

Aktual Evaluasi Cycle Time Kesesuaian Armada Alat Gali-Muat Angkut Produksi Andesit

Muhamad Reihan Gunawan *, Zaenal, Noor Fauzi Isnarno

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

muhamadreihangunawan@gmail.com , zaenal.mq66@gmail.com , noorfauzi@unisba.ac.id

Abstract. PT Winner Prima is an andesite mining company located in Banten Province that applies an open-pit mining method. Production activities depend on the performance of excavators and dump trucks, with productivity influenced by actual cycle time, equipment efficiency, and fleet match suitability. Observation results show excavator production of 35,754.07 tons per month and dump truck production of 35,330.14 tons per month, indicating an imbalance in equipment performance that affects overall production effectiveness. This study collected primary data through direct observation of operating times, including loading, dumping, maneuvering, travel time, and work delays. Secondary data included administrative maps, geological maps, satellite imagery, rainfall data, and equipment specifications. The data were analyzed to determine actual cycle time, load capacity considering fill factor and swell factor, equipment productivity, and work efficiency based on Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UA), and Effective Utilization (EU). Fleet match analysis was also conducted to identify equipment waiting times. The evaluation results show that adding 2 working hours increased production to 46,432.92 tons per month for excavators and 46,631.32 tons per month for dump trucks, allowing the production target to be achieved, although it requires overtime work in accordance with regulations.

Keywords: *Actual Cycle Time, Fleet Match, Productivity.*

Abstrak. PT Winner Prima merupakan perusahaan andesit di Provinsi Banten dengan metode tambang terbuka. Kegiatan produksi sangat bergantung pada kinerja alat gali-muat dan alat angkut. Produktivitas penambangan dipengaruhi actual cycle time, efisiensi kerja alat, serta kesesuaian armada kerja (fleet match). Hasil pengamatan menunjukkan produksi excavator sebesar 35.754,07 ton/bulan dan dump truck sebesar 35.330,14 ton/bulan. Perbedaan ini mengindikasikan adanya ketidakseimbangan kinerja alat yang berdampak pada efektivitas sistem produksi secara keseluruhan. Metode penelitian ini meliputi pengumpulan data primer melalui pengamatan langsung waktu kerja alat, seperti waktu muat, dumping, manuver, perjalanan serta hambatan kerja. Data sekunder meliputi peta administrasi, peta geologi, citra satelit, data curah hujan dan spesifikasi alat mekanis. Data tersebut diolah untuk mengetahui actual cycle time, kapasitas muat dengan mempertimbangkan Fill Factor dan Swell Factor, produktivitas alat, serta efisiensi kerja berdasarkan Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UA), dan Effective Utilization (EU). Selain itu, dilakukan analisis fleet match untuk mengidentifikasi waktu tunggu dan antrean alat. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa penambahan jam kerja selama 2 jam mampu meningkatkan produksi menjadi 46.432,92 ton/bulan untuk excavator dan 46.631,32 ton/bulan untuk dump truck, sehingga target produksi tercapai. Namun, penambahan jam kerja termasuk kerja lembur dan mengharuskan membayar upah lembur sesuai peraturan.

Kata Kunci: *Actual Cycle Time, Fleet Match, Productivitas.*

A. Pendahuluan

Produktivitas pada kegiatan penambangan terbuka sangat dipengaruhi oleh kinerja sistem pemuatan dan pengangkutan yang melibatkan alat gali-muat dan angkut. Tingkat produksi yang dicapai tidak hanya bergantung pada kapasitas alat, tetapi juga dipengaruhi oleh *actual cycle time*, efisiensi kerja alat serta kesesuaian armada kerja (*fleet match*). Ketidaksesuaian antara jumlah dan kapasitas alat gali-muda dan alat angkut dapat menimbulkan waktu tunggu dan antrean yang berdampak langsung pada rendahnya produktivas sistem produksi tambang (Hartman & Mutmanský, 2002; Erkaya & Tanircan, 2020).

Actual cycle time merupakan parameter utama dalam sistem produksi tambang karena menentukan jumlah siklus kerja alat dalam satuan waktu tertentu. Semakin besar penyimpangan waktu edar *actual* dibandingkan kondisi ideal, maka semakin rendah Tingkat produksi yang dicapai. Pengendalian *cycle time* serta efisiensi kerja alat berat menjadi factor kunci dalam pengelolaan sistem pemuatan dan pengangkutan pada tambang terbuka (Nday & Thomas, 2019).

