan alat telah berjalan secara optimal atau masih terdapat peluang peningkatan efisiensi.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja aktual excavator Kobelco SK200 dan Hino 130 HD, mengevaluasi efisiensi penggunaan alat berdasarkan waktu kerja efektif, cycle time dan produktivitas, menentukan nilai availability alat, mengevaluasi keserasian alat gali-muat dan alat angkut, mengidentifikasi faktor penyebab ketidakefisienan, serta memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan efisiensi penggunaan alat pada kegiatan penambangan di CV Eka Mandiri Jaya.

TINJAUAN PUSTAKA

Alat berat merupakan komponen penting dalam kegiatan pertambangan karena berperan dalam proses penggalian, pemuatan, pengangkutan, dan pemindahan material. Penggunaan alat berat yang tepat dapat meningkatkan efisiensi waktu, produktivitas, dan keselamatan kerja. Dalam kegiatan penambangan, alat gali-muat seperti excavator digunakan untuk menggali dan memuat material, sedangkan dump truck digunakan untuk mengangkut material menuju lokasi pengolahan atau penimbunan. Pemilihan dan penggunaan alat harus disesuaikan dengan kondisi lapangan, karakteristik material, kapasitas alat, serta kebutuhan produksi agar kegiatan penambangan dapat berjalan secara efektif dan efisien.

Produktivitas alat berat dipengaruhi oleh beberapa faktor teknis dan operasional, antara lain *bucket fill factor, swell factor*, efisiensi kerja, density, dan *cycle time*. *Bucket fill factor* merupakan perbandingan antara volume nyata material yang terisi dalam bucket dengan kapasitas teoritis bucket. Nilai tersebut menunjukkan tingkat pemanfaatan kapasitas alat gali-muat dalam kondisi aktual. Sementara itu, *swell factor* menunjukkan perubahan volume material dari kondisi asli (insitu) menjadi kondisi lepas *(loose)* setelah proses penggalian. Kedua parameter tersebut perlu diperhitungkan karena berpengaruh terhadap kapasitas pemuatan, volume material, dan produktivitas alat.

Efisiensi kerja merupakan perbandingan antara waktu kerja efektif dengan waktu kerja tersedia. Nilai efisiensi kerja dipengaruhi oleh berbagai hambatan, seperti kerusakan alat, waktu tunggu, keterlambatan operasional, dan kondisi lapangan. Semakin besar proporsi waktu yang dapat digunakan secara efektif,

ISSN 2775-5630

semakin tinggi pula efisiensi kerja alat. Selain itu, density material digunakan untuk menentukan hubungan antara volume dan tonase material sehingga menjadi parameter penting dalam perhitungan kapasitas produksi alat.

Cycle time atau waktu edar merupakan waktu yang diperlukan alat mekanis untuk menyelesaikan satu siklus kerja. Pada alat gali-muat, *cycle time* terdiri atas waktu penggalian, swing dengan muatan, penumpahan material, dan swing dalam kondisi kosong. Sementara pada alat angkut, *cycle time* meliputi waktu mengambil posisi pemuatan, pemuatan, perjalanan bermuatan, mengambil posisi dumping, penumpahan, dan perjalanan kembali dalam kondisi kosong. Semakin kecil *cycle time*, semakin banyak siklus yang dapat dilakukan dalam satu satuan waktu sehingga produktivitas alat berpotensi meningkat.

Keserasian antara alat gali-muat dan alat angkut dapat dianalisis menggunakan *match factor*. Parameter ini digunakan untuk mengetahui keseimbangan antara jumlah dan kemampuan alat gali-muat dengan alat angkut dalam suatu sistem kerja. Nilai *match factor* yang tidak seimbang dapat menyebabkan waktu tunggu, *idle time*, atau antrean sehingga menurunkan efisiensi dan produktivitas operasi. Oleh karena itu, analisis *match factor* diperlukan untuk mengevaluasi keserasian sistem pemuatan dan pengangkutan serta menentukan peluang optimalisasi jumlah alat yang digunakan.

