

Optimalisasi Waktu Hambatan Excavator Untuk Mencapai Target Produksi Batubara di Pit C CV Kutai Kumala Energy

Optimization Losstime of Excavator to Achieve Coal Production Target at Pit C CV Kutai Kumala Energy

Henny Magdalena^{1*}, Fransiska Yuniari Saksono¹

¹Program Studi S1 Teknik Pertambangan, Universitas Mulawarman

*Korespondensi E-mail: henny_magdalena@ft.unmul.ac.id

Abstrak

Hambatan kerja alat gali muat excavator menyebabkan terganggunya kegiatan penambangan batubara dan menyebabkan target produksi tidak tercapai. Oleh karenanya dilakukan upaya perbaikan waktu hambatan yang menyebabkan produksi tidak tercapai. Analisis multivariat regresi linier berganda digunakan sebagai pendekatan pemecahan masalah, yaitu dengan mencari batas maksimum *idle time*, *delay time* serta merumuskan waktu optimal hambatan excavator. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan SPSS. Berdasarkan pengamatan terhadap dua unit excavator yang beroperasi pada shift pagi diperoleh persamaan regresi linier berganda antara *idle time* dan *delay time* $Y = 1832,782 - 95,134X_1$. Persamaan waktu optimal waktu hambatan $X_2 = -0,8729X_1 + 10,71$. Simulasi dilakukan berdasarkan rata-rata data aktual yaitu batas maksimal *idle time* 6,67 jam dan *delay time* 4,89 jam. Untuk *idle time* sebesar 4,45 jam diharapkan *delay time* tidak melebihi 6,83 jam agar dapat mencapai target produksi. Penyebab tidak terpenuhinya produksi di antaranya hujan, longsor, *breakdown unit*, jalan licin, keperluan operator dan sebagainya.

Kata kunci: Optimal; waktu hambatan; *multivariat* regresi; produksi

Abstract

The barriers on the activity causes losstime. The losstime of excavator that so high cause coal production targets not to be achieved. Therefore efforts are made to improve the losstime. The analysis of multiple linear regression multivariate is used as a problem solving approach, namely finding the maximum limit of idle time and delay time and formulating the optimal losstime. Based on observations of the idle time and delay time of two excavator units operating in the morning shift, the regression equation is obtained $Y = 1832.782 - 95.134X_1$. The equation of optimal losstime is $X_2 = -0.8729X_1 + 10.71$. The simulation is carried out based on the average actual data, the maximum idle time limit of 6.67 hours and a delay time of 4.89 hours. For an idle time of 4.45 hours, it is expected that the delay time will not exceed 6.83 hours in order to achieve the production target. The causes of unfulfilled of production were include rain, landslides, breakdown units, slippery, operator needs and et cetera.