Selain *cycle time*, efisiensi kerja alat berat yang dinyatakan melalui parameter *Mechanical Availability (MA)*, *Physical Availability (PA)*, *Use of Availability (UA)*, dan *Effective Utilization (EU)* juga memiliki pengaruh signifikan terhadap produksi *actual*. Rendahnya nilai efisiensi kerja alat menyebabkan waktu kerja efektif tidak termanfaatkan secara optimal, meskipun kapasitas alat secara teoritis telah memadai (Ebrahim et al., 2012).

Pada kegiatan penambangan andesit di PT Winner Prima Sakti, target produksi sebesar 45.000 ton/bulan belum tercapai secara konsisten. Berdasarkan pengamatan awal, kondisi tersebut tidka dipengaruhi oleh faktor geologi, melainkan lebih disebabkan oleh faktor operasional alat mekanis. Oleh karena itu, diperlukan kajian terhadap *actual cycle time* dan efisiensi kerja alat gali-muat serta angkut untuk menganalisis kesesuaian armada kerja.

B. Metode

Metode penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang mencakup pengambilan data, pengolahan data dan analisis data. Pengambilan data dilakukan pada data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, emliputi pengukuran *actual cycle time* alat gali-muat dna angkut, pencatatan jumlah ritase harian, pengamatan kondisi jalan angkut serta identifikasi hambatan kerja seperti delay, standby dan dan waktu perbaikan alat. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari sumber perusahaan dan literatur terkait yang meliputi spesifikasi teknis alat, peta topografi, peta geologi serta data curah hujan.

Pengolahan data dilakukan dengan perngkat lunak untuk menganalisis *actual cycle time*, efisiensi kerja alat, produktivitas alat dan tingkat kesesuaian armada kerja (*fleet match*). Selain itu, perangkat lunak digunakan untuk menyusun peta topografi, geologi, kesampaian dan morfologi sebagai pendukung analisis operasional. Hasil pengolahan data menghasilkan esitimasi produksi *aktual* pada kondisi esisting yang selanjutnya digunakan sebagai dasar evaluasi sistem kerja alat.

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis komparatid, yaitu membandingkan kondisi operasional alat gali-muat dan alat angkut sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan. Analisis ini bertujuan untuk menentukan konfigurasi armada kerja yang lebih optimal dengan menilai tingkat keseimbangan alat, efektivitas pemanfaatan alat, serta dampaknya terhadap pencapaian target produksi.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Pandeglang, Provinsi Banten, yang ditampilkan dalam peta citra satelit merupakan wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT Winner Prima Sakti yang ditandai konsesi berwarna merah. ecara umum, wilayah penelitian didominasi oleh tutupan hutan, dengan beberapa area terbuka yang menunjukkan adanya aktivitas pertambangan. Peta penelitian bersumber dari citra Google Earth tahun 2025 dengan skala sekitar 1:20.000, sehingga memberikan gambaran yang jelas mengenai kondisi administratif dan visual lokasi penelitian.

Pengamatan kondisi front penambangan dilakukan secara langsung di lapangan dengan fokus pada aktivitas pemuatan material andesit. Kegiatan pemuatan menggunakan Excavator Hyundai

HX220L sebagai alat muat dan Dump Truck Fuso FN 62 sebagai alat angkut menuju area crusher. Lebar front penambangan rata-rata ± 19 meter, melebihi lebar minimum yang dipersyaratkan untuk kombinasi alat, sehingga kondisi operasional tergolong aman dan efisien. Pemuatan dilakukan dengan pola sejajar (parallel loading pattern) yang menghasilkan sudut ayunan *Bucket* relatif kecil, sehingga waktu siklus kerja lebih efisien, visibilitas operator lebih baik, serta tingkat keselamatan kerja meningkat. Kondisi permukaan front yang relatif datar mendukung kelancaran manuver alat selama proses pemuatan.

Kinerja Alat Gali-Muat

Berdasarkan rekapitulasi waktu hambatan aktual alat gali-muat Excavator Hyundai HX 220, diperoleh waktu produktif (*working time*) rata-rata sebesar 410,32 menit per hari. Selama periode pengamatan, total waktu hambatan tercatat sebesar 92,44 menit per hari yang berasal dari keterlambatan operasional, waktu berhenti sebelum dan sesudah istirahat, perpindahan posisi alat, hujan, serta kegiatan perbaikan. Dengan adanya waktu hambatan tersebut, waktu kerja efektif alat berkurang menjadi 317,88 menit per hari atau setara dengan 5,30 jam kerja efektif.