Produktivitas alat menunjukkan kemampuan alat dalam menghasilkan material per satuan waktu dan dipengaruhi oleh kapasitas alat, *cycle time*, efisiensi kerja, *bucket fill factor*, serta *swell factor*. Perhitungan produktivitas alat gali-muat dan alat angkut digunakan untuk mengevaluasi kinerja aktual alat dan mengetahui kemampuan sistem dalam mencapai target produksi. Selain produktivitas, ketersediaan alat (*availability*) juga menjadi indikator penting dalam menilai kesiapan dan pemanfaatan alat. Parameter yang digunakan meliputi *Physical Availability* (PA), yang menunjukkan tingkat kesiapan fisik alat untuk beroperasi, serta *Use of Availability* (UA), yang menunjukkan tingkat pemanfaatan alat yang tersedia untuk kegiatan produksi.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa *cycle time*, efisiensi kerja, *availability*, produktivitas, dan *match factor* merupakan parameter penting dalam evaluasi kinerja alat gali-muat dan alat angkut. Hasil penelitian sebelumnya pada kegiatan penambangan batu andesit maupun material lainnya menunjukkan bahwa ketidakseimbangan alat dan tingginya waktu tunggu dapat menyebabkan rendahnya produktivitas serta diperlukan evaluasi terhadap jumlah dan kinerja alat. Berdasarkan kajian tersebut, penelitian mengenai analisis efisiensi penggunaan Excavator Kobelco SK200 dan Dump Truck Hino 130 HD pada CV Eka Mandiri Jaya relevan dilakukan untuk mengevaluasi kinerja aktual alat, efisiensi kerja, ketersediaan alat, keserasian alat, serta produktivitas dalam mendukung pencapaian target produksi.



Peta Lokasi Penelitian

ISSN 2775-5630

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data penelitian diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, pengukuran waktu edar atau cycle time, wawancara, serta dokumentasi. Objek penelitian difokuskan pada peralatan mekanis utama yang digunakan dalam kegiatan pemuatan dan pengangkutan material, yaitu satu unit excavator Kobelco SK200 sebagai alat gali-muat dan dump truck Hino 130 HD sebagai alat angkut.

Pengumpulan data dilakukan terhadap waktu kerja alat, waktu hambatan, cycle time, spesifikasi alat, kapasitas bucket, bucket fill factor, swell factor, jumlah alat, serta target produksi perusahaan. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung produktivitas alat, efisiensi kerja, availability, kemampuan produksi, kebutuhan alat, dan Match Factor.

Analisis produktivitas excavator dilakukan berdasarkan kapasitas bucket, bucket fill factor, swell factor, cycle time, dan efisiensi kerja. Produktivitas alat angkut dianalisis berdasarkan kapasitas angkut dan waktu edar. Evaluasi availability dilakukan dengan menghitung Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), dan Use of Availability (UA). Selanjutnya dilakukan perhitungan kemampuan produksi alat per hari, per bulan, dan per tahun serta perhitungan kebutuhan alat berdasarkan target produksi perusahaan.

Keserasian antara alat gali-muat dan alat angkut dianalisis menggunakan Match Factor. Dalam kondisi aktual, sistem pemindahan material menggunakan satu unit excavator Kobelco SK200 dan tujuh unit dump truck Hino 130 HD. Data cycle time yang digunakan dalam analisis Match Factor berasal dari hasil pengamatan lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengumpulan data dan observasi lapangan, excavator Kobelco SK200 digunakan sebagai alat utama dalam kegiatan penggalian dan pemuatan material. Alat tersebut dipilih dengan mempertimbangkan kapasitas bucket, kemampuan kerja, efisiensi operasional, kemudahan perawatan, dan faktor ekonomis yang sesuai dengan kondisi kegiatan penambangan.

Tabel 1. Spesifikasi Excavator Kobelco SK200

Parameter	**Nilai**
Ukuran bucket	0,93 m^3
Berat alat	21.100–21.600 kg
Daya mesin	114 kW
Maksimal penggalian titik tertinggi	9,9 m
Maksimal dumping	6,91 m
Maksimal kedalaman penggalian	6,7 m
Kapasitas tangki	320 liter
Kecepatan swing maksimal	13,3 rpm

Sumber: Data Penelitian, 2026.

Alat angkut yang digunakan adalah Hino 130 HD dengan kapasitas bak sebesar 6 m^3. Spesifikasi alat angkut yang diperoleh dari data penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Hino 130 HD

ISSN 2775-5630

Parameter	**Nilai**
Kapasitas bak	6 m^3
Berat kosong	2.355 kg
Daya mesin	96 kW
Kapasitas tangki	100 liter
Kecepatan maksimum	103 km/jam
Daya tanjak maksimum	39,60%
Tipe mesin	Diesel Turbo Intercooler
Isi silinder	4.009 cc
Konfigurasi roda	4 × 2

Sumber: Data Penelitian, 2026.

