

Pengaruh *Preventive Maintenance* Terhadap Performa Unit *Excavator* Komatsu PC 200-8 di PT PP Presisi *Jobsite Main Hauling Road* PT Hengjaya Mineralindo

Al Difa Naufal Akmal Wiyono¹, Braam Delfian Prihadianto^{1,*},
Felixtianus Eko Wismo Winarto¹, Harjono¹

Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada
Bulaksumur, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281
Email korespondensi: braam.delfian@ugm.ac.id

Abstrak

Excavator merupakan alat berat serba guna yang memiliki beragam fungsi. Guna menjaga unit *excavator* tetap dalam kondisi yang prima walaupun digunakan terus-menerus, maka perlu dilakukan *preventive maintenance* pada unit *excavator*. *Preventive maintenance* merupakan perawatan yang dilakukan pada suatu unit untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi yang bisa menyebabkan kerusakan suatu alat pada penggunaan alat tersebut. Kenyataan di lapangan banyak terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan *preventive maintenance* pada unit *excavator*. Keterlambatan yang terjadi akan berdampak terhadap *excavator* baik dari segi kondisi unit maupun produktivitas unit yang terganggu. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *preventive maintenance* terhadap unit *excavator* pada periode Februari hingga Juni 2023 menggunakan metode perhitungan *Physical Availability*, *Mechanical Availability*, dan *Effective Utility*, serta *potential lost cost* yang akan diperoleh perusahaan apabila terjadi keterlambatan *preventive maintenance* pada unit *excavator*. Hasil analisis menunjukkan bahwa unit dengan *preventive maintenance* tepat waktu memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi sebesar 28% untuk PA, 31,7%, untuk MA dan 24,8% untuk EU. Serta keterlambatan *preventive maintenance* berpengaruh pada kondisi unit, dimana *lifetime* dari suatu komponen seharusnya dapat lebih lama digunakan. Estimasi kerugian yang dialami perusahaan ditaksir sejumlah Rp433.700.000,- per unit selama masa pengambilan data, dari total unit yang mengalami keterlambatan pada *preventive maintenance*.

Kata kunci: *preventive maintenance*, produktivitas alat berat, hydraulic excavator.

Abstract

Excavators are multi-purpose equipment that has various functions. To keep the excavator in top condition even though it's used continuously, it's necessary to carry out *preventive maintenance* on the excavator unit. *Preventive maintenance* is maintenance carried out on a unit to prevent unexpected damage and to find conditions that could cause damage when using the unit. The reality in the field is that there are many delays in implementing *preventive maintenance* on excavator. Delays that occur will have an impact on the excavator both in terms of unit condition and unit productivity. This study aims to analyze the effect of *preventive maintenance* on excavator units in the period February to June 2023 using the *Physical Availability*, *Mechanical Availability*, and *Effective Utility* calculation methods, as the *potential lost costs* that the company will incur if there is a delay in *preventive maintenance* on the excavator unit. The analysis results show that units with timely *preventive maintenance* have a higher average value of 28% for PA, 31.7% for MA, and 24.8% for EU. Delays in *preventive maintenance* affect the condition of the unit, where the *lifetime* of a component should be used longer. The estimated losses experienced by the company were estimated at IDR 433,700,000 per unit during the data collection period, from the total units that experienced delays in *preventive maintenance*.

Keywords: *preventive maintenance*, heavy equipment productivity, hydraulic excavators.

1. Pendahuluan

Excavator merupakan alat berat serba guna yang memiliki beragam fungsi seperti membuat parit, menggali tanah dan memuat material ke *trailer*. [1] Beberapa bagian dari *excavator* yang dapat diganti sesuai dengan kebutuhan menyebabkan alat ini banyak digunakan hampir seluruh proyek konstruksi. Berdasarkan hal tersebut membuat *excavator* menjadi ujung tombak dalam pelaksanaan suatu pekerjaan konstruksi. Guna menjaga unit *excavator* tetap dalam kondisi yang prima walaupun digunakan terus-menerus, maka sangat penting untuk dilakukan *preventive maintenance* pada unit *excavator*.