Upaya perbaikan dilakukan melalui penambahan jam kerja operasional dari 7 jam menjadi 9 jam per hari untuk meningkatkan waktu kerja tersedia tanpa mengubah spesifikasi teknis alat. Setelah penambahan jam kerja, waktu produktif meningkat menjadi 540 menit per hari dengan total waktu hambatan rata-rata sebesar 101,18 menit. Dengan demikian, waktu kerja efektif alat gali-muat pada kondisi perbaikan menjadi 438,82 menit per hari atau setara dengan 7,31 jam kerja efektif.

Hasil pengukuran dimensi *Bucket* excavator menunjukkan kapasitas teoritis sebesar 1,34 LCM, sedangkan kapasitas aktual terisi sebesar 1,09 LCM, sehingga diperoleh *Bucket Fill Factor* sebesar 81,10%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa keterisian *Bucket* belum optimal, yang dipengaruhi oleh kondisi fragmentasi material, bentuk front penambangan, serta teknik pemuatan operator. Pengamatan waktu siklus pemuatan menunjukkan bahwa excavator memerlukan waktu rata-rata 19,66 detik untuk satu siklus kerja, yang terdiri dari waktu penggalan, swing bermuatan, pengosongan, dan swing kosong.

Berdasarkan perhitungan efisiensi kerja, nilai *Mechanical Availability* (MA) sebesar 89,70%, *Physical Availability* (PA) sebesar 91,11%, *Use of Availability* (UA) sebesar 84,98%, dan *Effective Utilization* (EU) sebesar 77,43%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi mekanis alat tergolong baik, namun masih terdapat waktu standby dan repair yang menyebabkan pemanfaatan waktu kerja efektif belum maksimal. Perhitungan produktivitas aktual menunjukkan bahwa dengan *cycle time* rata-rata 19,66 detik, *Bucket Fill Factor* sebesar 67,91%, *Swell Factor* sebesar 48,96%, serta efisiensi alat sebesar 78,96%, diperoleh produktivitas alat gali-muat sebesar 64,66 BCM/jam. Dengan densitas andesit in-situ sebesar 2,53 ton/m³, produksi aktual alat mencapai 163,59 ton/jam atau sekitar 1.120,54 ton per hari pada jam kerja normal 7 jam. Pada kondisi perbaikan dengan penambahan jam kerja menjadi 9 jam per hari, produktivitas alat meningkat menjadi 65,72 BCM/jam dengan produksi harian sebesar 1.496,42 ton. Jika dikonversikan ke produksi bulanan, diperoleh produksi sebesar 46.432,42 ton per bulan, sehingga target produksi perusahaan sebesar 45.000 ton/bulan dapat tercapai. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan jam kerja operasional memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan produksi penambangan andesit.

Kinerja Alat Angkut

Berdasarkan rekapitulasi waktu hambatan aktual alat angkut Dump Truck Fuso FN 62, diperoleh waktu produktif (*working time*) rata-rata sebesar 409,66 menit per hari. Selama operasional, total waktu hambatan tercatat sebesar 78,86 menit per hari yang disebabkan oleh antrean dump truck, keterlambatan mulai kerja, waktu istirahat di luar jadwal, serta kegiatan perbaikan. Dengan demikian, waktu kerja efektif alat angkut mencapai 330,79 menit per hari atau setara dengan 5,51 jam, dengan tingkat efisiensi kerja sebesar 80,66%.

Upaya perbaikan dilakukan melalui penambahan jam kerja operasional dari 7 jam menjadi 9 jam per hari. Pada kondisi ini, waktu produktif meningkat menjadi sekitar 532,26 menit per hari, sementara total waktu hambatan relatif tidak mengalami perubahan signifikan, yaitu sebesar 79,34 menit per hari. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu kerja efektif meningkat menjadi 452,92 menit per hari atau setara dengan 7,55 jam, yang menandakan bahwa tambahan jam kerja dapat dimanfaatkan secara efektif untuk kegiatan pengangkutan.

Hasil pengamatan waktu edar alat angkut menunjukkan bahwa satu siklus pengangkutan terdiri dari tahapan berangkat kosong, manuver kosong, pemuatan, berangkat isi, manuver isi, dumping, dan kembali kosong. Rata-rata waktu edar alat angkut adalah sebesar 12,08 menit per ritase. Waktu berangkat isi relatif lebih lama dibandingkan berangkat kosong akibat kondisi jalan hauling yang cukup terjal, sehingga operator mengurangi kecepatan demi menjaga stabilitas dan keselamatan kendaraan bermuatan.

