

ANALISIS KINERJA ALAT ANGKUT FORKLIF DENGAN MENGUNAKAN METODE *OVERALL EFFECTIVENESS EQUIPMENT* (OEE)

Forklift Performance Analysis Using Overall Effectiveness Equipment (OEE) Method

Yuyun Yuniar Rohmatin^{1*}, Rossi S. Wahyuni²

¹ Teknik Industri, Universitas Gunadarma, Jl. Margonda Raya No. 100 Pondok Cina-Depok, Indonesia.

² Teknik Industri, Universitas Gunadarma, Jl. Margonda Raya No. 100 Pondok Cina-Depok, Indonesia.

* Email Korespondensi : yyn.yuniar.rohmatin@gmail.com ; rossysw@gmail.com

Artikel Info - : Diterima : 04-04-2022; Direvisi : 10-05-2022; Disetujui : 17-05-2022

ABSTRAK

Kegiatan *material handling* menjadi kegiatan penting dalam penanganan material mulai dari *loading* bahan baku hingga kegiatan *unloading*. perusahaan X menggunakan forklif sebagai salah satu alat angkut untuk memindahkan material dalam operasi produksinya. Tingginya kerusakan pada alat angkut dapat menyebabkan turunnya produktivitas perusahaan dalam mencapai keuntungan. Metode *overall equipment effectiveness* (OEE) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur kinerja peralatan industri dengan mempertimbangkan *availability*, *performance* dan *rate of quality* alat angkut yang digunakan, penelitian ini bertujuan untuk menghitung kinerja forklif dengan menggunakan metode *overall equipment effectiveness*. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa selama 6 bulan periode waktu kerusakan *forklift* bervariasi dengan waktu kerusakan terlama pada bulan Juni mencapai 360 menit atau setara dengan 6 jam. Nilai rata-rata *availability* forklif selama 6 bulan periode adalah sebesar 97,85 % dimana waktu operasi selama 6000 menit atau setara dengan 20 jam per bulan. Nilai rata-rata *performance* forklif adalah sebesar 97,60% dengan banyaknya piano yang berhasil diangkut rata-rata per bulan adalah sebanyak 1152 unit. Nilai rata-rata *rate of quality* forklif adalah sebesar 98,71 % dengan banyaknya jumlah produk piano yang diangkut adalah sebanyak 1152 unit per bulan, sedangkan jumlah produk cacat yang gagal diangkut hanya mencapai 14,67 atau setara dengan 15 produk per bulan, Nilai kinerja forklif berdasarkan metode *overall equipment effectiveness* diperoleh sebesar 98,14 % dimana menurut Nakajima (1988) ketua institut perawatan Jepang (JIPM) menetapkan batasan ideal dari indeks nilai OEE untuk perusahaan *world class* yang telah menerapkan TPM, yaitu 85% dan nilai hasil kinerja forklif perusahaan bernilai diatas nilai standar yang ditetapkan sebesar 98,14%.

Kata Kunci: Availability, Performance, Rate of Quality, OEE

ABSTRACT

Material handling becomes an important activity in handling material, first a loading material in the company until unloading material, company X use forklift for material handling in production operation. Overall effectiveness Equipment (OEE) is one method used for measuring the performance of equipment in industries by considering availability, performance, and rate of quality of used equipment. This research purpose was to analyze the performance of forklifts using the OEE method. Based on the results of the study, it is known that during the 6 months of forklift damage varies with the longest breakdown time in June reaching 360 minutes or equivalent to 6 hours. The average value of forklift availability for 6 months period is 97.85% where the operating time is 6000 minutes or equivalent to 20 hours per month. The average value of forklift performance is 97.60% with the number of pianos being transported an average of 1152 units per month. The average value of forklift availability for 6 months is 97.85% where the operating time is 6000 minutes or equivalent to 20 hours per month. The average value of forklift performance is 97.60% with the number of pianos being transported on average per month being 1152 units. The average value of the rate of quality forklift is 98.71% with the number of piano products transported being 1152 units per month, while the number of defective products that fail to be transported only reaches 14.67 or equivalent to 15 products per month.

The overall effectiveness method of equipment is obtained at 98.14% where according to Nakajima (1988) the chairman of the Japanese maintenance institute (JIPM) sets the ideal limit of the OEE value index for world-class companies that have implemented TPM, which is 85% and the value of the company's forklift performance is above the standard value. which is set at 98.14%.