Keywords: Optimum, losstime, multivariate regression, production

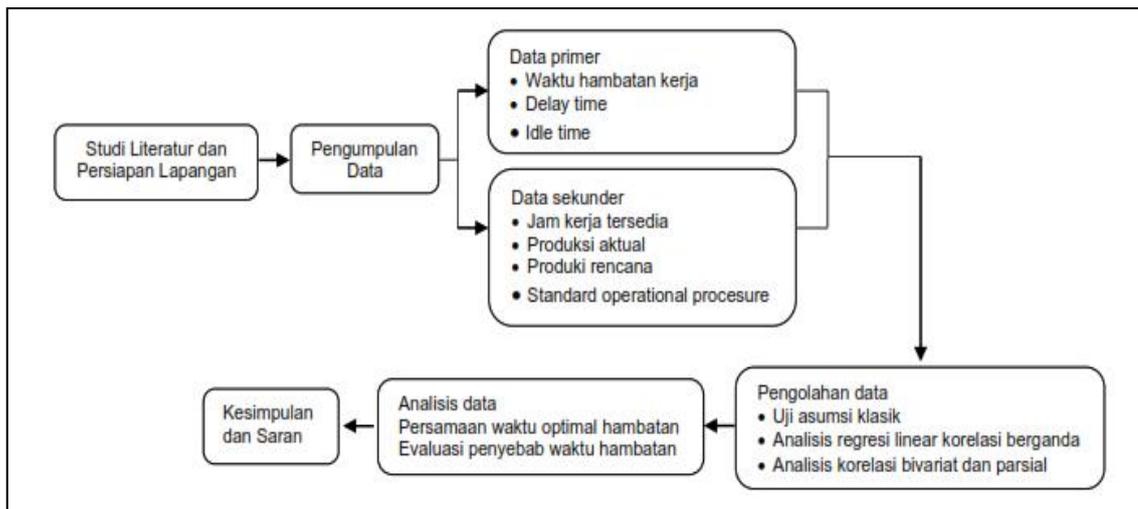
1. Pendahuluan

CV Kutai Kumala Energy (CV KKE) merupakan salah satu pemegang IUP Produksi batubara di Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. Salah satu area penambangan di CV KKE adalah Pit C. Manajemen CV KKE menetapkan target produksi batubara di Pit C sebesar 30.000 MT perbulan. Namun target tersebut belum dapat tercapai.

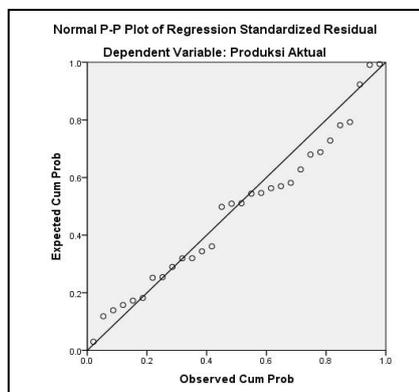
Berdasarkan pengamatan lapangan, hambatan pada aktivitas kerja excavator menyebabkan terjadinya waktu hambatan. Ingrid dkk. (2016) melakukan evaluasi faktor-faktor yang menjadi hambatan alat gali muat dan angkut dan memberi solusi pemecahan masalah waktu hambatan. Sementara itu Pertiwi dkk. (2022) mengatakan perencanaan menjadi salah satu bagian penting agar sistem kerja alat berat yang optimal, sehingga target produksi tercapai.

Terganggunya kegiatan produksi batubara dapat berasal dari hambatan-hambatan yang menyebabkan terjadinya waktu hambatan. Menurut Sari dkk. (2018), berdasarkan sifatnya waktu hambatan dibagi menjadi dua yaitu *idle time* dan *delay time*. *Idle time* adalah waktu hambatan yang tidak dapat dihindari oleh manusia, sedangkan *delay time* adalah waktu hambatan yang dapat dihindari. Jika ditinjau berdasarkan sifatnya, seharusnya *delay time* dapat diminimalkan. Optimalisasi produksi dilakukan dengan cara meminimalkan *delay time*.

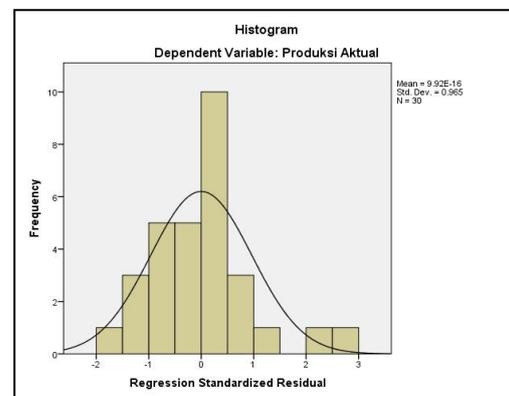
Optimalisasi dimulai dari penilaian terhadap ketersediaan alat, efisiensi kerja dan penilaian terhadap kemampuan produksi unit, kemudian dilakukan berbagai usaha perbaikan sehingga target produksi yang ditetapkan tercapai (Setiawan dkk., 2018). Rospitasari (2022) melakukan studi pengaruh waktu optimal