Berdasarkan perhitungan efisiensi kerja, diperoleh nilai *Mechanical Availability* (MA) sebesar 95,81% dan *Physical Availability* (PA) sebesar 96,47%, yang menunjukkan kondisi mekanis alat angkut tergolong sangat baik. Namun, nilai *Use of Availability* (UA) sebesar 83,62% dan *Effective Utilization* (EU) sebesar 80,66% mengindikasikan masih adanya waktu tunggu dan antrean, terutama pada saat proses pemuatan di front penambangan. Perhitungan produktivitas aktual alat angkut dengan *cycle time* rata-rata 12,08 menit, *Bucket Fill Factor* sebesar 67,91%, *Swell Factor* sebesar 48,96%, serta efisiensi kerja sebesar 80,57% menghasilkan produktivitas sebesar 106,95 BCM/jam. Dengan menggunakan densitas andesit in-situ sebesar 2,53 ton/m³, diperoleh produksi alat angkut sebesar 213,90 ton/jam atau sekitar 3.788,11 ton per hari pada jam kerja normal 7 jam. Pada skenario perbaikan dengan penambahan jam kerja menjadi 9 jam per hari, produktivitas alat angkut meningkat menjadi 109,76 BCM/jam. Produksi harian yang dihasilkan mencapai sekitar 7.497,63 ton per hari dan setara dengan 47.975 ton per bulan, sehingga mampu melampaui target produksi perusahaan sebesar 45.000 ton per bulan. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan jam kerja operasional merupakan alternatif yang efektif untuk meningkatkan kinerja dan pencapaian produksi alat angkut.

Produksi Alat Gali-Muat dan Angkut

Berdasarkan hasil perhitungan produksi aktual selama periode pengamatan, diperoleh produksi alat angkut dump truck sebesar 35.330,14 ton dan produksi alat gali-muat excavator sebesar 35.555,68 ton. Jika dibandingkan dengan target produksi sebesar 45.000 ton, maka capaian produksi masing-masing alat baru mencapai sekitar 78,51% untuk dump truck dan 78,79% untuk excavator. Hal ini menunjukkan masih terdapat kekurangan produksi lebih dari 21% dari target yang telah direncanakan, sehingga diperlukan upaya peningkatan kinerja operasional sistem pemuatan dan pengangkutan.

Selisih produksi antara alat gali-muat dan alat angkut yang relatif kecil, yaitu sekitar 126,38 ton, mengindikasikan bahwa kapasitas kerja kedua alat berada dalam kondisi yang hampir seimbang. Produksi excavator yang sedikit lebih tinggi menunjukkan bahwa kemampuan pemuatan masih mampu melayani kebutuhan alat angkut yang tersedia. Namun demikian, meskipun kondisi keserasian alat (*fleet match*) telah tercapai, tingkat produksi secara keseluruhan masih belum optimal sehingga target produksi belum dapat terpenuhi.

Pada skenario perbaikan melalui penambahan jam kerja operasional, produksi dump truck meningkat menjadi 45.041,07 ton dan produksi excavator menjadi 45.041,15 ton. Selisih produksi yang sangat kecil menunjukkan bahwa sistem kerja alat gali-muat dan alat angkut telah berada pada kondisi *fleet match* yang optimal, tanpa terjadinya antrean maupun waktu tunggu yang signifikan. Hasil perbaikan ini membuktikan bahwa penambahan jam kerja dan peningkatan efisiensi operasional mampu menyelaraskan kapasitas produksi kedua alat serta mencapai bahkan melampaui target produksi sebesar 45.000 ton sesuai dengan rencana yang ditetapkan.

Match Factor

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap *cycle time* alat gali-muat dan alat angkut, diperoleh rata-rata waktu siklus excavator (*cycle time backhoe*) sebesar 19,72 detik atau sekitar 0,33 menit untuk menyelesaikan satu siklus pemuatan bucket, yang meliputi proses menggali, swing isi, pemuatan ke dump truck, serta swing kembali ke posisi gali. Rata-rata waktu pemuatan dump truck (*loading time material/LTM*) adalah 2,81 menit per ritase, menunjukkan durasi yang dibutuhkan excavator untuk mengisi bak dump truck hingga kapasitas tertentu. Sementara itu, rata-rata waktu siklus dump truck sebesar 10,98 menit, yang mencakup waktu angkut dari lokasi loading ke dumping, proses dumping, dan perjalanan kembali ke area pemuatan.