Preventive maintenance merupakan perawatan serta pemeliharaan yang dilakukan pada suatu unit untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi yang bisa menyebabkan kerusakan suatu alat pada proses pelaksanaan suatu pekerjaan [2]. Pada kenyataannya, di lapangan masih banyak terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan *preventive maintenance* khususnya pada unit *excavator*. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi keterlambatan dari *preventive maintenance*, apabila terjadi keterlambatan maka akan berdampak terhadap unit *excavator* baik dari segi kondisi unit maupun produktivitas unit yang terganggu [3]. Apabila sampai terjadi kerusakan pada

excavator yang disebabkan oleh keterlambatan melakukan *preventive maintenance* maka akan berdampak pada terganggunya proses produksi serta menyebabkan *lost cost* pada perusahaan[4]. Kegiatan perawatan mempunyai peranan yang sangat penting dalam mendukung beroperasinya suatu sistem secara lancar sesuai yang dikehendaki. Selain itu, kegiatan perawatan juga dapat meminimalkan biaya atau kerugian-kerugian yang ditimbulkan akibat adanya kerusakan mesin[5]. *Lost cost* didefinisikan sebagai jumlah uang yang hilang karena barang penunjang produksi seperti *sparepart* yang telah dibeli oleh perusahaan tidak dapat digunakan karena sebuah faktor yang mempengaruhi. Nilai *lost cost* harus ditekan oleh perusahaan karena nilai *lost cost* berbanding terbalik dengan keuntungan yang diperoleh perusahaan dan berdampak terhadap kerugian perusahaan. Proses produksi berfokus pada kualitas produk, waktu produksi (efisiensi), dan manajemen *downtime* dalam rangka meningkatkan produksi. Umumnya *lost cost* merujuk pada kerugian biaya yang ditimbulkan akibat kegagalan yang ada, seperti kerugian biaya yang terjadi pada sebuah proyek. *Lost cost* pada proyek mengacu pada biaya yang ditimbulkan akibat keterlambatan, kegagalan, dan kerusakan yang ditimbulkan. *Lost cost* berkaitan dengan produktivitas suatu proyek dengan biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan. [6]

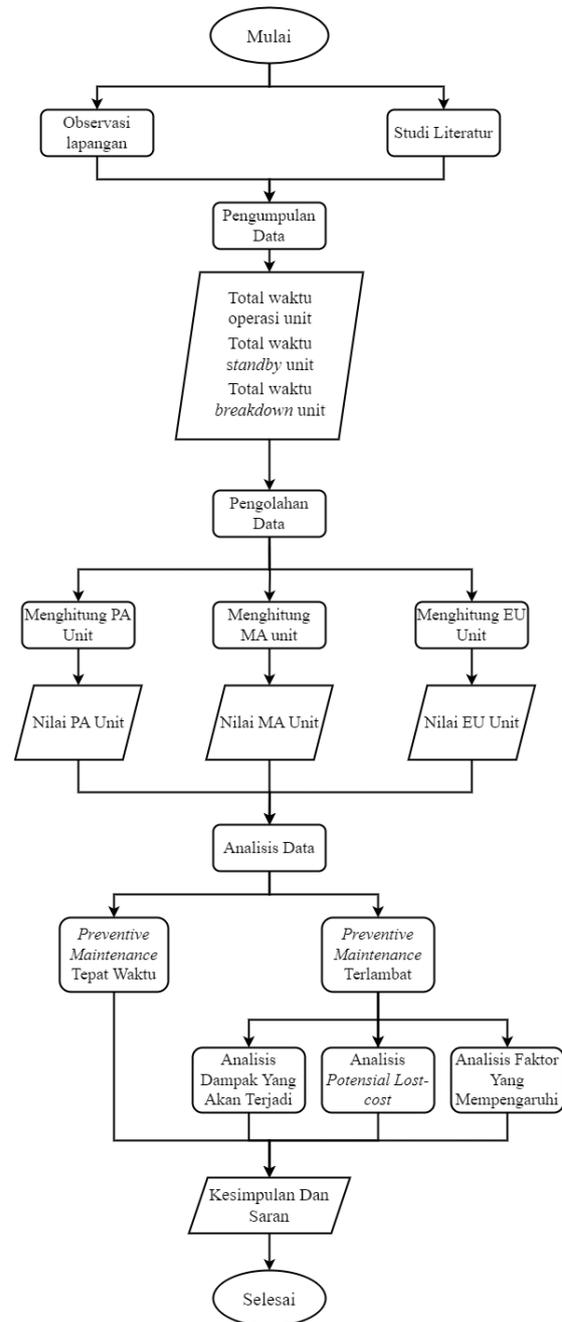
Menurut penelitian tentang menaikkan produktivitas *excavator* Doosan 500 LCV disebutkan, *mechanical availability* dan *physical availability* tidak memenuhi target perusahaan, dilakukan upaya agar nilai *mechanical availability* dan *physical availability* mencapai target yang telah ditentukan, upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang tidak terjadwal adalah perlu segera melaporkan kepada divisi *plant* jika terjadi kerusakan sehingga perbaikan dapat segera dilakukan. Upaya ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap nilai *mechanical availability* karena semakin kecil jam kerusakan maka semakin besar nilai *mechanical availability*. Upaya selanjutnya adalah dengan menjaga ketersediaan suku cadang agar pada saat terjadi kerusakan, supaya tidak memperpanjang waktu kerusakan, upaya ini bertujuan untuk mempersingkat waktu dan nilai ketersediaan mekanis dapat mencapai target [7].