Gambar 3 Bagan alir penelitian



Gambar 4 Grafik normal P-P Plots



Gambar 5 Histogram uji normalitas

Jumlah sampel pada penelitian ini kurang dari 200, sehingga uji normalitas lebih tepat menggunakan metode Shapiro-Wilk dan Kolmogorov-Smirnov (Nuryadi, 2017). Hasil uji normalitas dengan metode Shapiro-Wilk diperoleh nilai signifikansi (Sig) 0,103, sedangkan dengan metode Kolmogorov-Smirnov nilai Sig 0,200. Kedua metode memiliki nilai Sig lebih besar dari 0,05, maka disimpulkan data memiliki distribusi normal (Quraisy, 2020).

b. Uji multikolinieritas

Syarat uji multikolinieritas adalah tidak terjadi multikolinieritas antara variabel bebas atau antara variabel bebas tidak berkorelasi sempurna atau tidak mendekati 1. Ketentuan dalam uji

multikolinieritas adalah nilai *variance inflation factor* (VIF) kurang dari 10 dan *tolerance* (Tol) sama dengan 1. Jika tidak demikian, maka terjadi multikolinieritas (Wijaya & Budiman, 2016). Nilai *Tol* didapatkan dengan rumus $1-R^2$, di mana R merupakan nilai korelasi antara variabel bebas 1 *idle time* dan variabel bebas 2 *delay time*. Selang kepercayaan yang digunakan 95%, korelasi kedua variabel bebas adalah 0,400, sehingga dihasilkan nilai *Tol* 0,840. VIF merupakan pembagian 1 dengan nilai *Tol*. Tabel 1 merupakan hasil uji multi-kolinieritas, nilai VIF adalah 1,191 atau kurang dari 10 dan *Tol* 0,840 atau mendekati 1. Hal ini berarti tidak terjadi multikolinieritas pada model regresi yang terbentuk.

Tabel 1 Koefisien korelasi

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	Collinierity Statistics	
	B	Std Error		Tolerance	VIF
(Constant)	1832,782	92,551			
Idle time	-95,134	9,302	-0,884	0,840	1,191
Delay time	-109,012	12,236	-0,770	0,840	1,191

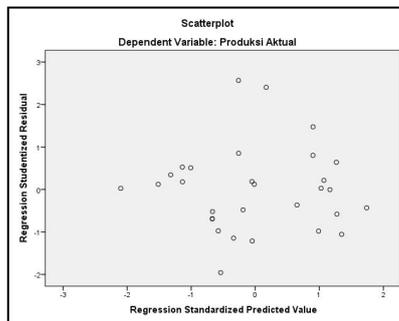
c. Uji autokorelasi

Syarat uji autokorelasi adalah tidak terjadi multikorelasi antara variabel bebas dan tidak memiliki autokorelasi antara serangkaian pengamatan yang diurutkan menurut waktu. Secara empiris uji autokorelasi menggunakan statistik uji Durbin-Watson (Urwatul Wustqa dkk., 2018).

Durbin-Watson terdiri dari 2 buah variabel bebas dan 30 sampel, diperoleh nilai $DU = 1,567$, sedangkan $4-DU = 2,433$. Model regresi tidak memiliki autokorelasi apabila memenuhi syarat $DU < DW < 4-DU$ (Priyatno, 2014). Hasil uji model summary Durbin-Watson yang diperoleh adalah 0,911, $R\ square$ 0,830, $adjusted\ R\ square$ 0,818, estimasi standar kesalahan 196,479 dan Durbin Watson 2,030. Berdasarkan nilai Durbin Watson, maka syarat $1,566 < 2,030 < 2,433$ terpenuhi atau model regresi tidak terjadi autokorelasi.

d. Uji heterokedastisitas

Uji heterokedastisitas dengan grafik *scatterplot*. Grafik terbentuk antara *regression standardized predicted value* (sumbu x) dan *regression studentized residual* (sumbu y). Titik-titik pada grafik *scatterplot* (Gambar 6) menyebar dan tidak mengindikasikan tidak terjadi heterokedastisitas.