Efisiensi kerja merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kemampuan produksi alat. Berdasarkan hasil penelitian, efisiensi kerja excavator Kobelco SK200 sebesar 74%, dengan waktu kerja efektif sebesar 10.419 menit per bulan. Nilai tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat waktu yang tidak sepenuhnya digunakan untuk kegiatan produktif.

Cycle time excavator Kobelco SK200 diperoleh sebesar 43,6 detik. Waktu tersebut terdiri atas beberapa aktivitas kerja, yaitu waktu loading sebesar 19,7 detik, swing loaded sebesar 5,5 detik, dumping sebesar 5,8 detik, dan swing empty sebesar 12,6 detik. Cycle time dump truck Hino 130 HD berdasarkan hasil pengamatan sebesar 481,1 detik.

Tabel 3. Cycle Time Peralatan

Peralatan	**Cycle Time**
Excavator Kobelco SK200	43,6 detik
Hino 130 HD	481,1 detik

Sumber: Data Penelitian, 2026.

Produktivitas aktual excavator Kobelco SK200 berdasarkan hasil pengolahan data sebesar 33,75 BCM/jam atau 84,375 ton/jam. Sementara itu, produktivitas Hino 130 HD sebesar 25,59 BCM/jam atau 63,97 ton/jam. Produktivitas tersebut menggambarkan kemampuan aktual peralatan dalam kondisi operasional yang diamati.

Tabel 4. Produktivitas Aktual Alat

Alat	**Produktivitas**
Excavator Kobelco SK200	33,75 BCM/jam
Hino 130 HD	25,59 BCM/jam

Sumber: Data Penelitian, 2026.

ISSN 2775-5630

Produktivitas alat dipengaruhi oleh cycle time, efisiensi kerja, kapasitas bucket, bucket fill factor, swell factor, serta kondisi operasional di lapangan. Semakin besar cycle time, semakin sedikit siklus yang dapat dilakukan dalam satu satuan waktu. Sebaliknya, pengurangan hambatan dan waktu tunggu dapat meningkatkan jumlah siklus dan produktivitas alat. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya pengelolaan waktu kerja dalam sistem pemindahan material. Availability digunakan untuk menggambarkan tingkat kesiapan dan pemanfaatan alat dalam kegiatan operasional. Berdasarkan hasil penelitian, nilai Mechanical Availability excavator Kobelco SK200 sebesar 90,4%, Physical Availability sebesar 91,4%, dan Use of Availability sebesar 91,4%.

Tabel 5. Nilai Availability Excavator Kobelco SK200

Parameter	**Nilai**
Mechanical Availability	90,4%
Physical Availability	91,4%
Use of Availability	91,4%
Efisiensi kerja	74%
Waktu kerja efektif	10.419 menit/bulan

Sumber: Data Penelitian, 2026.

Nilai availability menunjukkan bahwa secara kondisi mekanis alat masih berada dalam kondisi yang layak untuk digunakan. Namun, nilai availability yang relatif tinggi tidak secara otomatis menunjukkan bahwa produktivitas telah optimal. Efisiensi kerja tetap dipengaruhi oleh waktu hambatan, waktu tunggu, kondisi lapangan, dan pemanfaatan alat selama jam kerja.

Berdasarkan hasil perhitungan, excavator Kobelco SK200 memiliki produktivitas sebesar 33,75 BCM/jam. Dengan rata-rata waktu kerja efektif sebesar 6,9 jam per hari dan 25 hari kerja per bulan, kemampuan produksi alat mencapai 232,8 BCM per hari dan 5.821,8 BCM per bulan. Dengan 297 hari kerja per tahun, kemampuan produksi mencapai 69.862,5 BCM per tahun.

Tabel 6. Kemampuan Produksi Excavator Kobelco SK200

Periode	**Kemampuan Produksi**
Per hari	232,8 BCM
Per bulan	5.821,8 BCM
Per tahun	69.862,5 BCM

Sumber: Pengolahan Data, 2026.

Target produksi perusahaan ditetapkan sebesar 11.530 m^3 per bulan atau 138.360 m^3 per tahun. Jika dibandingkan dengan kemampuan produksi satu unit excavator sebesar 69.862,5 m^3 per tahun, kemampuan satu unit alat belum mencukupi target produksi tahunan perusahaan.