Pada penelitian tentang analisa produktivitas *excavator* dan *dump truck* dengan menggunakan PA, MA, UA, dan EU serta menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas suatu alat berat. Masalah yang terjadi adalah produksi alat muat dan alat angkut belum terpenuhi sesuai target produksi. Tidak tercapainya jumlah produksi dikarenakan banyaknya waktu kerja yang terbuang akibat hambatan kerja, baik yang dapat dihindari maupun yang tidak dapat dihindari. Untuk dapat mencapai target produksi perlu dilakukan pengawasan terhadap waktu kerja yang telah ditetapkan guna mencegah

hambatan-hambatan yang terjadi pada saat proses produksi serta perlunya menghitung waktu hambatan, sehingga memudahkan kontrol dalam proses produksi. Berdasarkan penelitian tersebut keunggulan dari kajian ini adalah lebih memperdalam analisa terhadap pengaruh dari *preventive maintenance* dengan indikator *physical availability*, *mechanical availability* dan, *Effective utility*. [8]

Dari bukti yang telah disampaikan, kajian ini bertujuan menganalisis pengaruh *preventive maintenance* terhadap performa unit *excavator*. serta melakukan perhitungan *lost cost* apabila terjadi keterlambatan pada *preventive maintenance*.

2. Metode



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan pada langkah penelitian yang ditampilkan dalam diagram alir pada gambar 1. Tahap pertama yang dilakukan adalah observasi lapangan dan studi literatur berdasarkan masalah di lapangan dengan teknik menganalisis, mencatat bahan penelitian. Tahap selanjutnya yaitu pengumpulan data pada bulan Februari hingga Juni 2023 seperti total waktu operasi, *standby*, dan *breakdown* unit serta data penunjang seperti jadwal *preventive maintenance* unit, serta data kerusakan dan penggantian *part* pada unit *excavator*. Setelah data yang diperlukan diperoleh maka akan dilakukan pengolahan data meliputi PA (*physical availability*), MA (*mechanical availability*), dan EU (*equipment utility*) kemudian akan didapatkan nilai PA, MA, dan EU dari *excavator*. Setelah itu akan dilakukan analisa pada data yang telah diolah, pada tahapan ini akan menganalisa mengenai unit yang memiliki *preventive maintenance* tepat waktu dan terlambat. Analisa data berdasarkan jadwal *preventive maintenance*, data kerusakan serta penggantian part, dan data PA, MA, dan EU yang sudah diolah. Setelah semuanya selesai akan ditarik kesimpulan dan saran.