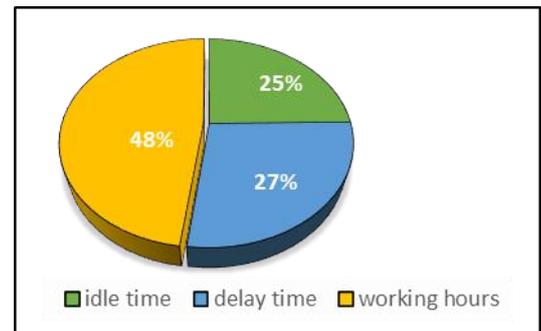
Gambar 6 Grafik *scatterplot*

Waktu hambatan alat gali muat

Hasil pengamatan di lapangan pada bulan Juli shift pagi, penyebab *idle time* antar perbaikan, pindah sempat terjadi saat penelitian. Sedangkan jalan licin, *safety talk* dan pengecekan harian (P5M dan P2H), keterlambatan dan *general collect* sebagai penyebab *delay time*. 27% dari total waktu tersedia adalah *delay time*, 25% *idle time*, dan hanya 48% jam kerja efektif (Gambar 7). Besarnya *delay time* menjadi penyebab terbesar target produksi tidak tercapai.

Tabel 2 Waktu hambatan rencana dan aktual

No	Faktor Penyebab	Rencana (jam)	Aktual (jam)
1	Hujan	25	44,69
2	Perbaikan/pindah front	-	0,83
3	Breakdown alat	-	81,63
4	Longsor	-	9
5	Jalan licin	15	40,42
6	P5M & P2H	23	8,64
7	Keterlambatan	60	61,09
8	General collect	-	5,17
Jumlah (jam)		123	251,47



Gambar 7 Perbandingan antara waktu kerja efektif dan waktu hambatan

Analisis regresi linier berganda

Berdasarkan Tabel 2, persamaan regresi linier berganda $Y = 1832 - 95,134X_1 - 109,012X_2$. Koefisien kemiringan $b_1 -95,134$, bertanda negatif mengindikasikan bahwa jika terjadi satu jam *idle time*, maka produksi batubara berkurang 95,134 MT.

Tabel 3 Koefisien regresi variabel bebas terhadap produksi batubara

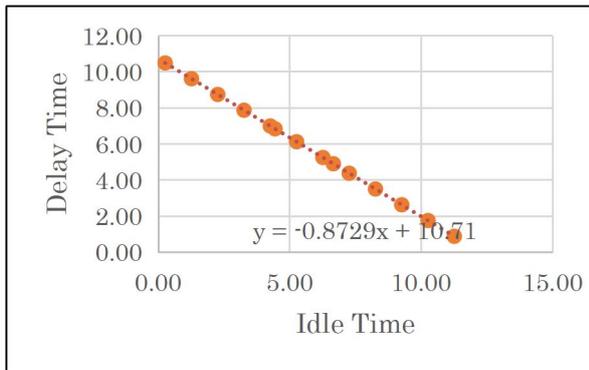
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig
	B	Std. Error			
Constant	1832,782	92,551		19,803	0,000
Idle time	-95,134	9,302	-0,884	-10,227	0,000
Delay time	-109,012	12,236	-0,770	-8,909	0,000

Koefisien kemiringan $b_2 -109,012$. Koefisien kemiringan b_2 bertanda negatif artinya apabila terjadi *delay time* selama 1 jam, maka produksi batubara diperkirakan akan berkurang 109,012 MT. Namun pada kondisi tidak terjadi *delay time* dan *idle time*, maka tersisa nilai a sebagai jumlah produksi batubara, yaitu 1.832,782 MT.

Simulasi Waktu Optimal Hambatan

Simulasi waktu optimal hambatan dilakukan dengan menentukan target produksi sebesar 3000 MT perbulan sebagai nilai estimasi \hat{Y} , maka nilai $Y = 3.000$. Asumsi batas *delay time* maksimal dan *idle time* maksimal dan estimasi target produksi \hat{Y} , dihitung berdasarkan persamaan regresi linier berganda. Jika *delay time* diasumsikan 0 jam, maka maksimal *idle time* 12,27 jam. Sedangkan jika *idle time* diasumsikan 0 jam, maka maksimal *delay time* 10,71 jam

Idle time maksimal dan *delay time* maksimal digunakan sebagai dasar perumusan grafik batas persamaan simulasi waktu optimal hambatan dalam rentang waktu 1 jam. Pada rata-rata *idle time* aktual 4,45 jam dan *delay time* aktual 4,89 jam diperoleh simulasi waktu optimal hambatan pada Tabel 4 dan Gambar 8.