Tabel 7. Perbandingan Target Produksi dan Kemampuan Alat

Komponen	**Nilai**
Target produksi per bulan	11.530 m^3

ISSN 2775-5630

Target produksi per tahun	138.360 m^3
Kemampuan produksi alat per tahun	69.862,5 m^3
Rata-rata waktu kerja efektif	6,9 jam/hari
Hari kerja per tahun	297 hari

Sumber: Pengolahan Data, 2026.

Hasil perhitungan kebutuhan alat menunjukkan nilai sebesar 1,9 unit. Karena alat berat tidak dapat digunakan dalam bentuk pecahan unit, kebutuhan tersebut dibulatkan menjadi 2 unit excavator. Dengan demikian, berdasarkan perhitungan dalam penelitian, diperlukan dua unit alat gali-muat untuk mendukung pencapaian target produksi tahunan sebesar 138.360 m^3.

Kegiatan pemuatan dan pengangkutan material pada kondisi aktual menggunakan satu unit excavator Kobelco SK200 dan tujuh unit dump truck Hino 130 HD. Cycle time excavator sebesar 43,6 detik, sedangkan cycle time dump truck sebesar 481,1 detik. Berdasarkan perhitungan Match Factor diperoleh nilai sebesar 2,53.

Tabel 8. Kondisi Aktual untuk Perhitungan Match Factor

Parameter	**Nilai**
Jumlah excavator	1 unit
Cycle time excavator	43,6 detik
Jumlah pengisian ke vessel	4 kali
Jumlah dump truck	7 unit
Cycle time dump truck	481,1 detik
Match Factor	2,53

Sumber: Data Penelitian, 2026.

Nilai Match Factor sebesar 2,53 menunjukkan bahwa keserasian kerja antara alat gali-muat dan alat angkut belum optimal karena nilai Match Factor lebih besar dari 1. Kondisi tersebut menunjukkan adanya potensi waktu tunggu pada dump truck sebelum memperoleh giliran untuk dimuati. Dalam kondisi aktual, excavator bekerja melayani tujuh unit dump truck sehingga kapasitas pelayanan alat gali-muat belum seimbang dengan jumlah alat angkut yang tersedia.

Kondisi tersebut menjadi salah satu faktor yang menyebabkan pemanfaatan alat belum optimal. Ketidakseimbangan jumlah alat dapat menyebabkan sebagian alat angkut mengalami waiting time. Oleh karena itu, pengaturan komposisi alat dan sistem operasional perlu diperhatikan agar waktu tunggu dapat diminimalkan dan produktivitas sistem dapat ditingkatkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketidakefisienan penggunaan alat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor tersebut meliputi idle time, kondisi jalan angkut, hambatan operasional, koordinasi antara alat gali-muat dan alat angkut yang belum optimal, serta pengisian bucket yang belum maksimal. Faktor-faktor tersebut dapat meningkatkan waktu edar dan mengurangi waktu produktif alat.

Kondisi jalan angkut memiliki pengaruh terhadap waktu edar dump truck. Jalan yang kurang optimal dapat meningkatkan waktu perjalanan sehingga jumlah ritase yang dapat dilakukan menjadi lebih rendah. Selain itu, koordinasi antara operator excavator dan operator dump truck perlu ditingkatkan agar kedatangan alat angkut dapat disesuaikan dengan proses pemuatan. Dengan koordinasi yang lebih baik, waktu tunggu dapat dikurangi.

Bucket fill factor juga menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan karena tingkat pengisian bucket akan berpengaruh terhadap jumlah material yang dapat dipindahkan pada setiap siklus. Optimalisasi pengisian bucket perlu dilakukan dengan tetap mempertimbangkan kondisi material dan kemampuan alat.

Peningkatan efisiensi penggunaan alat dapat dilakukan melalui pengurangan waktu hambatan dan waktu tunggu, perbaikan kondisi jalan angkut, optimalisasi bucket fill factor, pengurangan cycle time, preventive maintenance, serta peningkatan koordinasi antara operator excavator dan dump truck. Selain itu, penyesuaian jumlah alat angkut dengan kapasitas alat gali-muat diperlukan untuk meningkatkan keserasian sistem kerja.

Pemeliharaan jalan angkut secara berkala diperlukan untuk menjaga kondisi jalan tetap mendukung kegiatan pengangkutan. Preventive maintenance juga penting untuk mempertahankan kondisi mekanis alat sehingga waktu kehilangan produksi akibat kerusakan dapat diminimalkan. Peningkatan kompetensi operator dapat dilakukan melalui pengarahan dan evaluasi operasional secara berkala sehingga metode pengoperasian alat dapat berlangsung lebih efektif.