Metode yang digunakan pada kajian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Metode kuantitatif adalah metode yang digunakan untuk menguji teori tertentu dengan melakukan pengujian antar variabel. Variabel penelitian umumnya diukur menggunakan instrumen penelitian oleh karena itu data yang terdiri dari beberapa variabel angka dapat dianalisis menggunakan prosedur statistik [9].

Pada perhitungan nilai PA, MA, dan EU dihitung menggunakan persamaan di bawah ini [10]:

1. *Mechanical Availability* (MA)

Merupakan persentase kondisi mekanis asli dari suatu alat yang sedang digunakan.

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100 \% \tag{1}$$

Keterangan:

MA = *mechanical availability*

W = *working hour*

R = *breakdown hour*

2. *Physical Availability* (PA)

Merupakan persentase faktor ketersediaan alat yang ditunjukkan dengan lama waktu alat beroperasi selama alat dijadwalkan untuk bekerja.

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \tag{2}$$

Keterangan:

PA = *physical availability*

W = *working hour*

R = *breakdown hour*

S = *standby hour*

3. *Effective Utility* (EU)

Merupakan persentase ketersediaan alat dari keseluruhan jam kerja alat setelah dibagi dengan penjumlahan dari jam stanby, kerja, dan *breakdown*.

$$EU = \frac{W}{W+S+R} \times 100\% \tag{3}$$

Keterangan:

EU = *effective utility*

W = *working hour*

R = *breakdown hour*

S = *standby hour*

Rumus perhitungan *lost cost* produksi yang digunakan oleh penulis mengacu pada kajian pustaka dapat dituliskan sebagai berikut [7]:

$$Lost\ Cost = \left(\left(\left[\frac{\text{Total jam operasional}}{\text{target perusahaan}} \right] - \left[\frac{\text{Total jam operasional}}{\text{unit}} \right] \right) \times \left[\frac{\text{Biaya sewa}}{\text{unit}} \right] \right) \tag{4}$$

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang diperoleh pada saat pengambilan data selama periode Februari 2023 hingga Juni 2023 yang digunakan untuk memnentukan produktivitas dari unit *excavator* disajikan pada tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Rincian Data Jam Kerja Excavator

No Lambung	Total Breakdown Time	Total Standby Time	Total Operation Time
EX 101	2300,9	298,7	1000,4
EX 102	2129,7	473,5	996,8
EX 103	874,2	747,5	1978,3
EX 105	459,7	566,4	2573,9
EX 109	540,1	613,7	2446,2
EX 110	1008,1	732,6	1859,3
EX 111	1034,8	573,5	1991,7

Dari hasil yang diperoleh dari pengambilan data pada tabel 1. kemudian dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (1), (2), dan (3). Untuk contoh perhitungan dibawah menggunakan data *excavator* dengan nomor lambung EX 101.

$$PA = \frac{(Operation\ Time+Stanby\ Time)}{Total\ Jam\ Kerja} \times 100\% \tag{1}$$

$$PA = \frac{(1000,4+298,7)}{(24 \times 150)} \times 100\%$$

$$PA = \frac{1229,1}{3600} \times 100\%$$

$$PA = 36,1\%$$

$$MA = \frac{Jam\ Operasi}{(Jam\ Operasi+Jam\ Breakdown)} \times 100\% \tag{2}$$

$$MA = \frac{1000,4}{(1000,4+2300,9)} \times 100\%$$

$$MA = \frac{1000,4}{(3310,3)} \times 100\%$$

$$MA = 30,3\%$$

$$EU = \frac{\text{Jam Operasi}}{\text{Total Jam Kerja}} \times 100\% \quad (3)$$

$$EU = \frac{1000,4}{(24 \times 150)} \times 100\%$$

$$EU = \frac{1000,4}{3600} \times 100\%$$

$$EU = 27,8\%$$

Setelah melakukan perhitungan maka akan didapatkan hasil yang disajikan pada tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai PA, MA, dan EU Unit Dengan Preventive Maintenance Terlambat