Rumus *cycle time*:

$$C_a = t_m + t_{mi} + t_{mi} + t_{md} + t_d + t_{bk} \quad \dots (1)$$

Dimana:

- t_m = waktu muat (menit)
 t_{ml} = waktu manuver loading (menit)
 t_{mi} = waktu muat isi (menit)
 t_{md} = waktu manuver dumping (menit)
 t_d = waktu dumping (menit)
 t_{bk} = waktu berangkat kosong (menit)

Dari kombinasi waktu siklus tersebut, diperoleh rata-rata *cycle time* alat angkut (CT DT) sebesar 10,98 menit, sehingga diperlukan keseimbangan jumlah alat untuk menjaga kontinuitas pemuatan. Berdasarkan analisis, konfigurasi yang digunakan adalah 1 unit excavator dan 2 unit dump truck. Komposisi ini dipilih karena waktu siklus pemuatan excavator relatif lebih cepat dibandingkan waktu siklus angkut dump truck, sehingga penggunaan satu dump truck berpotensi menimbulkan waktu tunggu pada excavator, sedangkan penggunaan lebih dari dua dump truck dapat menyebabkan antrian pemuatan. Dengan konfigurasi 1 : 2, aliran pemuatan material menjadi lebih kontinu dan efisien, ritase harian dapat tercapai secara optimal, serta waktu henti baik pada alat gali–muat maupun alat angkut dapat diminimalkan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Cycle time* Alat Gali – Muat Dan Angkut

Tanggal	Hari Pengamatan	Hari Ke	Cm Backhoe	Cm Backhoe	Ltm	Ca Dumptruc k	Ca Dumptruc k	Rata-Rata CT DT	Jumlah Alat	
			(detik)	(menit)	(menit)	(detik)	(menit)	(menit)	Alat Gali-Muat	Alat Angkut
6 Agustus 2025	Rabu	1	20.89	0.35	2.87	637	10.62	10.62	1	5
7 Agustus 2025	Kamis	2	20.96	0.35	2.83	618	10.30	10.30	1	2
8 Agustus 2025	Jum'at	3	20.96	0.35	3.50	769	12.82	12.82	1	2
9 Agustus 2025	Sabtu	4	20.19	0.34	2.99	678	11.31	11.31	1	2
10 Agustus 2025	Minggu	5	20.16	0.34	2.70	620	10.33	10.33	1	2
11 Agustus 2025	Senin	6	20.14	0.34	3.11	707	11.79	11.79	1	2
12 Agustus 2025	Selasa	7	20.15	0.34	3.19	731	12.18	12.18	1	2
13 Agustus 2025	Rabu	8	19.06	0.32	3.05	733	12.22	12.22	1	2
14 Agustus 2025	Kamis	9	19.06	0.32	2.70	658	10.97	10.97	1	2
15 Agustus 2025	Jum'at	10	20.32	0.34	3.07	695	11.58	11.58	1	2
16 Agustus 2025	Sabtu	11	18.47	0.31	2.50	623	10.39	10.39	1	2
18 Agustus 2025	Senin	12	20.19	0.34	2.63	605	10.08	10.08	1	2
19 Agustus 2025	Selasa	13	18.84	0.31	2.57	626	10.43	10.43	1	2
20 Agustus 2025	Rabu	14	20.10	0.34	2.92	672	11.20	11.20	1	2
21 Agustus 2025	Kamis	15	18.84	0.31	2.29	561	9.36	9.36	1	2
22 Agustus 2025	Jum'at	16	19.77	0.33	2.96	692	11.53	11.53	1	2
23 Agustus 2025	Sabtu	17	18.82	0.31	2.47	608	10.13	10.13	1	2
24 Agustus 2025	Minggu	18	19.19	0.32	2.74	671	11.19	11.19	1	2
25 Agustus 2025	Senin	19	19.58	0.33	3.07	716	11.93	11.93	1	2
26 Agustus 2025	Selasa	20	20.15	0.34	2.71	621	10.35	10.35	1	2
27 Agustus 2025	Rabu	21	20.14	0.34	2.93	675	11.25	11.25	1	2
28 Agustus 2025	Kamis	22	20.08	0.33	2.59	593	9.89	9.89	1	2
29 Agustus 2025	Jum'at	23	20.01	0.33	2.73	635	10.59	10.59	1	2
30 Agustus 2025	Sabtu	24	18.81	0.31	2.68	654	10.89	10.89	1	2
31 Agustus 2025	Minggu	25	20.02	0.33	2.58	605	10.08	10.08	1	2
01 September 2025	Senin	26	18.84	0.31	2.60	632	10.54	10.54	1	2