Secara keseluruhan, peningkatan efisiensi tidak hanya bergantung pada penambahan jumlah alat, tetapi juga membutuhkan pengelolaan sistem kerja secara menyeluruh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa evaluasi produktivitas, availability, cycle time, dan Match Factor perlu dilakukan secara terpadu agar penggunaan alat gali-muat dan alat angkut dapat mendukung pencapaian target produksi secara lebih efektif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, excavator Kobelco SK200 memiliki produktivitas aktual sebesar 33,75 BCM/jam atau 84,375 ton/jam, sedangkan Hino 130 HD memiliki produktivitas sebesar 25,59 BCM/jam atau 63,97 ton/jam. Efisiensi kerja excavator sebesar 74% dengan waktu kerja efektif sebesar 10.419 menit per bulan. Nilai Mechanical Availability sebesar 90,4%, Physical Availability sebesar 91,4%, dan Use of Availability sebesar 91,4%.

Kemampuan produksi satu unit excavator Kobelco SK200 berdasarkan kondisi operasional penelitian mencapai 232,8 BCM per hari, 5.821,8 BCM per bulan, dan 69.862,5 BCM per tahun. Nilai tersebut belum mampu memenuhi target produksi perusahaan sebesar 11.530 m^3 per bulan atau 138.360 m^3 per tahun. Berdasarkan perhitungan kebutuhan alat diperoleh kebutuhan sebesar 1,9 unit sehingga dibulatkan menjadi 2 unit excavator.

Hasil analisis Match Factor aktual sebesar 2,53 menunjukkan bahwa keserasian antara alat gali-muat dan alat angkut belum optimal. Kondisi tersebut menyebabkan adanya potensi waktu tunggu pada alat angkut. Ketidakefisienan penggunaan alat dipengaruhi oleh idle time, kondisi jalan angkut, hambatan operasional, koordinasi alat yang belum optimal, serta pengisian bucket yang belum maksimal.

Upaya peningkatan efisiensi dapat dilakukan melalui pengurangan waktu hambatan dan waktu tunggu, perbaikan kondisi jalan angkut, optimalisasi bucket fill factor, pengurangan cycle time, pelaksanaan preventive maintenance, penyesuaian jumlah alat, optimalisasi Match Factor, serta peningkatan kompetensi operator. Penerapan upaya tersebut diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan alat dan mendukung pencapaian target produksi perusahaan secara lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

[1] H. L. Hartman and J. M. Mutmansky, *Introductory Mining Engineering*, 2nd ed. John Wiley and Sons, 2002.

[2] J. E. Cheng, "Match factor determination of excavator--truck combination," *Geological Behavior*, vol. 3, no. 1, pp. 28–29, 2019, doi: 10.26480/gbr.01.2019.28-29.

[3] A. Afrizal, F. Fachruzzaki, and R. Lestari, "Evaluasi produktivitas alat gali-muat dan alat angkut di PT Jhonlin Baratama," *Jurnal Teknologi Sumberdaya Mineral*, vol. 9, no. 1, 2023.

[4] A. Putra, A. Nugraha, and D. Suryadi, "Analisis efisiensi alat gali-muat dan alat angkut pada penambangan andesit," *Jurnal Teknologi Mineral*, vol. 25, no. 2, pp. 85–94, 2018.

[5] A. Yulianto, B. Santoso, and F. Ramadhan, "Analisis ketersediaan alat mekanis terhadap produktivitas tambang terbuka," *Jurnal Geomine*, vol. 8, no. 1, pp. 45–53, 2020.

[6] D. Yulianto, R. Saputra, and I. Maulana, "Kajian pemanfaatan waktu kerja efektif terhadap produktivitas alat berat," *Jurnal Teknik Pertambangan dan Energi*, vol. 6, no. 2, pp. 89–98, 2020.

[7] R. L. Peurifoy, C. J. Schexnayder, and A. Shapira, *Construction Planning, Equipment, and Methods*. McGraw-Hill, 2006.

[8] S. Azrief, W. A. Zulfadhli, D. I. Mahmudi, and A. P. Gobel, "Produktivitas excavator dan dump truck pada penambangan batubara di Pit 1 Utara Banko Barat PT Bukit Asam Tbk," *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMITAN)*, vol. 1, no. 1, pp. 272–279, 2022, doi: 10.31284/j.semitan.2022.3081.