No Lambung	Nilai PA	Nilai MA	Nilai EU
EX 101	36,1%	30,3%	27,8%
EX 102	40,8%	31,9%	27,7%
EX 103	75,7%	69,4%	55,0%
Rata-Rata	50,9%	43,8%	36,8%

Berdasarkan tabel 2. dapat dilihat keseluruhan nilai PA, MA, dan EU dari 3 unit yang mengalami keterlambatan pada *preventive maintenance*, namun terdapat perbedaan yang cukup signifikan pada unit EX 103 dengan unit EX 101 dan EX 102 dimana nilai PA, MA dan EU unit EX 103 paling tinggi dan hampir menyamai nilai PA, MA, dan EU unit dengan *preventive maintenance* tepat waktu. Hal ini disebabkan oleh pada unit EX 103 tidak terjadi *breakdown* yang parah dan menyebabkan unit bisa bekerja dalam waktu yang cukup lama. Penyebab renadahnya nilai PA, MA, dan EU pada unit EX 101 dan EX 102 adalah pada unit EX 101 terjadi kerusakan pada *swing shaft machinery* yang menyebabkan unit rusak dan tidak bisa beroperasi hingga masa penelitian usai, sedangkan pada unit EX 102 mengalami kerusakan pada sistem kelistrikan yaitu terbakarnya alternator dan rusaknya baterai aki yang terdapat pada unit.

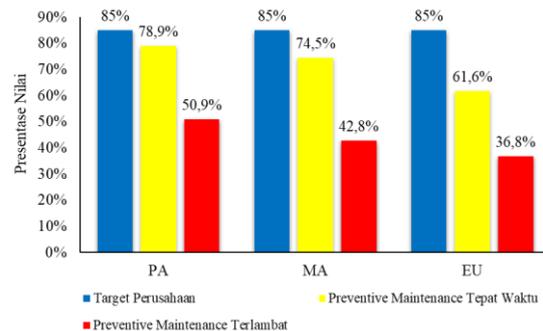
Tabel 3. Rekapitulasi Rekapitulasi Nilai PA, MA, dan EU Unit Dengan Preventive Maintenance Tepat Waktu

No Lambung	Nilai PA	Nilai MA	Nilai EU
EX 105	87,2%	84,8%	71,5%
EX 109	85,0%	81,9%	68,0%
EX110	72,0%	64,8%	51,6%
EX111	71,3%	65,8%	55,3%
Rata-rata	78,9%	74,4%	61,6%

Berdasarkan data dari tabel 3. dapat dilihat unit dengan *preventive maintenance* tepat waktu memiliki nilai PA, MA, dan EU yang cukup tinggi, namun terdapat dua unit yang memiliki nilai PA, MA, dan EU yang cukup rendah daripada unit lain meskipun dengan *preventive maintenance* tepat waktu, dua unit tersebut adalah EX 110 dan unit EX 111. Faktor yang

mempengaruhi nilai MA, PA, UA, dan EU adalah kerusakan yang tidak terjadwal, ketersediaan suku cadang yang terlambat, proses perbaikan yang lambat, dan kurangnya tenaga kerja [7]. Faktor lapangan yang mempengaruhi hal tersebut adalah penggunaan dari unit EX 110 dan EX 111 adalah untuk *land clearing* yang dimana fungsi dari pekerjaan tersebut untuk membuka lahan yang akan digunakan sebagai jalur hauling. *Land clearing* sendiri merupakan salah satu pekerjaan berat dimana unit harus menyingkirkan banyak material seperti batu, tanah, dan pohon. Tidak jarang pada saat melakukan pekerjaan ini unit mengalami *breakdown* seperti kebocoran *hose* hidrolik, hal inilah yang menyebabkan nilai PA, MA, dan EU unit EX 110 dan EX 111 lebih rendah diantara unit dengan *preventive maintenance* tepat waktu