Tanggal	Hari Pengamatan	Hari Ke	Cm Backhoe (detik)	Cm Backhoe (menit)	Ltm (menit)	Ca Dumptruk (detik)	Ca Dumptruk (menit)	Rata-Rata CT DT (menit)	Jumlah Alat	
									Alat Gali-Muat	Alat Angkut
02 September 2025	Selasa	27	18.84	0.31	2.76	673	11.22	11.22	1	2
03 September 2025	Rabu	28	19.95	0.33	2.91	677	11.29	11.29	1	2
04 September 2025	Kamis	29	20.01	0.33	2.72	639	10.65	10.65	1	2
05 September 2025	Jum'at	30	18.81	0.31	2.94	715	11.92	11.92	1	2
06 September 2025	Sabtu	31	20.02	0.33	2.96	681	11.35	11.35	1	2
Rata-Rata			19.72	0.33	2.81	659	10.98	10.98	1	2

Berdasarkan pengamatan selama satu bulan, diperoleh nilai *Match factor* (MF) rata-rata sebesar 0,51 yang menunjukkan bahwa kinerja alat gali-muat belum seimbang dengan alat angkut. Nilai MF < 1 menandakan excavator bekerja lebih cepat dibandingkan dump truck, sehingga terjadi waktu tunggu (idle time) dan aliran material tidak berlangsung secara kontinu. Kondisi ini menyebabkan pemanfaatan kapasitas excavator baru sekitar 51%, sementara sisanya hilang akibat ketidakseimbangan jumlah atau waktu siklus alat angkut. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas dapat dicapai melalui penambahan jumlah dump truck atau optimalisasi *cycle time* alat angkut agar selaras dengan ritme kerja alat gali-muat.

Rumus *Match factor*:

$$MF = \frac{N_a \times L_{tm}}{N_m \times C_a} \quad \dots (2)$$

Tabel 2. *Match factor*

Tanggal	Hari Pengamatan	Hari Ke	Match factor
6 Agustus 2025	Rabu	1	1.35
7 Agustus 2025	Kamis	2	0.55
8 Agustus 2025	Jum'at	3	0.55
9 Agustus 2025	Sabtu	4	0.53
10 Agustus 2025	Minggu	5	0.52
11 Agustus 2025	Senin	6	0.53
12 Agustus 2025	Selasa	7	0.52
13 Agustus 2025	Rabu	8	0.50
14 Agustus 2025	Kamis	9	0.49
15 Agustus 2025	Jum'at	10	0.53
16 Agustus 2025	Sabtu	11	0.48
18 Agustus 2025	Minggu	12	0.52
19 Agustus 2025	Senin	13	0.49
20 Agustus 2025	Selasa	14	0.52
21 Agustus 2025	Rabu	15	0.49
22 Agustus 2025	Kamis	16	0.51
23 Agustus 2025	Jum'at	17	0.49
24 Agustus 2025	Sabtu	18	0.49
25 Agustus 2025	Minggu	19	0.51
26 Agustus 2025	Senin	20	0.52

Tanggal	Hari Pengamatan	Hari Ke	Match factor
27 Agustus 2025	Selasa	21	0.52
28 Agustus 2025	Rabu	22	0.52
29 Agustus 2025	Kamis	23	0.52
30 Agustus 2025	Jum'at	24	0.49
31 Agustus 2025	Sabtu	25	0.51
01 September 2025	Minggu	26	0.49
02 September 2025	Senin	27	0.49
03 September 2025	Selasa	28	0.51
04 September 2025	Rabu	29	0.51
05 September 2025	Kamis	30	0.49
06 September 2025	Jum'at	31	0.52
Rata-Rata			0.51

Fleet Match

Keseimbangan armada (fleet-match) digunakan untuk menilai kesesuaian jumlah dan kapasitas alat gali-muat dan alat angkut agar proses pemuatan dan pengangkutan material berlangsung efisien tanpa waktu tunggu berlebih, yang dalam penelitian ini dianalisis menggunakan nilai *Match factor* (MF). Berdasarkan perhitungan MF dengan $N_a = 2$ unit dump truck, $N_m = 1$ unit excavator, $L_{tm} = 2,81$ menit, dan $C_a = 10,98$ menit, diperoleh nilai MF sebesar 0,51. Nilai $MF < 1$ menunjukkan bahwa sistem kerja belum seimbang, di mana kinerja alat gali-muat menjadi bottleneck sehingga berpotensi menimbulkan waktu tunggu pada dump truck dan menyebabkan pemanfaatan alat belum optimal. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan efisiensi alat gali-muat atau penyesuaian konfigurasi armada agar proses pemuatan dan pengangkutan dapat berjalan lebih optimal. Tuliskan temuan.