[9] T. Eraku, J. Mali, and R. Soleman, "Analisis produktivitas alat berat pada pekerjaan timbunan Bendungan Bulango Ulu," *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 8, no. 3, pp. 101–110, 2020.

[10] D. Fahmi and A. Ghuzdewan, "Analisis produktivitas excavator PC-300 dan PC-400 pada proyek material movement," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 7, no. 4, pp. 56–65, 2019.

[11] M. Ismail, "Strategy to improve coal mining operation productivity using lean six sigma," *Asian Journal of Engineering and Sustainable Housing*, vol. 4, no. 1, pp. 23–35, 2025.

[12] S. Kusrofi, R. Arisanti, and D. Yansen, "Analisis produktivitas excavator dan dump truck pada penambangan batubara," *Blantika: Multidisciplinary Journal*, vol. 3, no. 10, 2025, doi: 10.57096/blantika.v3i10.435.

[13] Y. Mahardika, F. Santoso, and P. Gunarto, "Kajian teknis produktivitas alat gali-muat dan alat angkut di PT Jaga Aman Sarana," *Jurnal Teknik Pertambangan*, vol. 11, no. 2, pp. 89–100, 2022.

[14] V. Nasution and R. Udjianto, "Evaluasi produktivitas alat gali-muat dan alat angkut menggunakan metode simpleks," *Jurnal Geoteknik dan Pertambangan*, vol. 3, no. 1, pp. 75–84, 2021.

[15] I. Nuryanneti, A. Prasetya, and H. Faisal, "Kajian produktivitas excavator Komatsu PC-500 dan dump truck Mercy A48x45k," *Jurnal Teknik Tambang*, vol. 10, no. 2, pp. 47–58, 2021.

[16] H. Prabowo and M. UZD, "Kajian keserasian alat gali-muat dan alat angkut pada tambang batubara," *CIVED Journal*, vol. 10, no. 2, 2020, doi: 10.24036/cived.v10i2.397.

[17] A. Pratama, "Evaluasi produktivitas excavator dan dump truck pada tambang batubara," 2019.

[18] A. Rafi and B. Witjaksana, "Productivity analysis of digging, loading, and hauling equipment in flood control roadworks," *Journal of Transportation and Infrastructure*, vol. 6, no. 1, pp. 15–28, 2022.

[19] R. Saputra, Sulistyo, and H. Dwi, "Analysis of excavator productivity Caterpillar 330 and dump trucks," *Jurnal Produktivitas Pertambangan*, vol. 3, no. 1, pp. 33–43, 2020.

[20] M. Sarmidi, Y. Mases, and I. Nuryanneti, “Kajian produktivitas alat gali-muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan overburden,” *Jurnal Surya Teknika*, vol. 10, no. 2, 2020, doi: 10.37859/jst.v10i2.6400.

[21] M. Sarmidi, E. Wibowo, and R. Nugraha, “Analisis cycle time terhadap produktivitas alat angkut pada tambang terbuka,” *Jurnal Teknologi Mineral*, vol. 8, no. 2, pp. 101–110, 2020.

[22] S. Singal, Supandi, and A. Mukarom, “Productivity evaluation of excavators and dump trucks in the Cendana Seam U Pit,” *Jurnal Rekayasa Tambang*, vol. 9, no. 1, pp. 55–68, 2022.

[23] R. Taufiq, S. Hidayat, and D. Pramana, “Productivity analysis of digging, loading, and hauling equipment in overburden removal,” *Journal of Mining Engineering*, vol. 7, no. 3, pp. 129–141, 2021.

[24] A. Wahyudi, “Pengaruh kondisi jalan angkut terhadap waktu edar dump truck,” *Jurnal Geoteknologi*, vol. 7, no. 1, pp. 55–63, 2021.

[25] R. Wahyudi, “Pengaruh cycle time terhadap produktivitas alat angkut dump truck,” 2021.

[26] N. Zalsabila, F. Rahman, and Y. Kurnia, “Pengaruh bucket fill factor dan swell factor terhadap produktivitas alat gali-muat,” *Jurnal Rekayasa Pertambangan*, vol. 11, no. 1, pp. 33–42, 2025.

[27] T. Basuki and R. Kurniawan, “Optimasi jumlah alat gali-muat dan alat angkut untuk meningkatkan produksi tambang,” *Jurnal Rekayasa Tambang*, vol. 5, no. 2, pp. 66–75, 2022.