Keywords: Availability, Performance, Rate of Quality, OEE

1. Pendahuluan

Material handling merupakan salah satu bagian yang penting dalam menjalankan kelancaran proses produksi produk bagi perusahaan,. Perkembangan teknologi yang semakin berkembang mampu menciptakan alat angkut yang membantu meningkatkan pelayanan terhadap pemindahan material atau *material handling* secara cepat dalam kapasitas yang banyak dan untuk jumlah angkut yang maksimal.

Alat angkut atau alat *material handling* digunakan untuk membantu perusahaan dalam melakukan pemindahan material, baik pemindahan yang akan dilakukan untuk menurunkan material yang baru datang dari *suppliers*, pemindahan material dalam area perusahaan maupun pemindahan material yang akan dilakukan *unloading* ke konsumen. Alat angkut sendiri memiliki tipe dan jenisnya yang disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan yang salah satunya alat angkut ini berupa forklif yang digunakan perusahaan untuk melakukan pengangkutan atau pemindahan material dalam kapasitas yang melebihi kekuatan angkut operator atau alat angkut berupa *hand pallet*. Alat angkut forklif memiliki komponen-komponen yang mendukung kinerjanya Ketika digunakan. Pertumbuhan ekonomi dan pembangunan yang pesat mengakibatkan semakin tumbuh dan berkembangnya perusahaan industri [1]. Timbulnya industri baru memperketat persaingan yang telah ada diantara perusahaan industri sejenis [2]. Kondisi persaingan antar dan diantara perusahaan industri mendorong setiap perusahaan untuk melakukan berbagai cara untuk mempertahankan kelangsungan usaha dan tetap mampu berkembang ke arah yang lebih baik sehingga perusahaan mampu untuk bersaing dan menguasai pasarnya masing-masing dengan menciptakan sistem produksi yang berfungsi secara baik dan optimal [3].

Metode *overall equipment effectiveness* (OEE) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur kinerja peralatan industri dengan mempertimbangkan *availability*, *performance* dan *rate of quality* alat angkut yang digunakan [5]. *Availability* adalah faktor yang berkenaan dengan ketersediaan peralatan Ketika akan digunakan dalam beroperasi, *performance* berkenaan dengan kemampuan peralatan untuk menghasilkan dibandingkan dengan operasi menganggurnya sedangkan *rate of quality* berkenaan dengan kemampuan peralatan untuk beroperasi dan menghasilkan produk yang baik dibandingkan dengan produk *reject* yang dihasilkan. Pengukuran kinerja dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai OEE dan *six big losses* dari peralatan serta melihat seberapa besar pengaruh faktor tersebut terhadap kinerja peralatan yang digunakan [6].

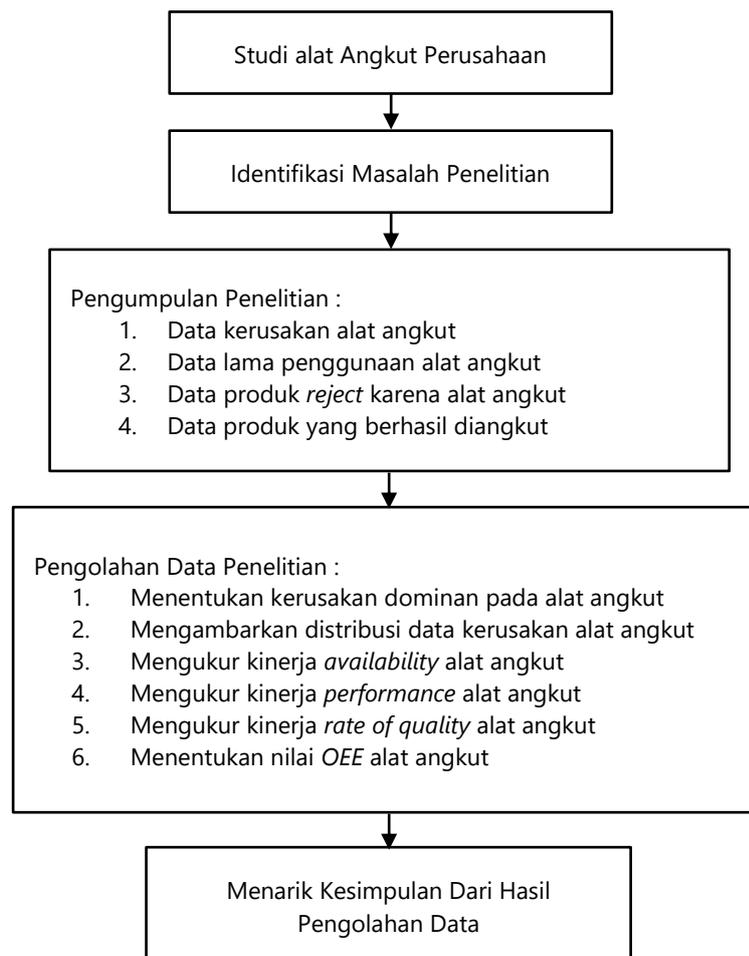
Penelitian ini dilakukan pada perusahaan X yang menggunakan forklif sebagai salah satu alat angkut untuk memindahkan material dalam operasi produksinya. Perusahaan ini terletak di area Jakarta, dimana merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi alat musik piano. Pada perusahaan ini alat angkut forklif digunakan untuk melakukan *material handling* untuk material yang baru datang dari *suppliers*. Ketika di area produksi maupun *material handling*, forklift digunakan untuk mengangkut piano guna dimasukkan pada moda transportasi. Moda transportasi ini nantinya digunakan untuk membawa produk piano ke konsumen. Kinerja alat angkut (forklif) ini sangat penting untuk mendukung kelancaran operasi.