Setelah melakukan analisa data nilai PA, MA, dan EU pada unit dengan *preventive maintenance* terlambat maupun tepat waktu. Langkah selanjutnya adalah melakukan perbandingan data dengan membuat diagram perbandingan. Adapun diagram perbandingan dari unit dengan *preventive maintenance* tepat waktu dan terlambat ditunjukkan oleh gambar 2. Sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Perbandingan rata-rata Nilai PA, MA, Dan EU

Melihat data yang tersaji pada gambar 2. terdapat perbedaan rata-rata yang cukup signifikan. Pada unit dengan *preventive maintenance* tepat waktu memiliki nilai rata-rata PA sebesar 78,9%, MA sebesar 74,5% dan EU sebesar 61,6% sedangkan unit *excavator* dengan *preventive maintenance* terlambat hanya memiliki rata-rata nilai PA sebesar 50,9%, MA sebesar 42,8%, dan EU sebesar 36,8%, terdapat perbedaan pada rata-rata pada nilai PA sebesar 20% rata-rata nilai MA sebesar 31,7% dan rata-rata nilai EU sebesar 24,8%. Walaupun rata-rata nilai PA, MA dan EU dari unit dengan *preventive maintenance* tepat waktu lebih tinggi hal tersebut masih belum cukup, apabila nilai dari PA, MA, UA dan EU masing-masing unit masih dibawah 85% belum mencapai optimal nilai standar dunia yaitu diatas 85%, maka dapat disimpulkan kondisi dari unit tersebut tidak baik. Oleh karena itu sebaiknya dilakukan perbaikan pada waktu *standby* dan kerusakan alat [11]. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa *preventive maintenance* berpengaruh cukup besar pada produktivitas unit

Pada analisis *potential lost cost* penulis melakukan perhitungan kemungkinan hilangnya pemasukan perusahaan yang disebabkan oleh keterlambatan *preventive maintenance* pada unit *excavator*. Perhitungan *potential lost cost* didasarkan pada keuntungan sesuai dengan target operasional perusahaan dimana perusahaan menargetkan 85% dari keseluruhan dari total jam kerja total yaitu 3600 jam dikurangi dengan rata-rata jam operasional unit dengan keterlambatan *preventive maintenance* dikalikan dengan harga sewa *excavator* per jam, dimana harga sewa dari unit *excavator* sebesar Rp250.000,- per jam. Berikut adalah perhitungan *potential lost cost* menggunakan persamaan (5):

$$\begin{aligned} \text{Lost Cost} &= \left(\left(\left[\begin{array}{c} \text{Total} \\ \text{jam} \\ \text{operasional} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Presentase} \\ \text{target} \\ \text{perusahaan} \end{array} \right] \right) - \left[\begin{array}{c} \text{Total} \\ \text{jam} \\ \text{operasional} \\ \text{unit} \end{array} \right] \right) \times \left[\begin{array}{c} \text{Biaya} \\ \text{sewa} \\ \text{unit} \end{array} \right] \\ &= ((3600 \times 85\%) - 1325,2) \times \text{Rp}250.000,- \\ &= (3060 - 1325,2) \times \text{Rp}250.000,- \\ &= 1734,8 \times \text{Rp}250.000,- \\ &= \text{Rp}433.700.000,- \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan *potential lost cost* potensi kerugian perusahaan yang diakibatkan oleh keterlambatan *preventive maintenance* selama masa penelitian dengan harga sewa 1 unit Rp250.000,- adalah sebesar Rp433.700.000,- per unit. Semua perusahaan memiliki struktur perhitungan biaya produksi yang unik tergantung pada jenis bisnis, skala operasi, dan strategi bisnis yang diterapkan. Perhitungan biaya produksi menjadi faktor penting dalam mengukur keberhasilan bisnis karena mempengaruhi profitabilitas perusahaan. Penerapan target *costing*, interaksi yang efektif antara departemen produksi, riset dan pengembangan, dan perekayasaan sangat penting dalam mengoptimalkan biaya produksi dan tetap memenuhi kebutuhan pelanggan. Target *costing* memiliki beberapa tahapan perhitungan. Fokus utama dalam perhitungan ini adalah menghitung biaya target (target *cost*)[12]. Potensi nilai kerugian tersebut terbilang cukup besar karena mencakup sebesar 57% target pendapatan perusahaan terhadap satu unit *excavator*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan dan dilakukan kajian, maka diperoleh simpulan bahwa terdapat apabila *preventive maintenance* dilakukan tepat waktu akan menaikkan rata-rata nilai PA sebesar 28%, MA sebesar 31,7%, dan EU sebesar 24,8%. Serta keterlambatan *preventive maintenance* juga berpengaruh pada kondisi unit, dimana *lifetime* dari komponen unit seharusnya dapat lebih lama digunakan. Estimasi kerugian yang dialami perusahaan ditaksir sejumlah Rp433.700.000,- per unit selama masa pengambilan data, dari total unit yang mengalami keterlambatan pada *preventive maintenance*.