Analisis dan Pembahasan

Kegiatan penambangan andesit pada lokasi penelitian dilakukan dengan metode open pit quarry menggunakan sistem mekanis penuh, di mana kinerja produksi sangat bergantung pada keserasian alat gali-muat dan alat angkut. Proses produksi selama periode pengamatan menunjukkan bahwa meskipun alat berada dalam kondisi mekanis dan fisik yang baik, sistem kerja belum berjalan optimal akibat adanya waktu hambatan operasional, seperti standby, antrean dump truck, kondisi cuaca, serta keterbatasan waktu kerja produktif. Hal ini menyebabkan aliran material tidak berlangsung secara kontinu dan target produksi belum tercapai.

Hasil analisis kinerja alat gali-muat dan alat angkut menunjukkan bahwa nilai *Mechanical Availability* (MA) dan *Physical Availability* (PA) relatif tinggi, baik pada excavator maupun dump truck, menandakan kesiapan alat yang baik. Namun, nilai *Effective Utilization* (EU) yang lebih rendah mengindikasikan masih besarnya waktu kerja yang hilang akibat hambatan operasional. Produktivitas aktual kedua alat menunjukkan fluktuasi yang signifikan, dipengaruhi oleh *actual cycle time*, efisiensi kerja, serta kondisi material hasil penghancuran menggunakan breaker, yang menyebabkan proses pemuatan dan pengangkutan tidak stabil.

Evaluasi keseimbangan armada menggunakan parameter *Match factor* (MF) menghasilkan nilai rata-rata sebesar 0,51, yang menunjukkan kondisi under-truck, di mana kapasitas alat angkut belum mampu mengimbangi kemampuan kerja alat muat. Ketidakseimbangan ini menyebabkan excavator mengalami waktu tunggu dan sistem produksi menjadi tidak efisien. Beberapa skenario perbaikan dilakukan, antara lain penambahan jam kerja operasional dari 7 jam menjadi 9 jam per hari, yang terbukti meningkatkan produksi secara signifikan dan mendekatkan capaian produksi terhadap target perusahaan, meskipun disertai konsekuensi biaya lembur.

Skenario perbaikan paling efektif secara teknis ditunjukkan oleh penambahan 1 unit alat muat, yang mampu meningkatkan nilai *Match factor* menjadi 0,63 dan menghasilkan produksi tertinggi

dibandingkan skenario lainnya. Hasil ini menegaskan bahwa permasalahan utama produksi bukan terletak pada kondisi alat, melainkan pada ketidakseimbangan sistem kerja. Oleh karena itu, peningkatan produksi secara berkelanjutan dapat dicapai melalui perbaikan keseimbangan armada, pengendalian waktu hambatan, serta optimalisasi manajemen operasional alat gali–muat dan alat angkut.

D. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sehingga dapat disimpulkan bahwa: Berdasarkan hasil pengolahan data *actual cycle time*, produksi aktual alat gali–muat Excavator Komatsu PC300 sebesar 35754,07 ton/bulan, sedangkan produksi aktual alat angkut Dump Truck Fuso FN 62 sebesar 35330,14 ton/bulan. Berdasarkan analisis kesesuaian armada kerja, nilai *match factor* (MF) rata-rata sebesar 0,51, yang menunjukkan bahwa keseimbangan antara alat muat dan alat angkut belum optimal dalam mendukung proses produksi.

Berdasarkan rekapitulasi waktu hambatan, antrean alat angkut terutama disebabkan oleh tingginya waktu standby dan hambatan operasional. Rata-rata waktu antrean dump truck mencapai 14,41 menit/hari, sehingga efisiensi kerja hanya sebesar 80,66% dan mengganggu kelancaran sistem pemuatan dan pengangkutan. Dengan penambahan 2 jam lembur, sehingga waktu kerja produktif menjadi 9 jam per hari, produksi excavator mencapai 46.432,94 ton/bulan dan dump truck mencapai 46.631,32 ton/bulan, sehingga target produksi 45.000 ton/bulan berhasil terpenuhi.