Gambar 8 Grafik simulasi waktu optimal

Tabel 4 Simulasi waktu optimal hambatan

Waktu hambatan (jam)	
Idle Time	Delay Time
11,27	0,87
10,27	1,75
9,27	2,62
8,27	3,49
7,27	4,36
6,67	4,89
6,27	5,24
5,27	6,11
4,45	6,83
4,27	6,98
3,27	7,86
2,27	8,73
1,27	9,60
0,27	10,47

Simulasi waktu optimal hambatan digunakan untuk memprediksi produksi batubara (Tabel 5). Simulasi yang paling mungkin diterapkan dengan memilih nilai prediksi produksi lebih besar dari pada rata-rata produksi aktual. Oleh karenanya dipilih simulasi *idle time* 4,27 jam dan *delay time* 3,49 jam dengan prediksi produksi 1.046,11 MT. Simulasi tersebut memiliki nilai prediksi produksi lebih besar 19,37% dari rata-rata produksi aktual sebesar 876,37 MT. Hasil simulasi tersebut menghasilkan proporsi antara *idle time* dan *delay time* hanya berbeda sebesar 0,78 jam atau kurang dari 1 jam. Oleh karenanya dipilih simulasi *idle time* 4,27 jam dan *delay time* 3,49 jam.

Tabel 5 Simulasi prediksi produksi batubara

Prediksi Produksi (MT)	Delay Time (jam)													
	0,87	1,75	2,62	3,49	4,89	5,24	6,11	6,83	6,98	7,86	8,73	9,6	10,47	
Idle Time (jam)	11,27	665,52	569,85	475,01	380,17	227,55	189,40	94,56	6,07	-0,28	-96,21	-191,05	-285,89	-380,73
	10,27	760,65	664,98	570,14	475,30	322,69	284,53	189,69	111,20	94,85	-1,08	-95,92	-190,76	-285,60
	9,27	855,79	760,12	665,28	570,44	417,82	379,67	284,83	206,34	189,99	94,06	-0,78	-95,63	-190,47
	8,27	950,92	855,25	760,41	665,57	512,96	474,80	379,96	301,47	285,12	189,19	94,35	-0,49	-95,33
	7,27	1046,05	950,39	855,55	760,71	608,09	569,93	475,09	396,61	380,25	284,32	189,48	94,64	-0,20
	6,67	1103,13	1007,47	912,63	817,79	665,17	627,02	532,17	453,69	437,33	341,40	246,56	151,72	56,88
	6,27	1141,19	1045,52	950,68	855,84	703,22	665,07	570,23	491,74	475,39	379,46	284,62	189,78	94,94
	5,27	1236,32	1140,65	1045,81	950,97	798,36	760,20	665,36	586,87	570,52	474,59	379,75	284,91	190,07
	4,45	1314,33	1218,66	1123,82	1028,98	876,37	838,21	743,37	664,88	648,53	552,60	457,76	362,92	268,08
	4,27	1331,46	1235,79	1140,95	1046,11	893,49	855,34	760,50	682,01	665,66	569,73	474,89	380,04	285,20
	3,27	1426,59	1330,92	1236,08	1141,24	988,63	950,47	855,63	777,14	760,79	664,86	570,02	475,18	380,34
	2,27	1521,72	1426,06	1331,22	1236,38	1083,76	1045,60	950,76	872,28	855,92	759,99	665,15	570,31	475,47
	1,27	1616,86	1521,19	1426,35	1331,51	1178,89	1140,74	1045,90	967,41	951,06	855,13	760,29	665,45	570,61
	0,27	1711,99	1616,32	1521,48	1426,64	1274,03	1235,87	1141,03	1062,54	1046,19	950,26	855,42	760,58	665,74

Analisis korelasi bivariat

Uji Durbin-Watson menghasilkan koefisien determinasi (*R square*) antara waktu hambatan dan produksi batubara sebesar 0,830 atau 83%. Nilai ini menunjukkan 83% produksi batubara

dipengaruhi oleh *idle time* dan *delay time*, sedangkan sisanya yaitu 17% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain.