Kelancaran operasi alat angkut forklif akan tercapai dengan sistem perawatan yang memegang peranan penting dalam keberlangsungan perusahaan [3], [5]. Untuk memastikan mesin utama selalu dalam kondisi handal, perlu dilakukan proses perawatan yang baik sehingga meminimalisir *downtime* [6], [7]. Perawatan yang dilakukan terhadap alat angkut forklif dapat berupa pengecekan secara preventif komponen-komponen kritis Sehingga dalam kegiatan proses produksi dapat berjalan dengan baik sehingga kinerja yang dihasilkan sesuai target yang ditentukan dalam sehari.

Pengukuran kinerja dilakukan dengan menggunakan metode OEE, dimana metode ini mengukur kinerja efektivitas dari mesin dan peralatan secara menyeluruh yang digunakan untuk mengevaluasi seberapa besar nilai *availability performance* dan *rate of quality* peralatan.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di perusahaan X yang bergerak dibidang manufaktur yang berada di lokasi kawasan industri MM2100 Cibitung-Bekasi. Metode penelitian ini dilakukan dengan observasi langsung ke Perusahaan dan mengumpulkan data primer maupun sekunder dari perusahaan yang digambarkan dalam Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini dimulai dari studi alat angkut perusahaan. Dilanjutkan dengan identifikasi masalah penelitian berkenaan dengan penggunaan alat angkut forklif sebagai salah satu peralatan industri yang digunakan perusahaan. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data penelitian diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Data kerusakan yang dialami oleh alat angkut forklif selama 6 bulan terhitung sejak bulan Januari s.d bulan Juni 2021.
2. Data lama penggunaan alat angkut forklif.
3. Data produk yang *reject* karena alat angkut forklif.
4. Data produk yang berhasil diangkut menggunakan forklif.

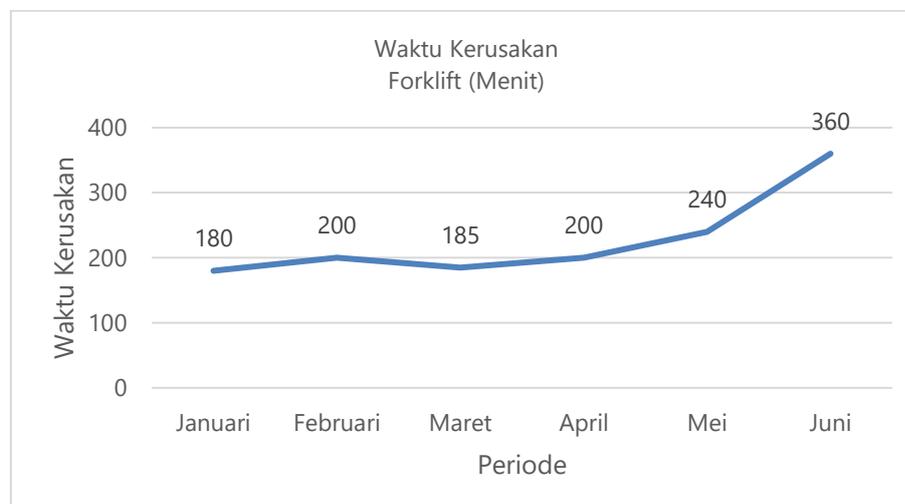
Data yang terkumpul selanjutnya digunakan untuk mengukur kinerja alat angkut dengan menggunakan metode OEE.