Daftar Pustaka

- [1] P. Ane dan K. Pratas, "Kelayakan Investasi Studi Kasus Alat Berat Bulldozer, Excavator Dan Dump Truck Di Kota Manado," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 4, no. 9, 2016.
- [2] S. Auda dan S. Suparno, "The Analysis of Doosan S500-LCV Excavator Maintenance Planning to Reduce Downtime Using Reliability Centered Maintenance (RCM) Method," *IPTEK Journal of Proceedings Series*, vol. 0, no. 5, 2019, doi: 10.12962/j23546026.y2019i5.6351.
- [3] I. Noor, "Perancangan Preventive Maintenance Alat Berat Di PT. Kalimantan Prima Persada," *Journal of Industrial Engineering and Operation Management*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [4] D. D. Supit, "Analisa Produktivitas Dan Efisiensi Alat Berat Untuk Pekerjaan Tanah, Dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir (Studi Kasus : Proyek Rehabilitasi Ring Road II – Paniki)," *Journal Dynamic Saint*, 2020.
- [5] A. Prastiawan, H. Rarindo, E. Hendry, S. Hadi, dan U. Syah Amrullah, "Metode RCM Untuk Sistem Perawatan Mesin Amplas Multipleks Pada Pabrik Plywood," *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana*, vol. 15, no. 2, 2021.
- [6] Y. Mahendra dan M. Graciano, "Produktivitas Tenaga Kerja Mengenai Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Pada Pembangunan Proyek DPT Sungai Watudakon Mojokerto," *Jurnal Sipil Terapan*, vol. 1, no. 1, 2023.
- [7] Kemas. Moh. A. Isnaeni, I. Iskandar, dan Y. P. Sibarani, "The Target Achievement Effort Of Mechanical Availability And Physical Availability Of Doosan 500 LCV Excavator Loading Equipment At PT XYZ," *International Journal of Social Science*, vol. 2, no. 4, 2022, doi: 10.53625/ijss.v2i4.4240.
- [8] Y. F. Zarly dan T. Kasim, "Kajian Teknis Loading dan Hauling Produksi Overburden pada Tambang Terbuka PT . Allied Indo Coal Jaya, Parambahan, Sawahlunto," *Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*, vol. 2, no. 4, 2018.
- [9] Kusumastuti, *Metode Penelitian Kuantitatif*, no. April 2016. 2020.
- [10] Sartika, "Evaluasi Kinerja Dump Truck di PT HPMU Kabupaten Ketapang," *Journal of Applied Mechanical Engineering and Renewable Energy*, vol. 2, no. 1, 2022, doi: 10.52158/jamere.v2i1.294.
- [11] A. Rahmat, Y. Mingsi, dan R. Maiyudi, "Optimalisasi Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut dengan Metode Quality Control Circle (QCC) Pada Proses Penambangan Batukapur Di

Area Existing PT. Semen Padang,” *Jurnal Bina Tambang*, vol. 4, no. 3.

- [12] M. Maknun, A. Pramukti, dan M. F. A. R. Pelu, “Evaluasi Peran Target Costing dalam Manajemen Biaya Produksi (Studi Kasus CV GRV Interior),” *SEIKO: Journal of Management & Business*, vol. 6, no. 2, 2023.