Ucapan Terimakasih

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, khususnya kepada Ketua dan jajaran Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Islam Bandung, dosen pembimbing, koordinator skripsi, wali dosen, serta seluruh tenaga pendidik yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada PT Winner Prisma Sakti beserta seluruh jajaran manajemen dan karyawan, khususnya pihak engineering, produksi, HSE, serta survey, atas kesempatan, bimbingan, dan bantuan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian dan pengambilan data.

Daftar Pustaka

- Eva Indriani Sanggalangi, Shalah Dina Devy, & Windhu Nugroho. (2022). Analisis Pengaruh Number of Cycles Terhadap Pengujian Durabilitas Batulanau di Sidomulyo Samarinda. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 157–162. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i2.1618>
- Falah, A. F., Yuliadi, N., & Fauzi, I. (2025). *Penentuan Zona Aquifer di Quarry Trass PT XYZ*. <https://journal.sbpubliher.com/index.php/minetech>
- Rizki Purnama, Zaenal, & Noor Fauzi Isniarno. (2021). Kajian Teknis dan Ekonomis dalam Merencanakan Penggantian Alat Angkut Lama dengan Alat Angkut Baru di Area Penambangan Andesit PT XYZ Kecamatan Cariu, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1(2), 123–131. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v1i2.412>
- Anonim, 2018. Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Anonim, 2022, “Batas Wilayah Rbi Provinsi Banten”. Kabupaten Pandeglang: Badan Informasi Geospasial.
- Anonim, 2025, “Kabupaten Pandeglang Tahun 2015-2023”, Banten: Badan Pusat Statistika.

- Barnes, R. M. 1997. *Motion And Time Study: Measurement of Work* (7th ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Darling, P. 2011. *Sme Mining Engineering Handbook*. Englewood: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
- Ebrahim, S., Al-Refaie, A., & Shanikat, M. 2012. Evaluation Of Equipment Productivity In Open Pit Mines. *Journal of Mining Science*, nomor 48, volume (5), Halaman 899–906. <https://doi.org/10.1134/S1062739148050061>.
- Erkaya, H., & Tanircan, G. 2020. Optimization Of Truck–Shovel Fleet In Open-Pit Mining. *International Journal of Mining Science and Technology*, nomor 30, volume (6), halaman 801–810. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2020.05.013>.
- Hartman, H. L., & Mutmanský, J. M. 2002. *Introductory Mining Engineering* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.32502/jbearing.2842202063>.
- Hustrulid, W., Kuchta, M., & Martin, R. 2013. *Open Pit Mine Planning And Design* (3rd ed.). London: CRC Press.
- Indonesianto, Y., 2005, "Pemindahan Tanah Mekanis", Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
- Indri Tenri Datu, A., Rachman, A., & Saputra, R. 2023. Desain Tambang Terbuka Dan Quarry. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, nomor 11, volume (2), halaman 77–85.
- Kennedy, B. A. 1990. *Surface Mining*. Littleton: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
- Kusrin, 2008, "Pemindahan Tanah Mekanis Dan Alat Berat", Semarang University Press
- Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia, 2005, "Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Nomor PER.15/MEN/VII/2005 Tentang Waktu Kerja Dan Istirahat Pada Sektor Usaha Pertambangan Umum Pada Daerah Operasi Tertentu", Jakarta.
- Ladianto, H. Z., & Ernawati, R., 2019, "Evaluasi Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Bulanan Pengupasan Overburden Pada Penambangan Nikel Di Blok B Pt. Paramitha Persada Tama Provinsi Sulawesi Tenggara", *Jurnal Magister Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta*, Semitan I, halaman 1–6
- Nday, J., & Thomas, H. 2019. Production System And Mining Heavy Equipment Management. *Mining Engineering Review Journal*, nomor 7, volume (1), halaman 12–22.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. 2009. *Engineering Work Measurement* (12th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Oemiati, N., Revisdah, R., & Rahmawati, R., 2020, "Analisa Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden)", *Bearing : Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil*, nomor 6, volume (3). <https://doi.org/10.32502/jbearing.2842202063>.
- Peurifoy, R. L., & Ledbetter, W. B. 1985. *Construction Planning, Equipment, And Methods* (4th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Runge, I. C. 1998. *Mining Economics And Strategy*. Littleton: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.

- Salim, R. 2020. Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Kinerja Produksi Alat Angkut Pada Tambang Terbuka. Jurnal Teknik Sipil, nomor 12, volume (3), halaman 201–210.
- Singh, S. P., & Narendrula, R. 2006. Factors Affecting Productivity Of Dump Trucks In Surface Mines. Mining Technology, nomor 115, volume (1), halaman 1–8. <https://doi.org/10.1179/174328606X101639>.