Tabel 6 Korelasi bivariat

		<i>Idle Time</i>	<i>Delay Time</i>	Produksi Aktual
<i>Idle Time</i>	<i>Pearson Correlation</i>	1	-0,400*	-0,576**
	<i>Sig, (2-tailed)</i>		0,028	0,001
	N	30	30	30
<i>Delay Time</i>	<i>Pearson Correlation</i>	-0,400*	1	-0,416*
	<i>Sig, (2-tailed)</i>	0,028		0,022
	N	30	30	30
Produksi Aktual	<i>Pearson Correlation</i>	-0,576**	-0,416*	1
	<i>Sig, (2-tailed)</i>	0,001	0,022	
	N	30	30	30

* Signifikansi korelasi 0,05

** Signifikansi korelasi 0.01

Analisis korelasi bivariat pada Tabel 6 dapat diinterpretasikan dengan 3 cara, yaitu :

a. Hubungan antar dua variabel

Uji signifikansi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel. Pada tingkat kepercayaan 95% atau signifikansi 0,05, H_0 diterima apabila Sig hitungan lebih besar dari 0,05. Artinya antara kedua variabel yang diuji tidak ada hubungan. Sig antara *idle time* dan *delay time* 0,028 atau lebih kecil dari 0,05, sehingga dinyatakan terdapat hubungan di antara *idle time* dan *delay time*. Berikutnya mencari hubungan antara *idle time* dan produksi aktual. Nilai Sig hitungan adalah 0,001 atau lebih kecil dari 0,05 mengindikasikan H_0 ditolak. Artinya ada hubungan antara *idle time* dan produksi aktual. Yang terakhir antara *delay time* dan produksi aktual, nilai Sig hitungan 0,022 atau lebih kecil dari 0,05, sehingga H_0 ditolak artinya ada hubungan antara *delay time* dan produksi aktual.

b. Angka koefisien korelasi

Korelasi dicari dengan tabulasi silang. Korelasi *idle time* terhadap *delay time* sebesar 0,400 memiliki arti hubungan antara *idle time* dan *delay time* tidak terlalu kuat. Korelasi antara *delay time* dan produksi aktual sebesar 0,416 adalah sedang. Sementara itu korelasi antara *idle time* dan produksi aktual sebesar 0,576, berarti bahwa antara *idle time* dan *delay time* merupakan hubungan yang paling kuat di antara yang lain.

c. Arah korelasi

Arah korelasi dapat dilihat dari nilai positif atau negatif angka koefisien korelasi. Penafsiran hasil korelasi sederhana *idle time* terhadap produksi aktual adalah negatif atau berbanding terbalik terhadap produksi aktual. Hal ini berarti semakin besar *idle time*, maka semakin kecil produksi batubara aktual. Begitu pun halnya dengan *delay time* terhadap produksi aktual juga

berkorelasi negatif atau berbanding terbalik. Namun interpretasi ini tidak dapat dijadikan dasar dalam menentukan hubungan antara *delay time* dan *idle time* terhadap produksi aktual batubara. Angka korelasi hanya mencakup hubungan tiap variabel bebas terhadap variabel terikat dan bukan merupakan hubungan secara keseluruhan variabel bebas terhadap variabel terikat.

Analisis korelasi parsial

Kekuatan hubungan antara dua variabel, di mana satu variabel lainnya dikendalikan atau dibuat tetap sebagai variabel kontrol dianalisis dengan menggunakan analisis korelasi parsial. Tabel 7 menyatakan korelasi antara *delay time* dengan produksi aktual di mana *idle time* merupakan variabel kontrol sangat kuat yaitu 0,864 dan notasi negatif atau berlawanan arah. Sedangkan korelasi *idle time* dengan produksi aktual dimana *delay time* merupakan variabel kontrol sangat kuat yaitu sebesar 0,892 dan notasi negatif atau berlawanan arah.

Tabel 7 Korelasi parsial

Control Variables		Produksi Aktual	
<i>Idle time</i>	Produksi aktual	Correlation Significance (2-tailed) Df	1 0
	<i>Delay time</i>	Correlation Significance (2-tailed) Df	-0,864 -0,000 27
		Produksi aktual	Correlation Significance (2-tailed) Df
<i>Delay time</i>	Produksi aktual	Correlation Significance (2-tailed) Df	-0,892 0,000 27
		<i>Idle time</i>	Correlation Significance (2-tailed) Df

Perbaikan pola kerja

Pola kerja dievaluasi dan dirancang agar dapat membantu meminimalkan waktu hambatan.

Sebelum melakukan aktivitas penambangan terlebih dahulu melakukan perbaikan area kerja dari penambangan ke *stockpile*, seperti *loading front*, jalan tambang, dan kondisi alat.

Berdasarkan Tabel 2, *idle time breakdown* merupakan hal yang sering terjadi. Oleh karenanya disarankan agar pemeriksaan dan pemeliharaan alat dapat dilakukan secara rutin. Kondisi kesiapan alat merupakan hal sangat penting untuk mengurangi *breakdown*. Apabila terjadi *breakdown*, seharusnya mekanik tetap *stand by*. Hal ini agar waktu tidak terbuang menunggu kesiapan mekanik dalam melakukan kewajibannya dan segera melakukan pengecekan dan perbaikan yang diperlukan. Selain itu

Tidak terdapat satu hari pun target produksi tercapai sebagai pertanda perbaikan pola kerja mutlak harus dilakukan dengan cara pengecekan ketersediaan alat. Keteresediaan alat gali muat (Tabel 8) yang buruk diharapkan dapat diganti dengan *spare fleet* lain.

Tabel 8 Ketersediaan alat

Ketersediaan Alat	EX-301	EX-302
PA	81,5%	86,9%
MA	76,6%	82,5%
UA	74,2%	71,1%
EU	60,5%	61,9%

Tindakan perbaikan yang dapat dilakukan untuk memperbaiki *delay time* yaitu membuat jadwal awal shift yang mudah dipahami oleh operator agar sebisa mungkin sebelum jam kerja dimulai operator sudah berada di wilayah kerja, sehingga diharapkan tidak ada keterlambatan. Akan lebih baik pula apabila kegiatan P5M dan P2H bisa dilakukan sebelum jam kerja dimulai atau sesuai dengan yang telah dijadwalkan. Selain itu pengawas diharapkan dapat datang lebih awal dari operator, untuk memastikan bahwa *coal getting* dapat berjalan dengan lancar, dan apabila terdapat kendala pengawas dapat melapor agar ditemukan solusi untuk memperbaiki kendala tersebut. Pengawas juga diharapkan lebih ketat dan profesional dalam melakukan pengawasan terhadap operator, sehingga tidak ada operator yang berhenti sebelum waktu bekerja selesai.

Tindakan perbaikan *idle time* yang dapat dilakukan terlebih saat hambatan bersumber dari alam adalah dengan memperbaiki komunikasi di antara *engineer*, *supervisor*, pengawas dan operator. Melalui komunikasi yang lebih baik diharapkan aktifitas penambangan dapat berjalan lancar sesuai rencana. Selain tindakan perbaikan, dilakukan juga tindakan pencegahan yaitu dengan melakukan identifikasi *geotechnical hazard area*.

3. Kesimpulan

Korelasi antara *delay time* dengan produksi aktual sangat kuat yaitu $-0,864$, dan korelasi antara *idle time* dengan produksi aktual juga sangat kuat yaitu sebesar $-0,892$. Keduanya bertanda negatif atau berlawanan arah.

Faktor penyebab produksi batubara tidak tercapai antara lain keperluan operator dan operator yang berhenti sebelum akhir shift, kegiatan P5M dan P2H, *breakdown* unit, longsor, kegiatan perbaikan/ pindah *front*, jalan licin dan hujan.

Persamaan regresi linier berganda $Y = 1832,782 - 95,134X_1 - 109,012X_2$ untuk mendapatkan waktu maksimal hambatan. Untuk 2 unit excavator waktu maksimal *delay time* 10,71 jam dan waktu maksimal *idle time* 12,27 jam.

Simulasi waktu optimal hambatan menggunakan rumus $X_2 = 0,8792X_1 + 10,71$. Agar target produksi tercapai, ketika terjadi *idle time* 4,45 jam, maka *delay time* kurang dari 6,83 jam. Sementara itu jika terjadi *delay time* 4,89 jam, maka *idle time* kurang dari 6,67 jam.

Simulasi yang paling memungkinkan untuk diterapkan yaitu *idle time* 4,27 jam dan *delay time* 3,49 jam. Pada kondisi ini produksi batubara diprediksi 1.046,11 MT atau 19,37% lebih besar dibandingkan dengan rata-rata produksi aktual 876,36 MT.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada segenap pimpinan CV Kutai Kumala Energy yang telah memberikan kesempatan, bantuan fasilitas dan kerjasama, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

Daftar Pustaka

- Dharma, S., Jadmiko, P., & Azliyanti, E. (2020). *Aplikasi SPSS dalam Analisis Multivariates*. LPPM Universitas Bung Hatta. Padang.
- Ghozali, H. I. (2018). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang.
- Ingrid, M. J., Tono, , E.P.S.B Taman, Pitulima, J. (2016). Evaluasi Kemampuan Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Guna Mencapai Target Produksi Batubara 180.000 Ton/Bulan Oktober 2015 di Pit Limoa Tambang Air Laya Extension Timur PT Bukit Asam (Persero) Tbk UPT. *Jurnal Mineral*, 1(1), 1-9.
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). *Dasar-dasar Statistik Penelitian*. Universitas Mercu Buana. Yogyakarta.
- Pertiwi, A. A. O., Toha, M. T., Purbasari, D. (2022), Evaluasi Kinerja Excavator dan Dump Truck Pengupasan Overburden di PT BPAC

Sumatera Selatan. *Jurnal Pertambangan*, 6(2), 44–51.

Quraisy, A. (2020). Normalitas Data Menggunakan Uji Kolmogorov Smirnov dan Saphiro Wilk. *Journal of Health, Education, Science and Technology*, 3(1), 7–11.

Rivai, M. A., & Octova, A. (2021). Analisis Optimalisasi Loss Time Alat Gali Muat untuk Mencapai Target Produksi Overburden di Pit Timur PT Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, 6(4), 248–256.

Rospitasari, V., Purwandari, D., & Nugraha, A. B. (2022). Perhitungan Waktu Optimal untuk Memenuhi Produksi Pengupasan Lapisan Overburden Menggunakan Analisis Regresi Linear Berganda. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 3(2), 351–357.

Sari, R. P., Murad, M., & Octova, A. (2018). Analisis Statistik untuk Mendapatkan Waktu Optimal dari Losstime dalam Memenuhi Produksi Penambangan Batubara di Area Pit Timur PT

Artamulia Tatapratama. *Jurnal Bina Tambang*, 3(3), 943–952.

Setiawan, A.R., Tono, E. P. S. B. Taman, Indriawati, A., Optimalisasi Unit Peremukuan Dalam Pencapaian Target Produksi 60.000 Ton/Bulan Batu Granit pada PT Vitrama Properti di Desa Air Mesu Kabupaten Bangka Tengah, *Jurnal Mineral*, 3(1), 1-8.

Urwatul Wustqa, D., Listyani, E., Subekti, R., Kusumawati, R., & Susanti, M. (2018). Analisis Data Multivariat dengan Program R Multivariate Data Analysis Using R Program. *Jurnal Pengabdian Masyarakat MIPA dan Pendidikan MIPA*, 2(2), 83–86.

Wijaya, T., & Budiman, S. (2016). *Analisis Multivariat untuk Penelitian Manajemen*. Pohon Cahaya.Yogyakarta.

Yama, G. V., Cahyono, Y. D. G., & Putri, F. A. R. (2022). Analisis Multivariat Kegiatan Produksi terhadap Rasio Bahan Bakar Alat Gali Muat di PT Ratu Intang Mining Kecamatan Marau Kabupaten Ketapang Provinsi Kalimantan Barat. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan X*, 1–9.