1. Menentukan kerusakan yang dialami forklif selama 6 bulan.
2. Membuat diagram *histogram* dari kerusakan yang dialami forklif.
3. Mengukur kinerja *availability* alat angkut dengan menghitung rasio antara waktu operasi forklif dan waktu kerusakan yang dialami forklif Ketika akan digunakan.
4. Mengukur kinerja *performance* forklif dengan menghitung rasio antara produk yang diangkut dikalikan dengan waktu siklusnya dibagi dengan waktu operasi *forklif* untuk mengangkut produk.
5. Mengukur kinerja *rate of quality* forklif dengan menghitung rasio antara selisih jumlah produk yang diangkut dengan jumlah produk yang rusak karena proses pengangkutan dengan forklif di bagi dengan jumlah produk yang berhasil diangkut dikalikan 100%.
6. Menentukan nilai indeks *OEE* berdasarkan nilai *availability*, *performance* dan *rate of quality* alat angkut yang telah diketahui sebelumnya.
7. Menentukan nilai kinerja alat angkut berdasarkan nilai *OEE*.

3. Hasil Penelitian

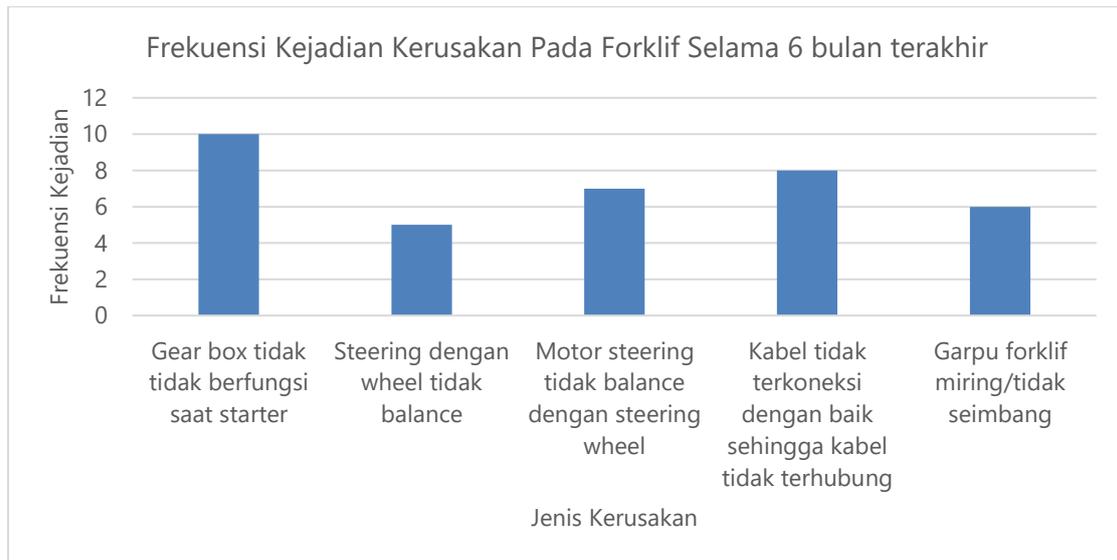
3.1 Data Penurunan Waktu

Penurunan waktu adalah waktu yang tidak digunakan untuk proses *loading* atau *unloading* alat karena adanya kerusakan atau gangguan sehingga alat angkut tersebut tidak dapat digunakan sebagaimana mestinya. Data penurunan waktu alat angkut periode Januari – Juni 2021 ditunjukkan Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Data Penurunan Waktu Kerusakan Periode Januari – Juni 2021

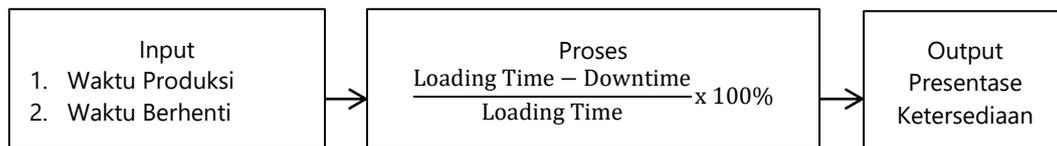
Data waktu kerusakan forklif dalam periode 6 bulan mencapai total waktu kerusakan selama 1199 menit atau kurang lebih selama 20 jam. Selama 6 bulan periode waktu kerusakan forklif bervariasi dengan waktu kerusakan terlama pada bulan Juni mencapai 360 menit atau setara dengan 6 jam, sehingga bisa disimpulkan bahwa pada bulan Juni forklif tidak bisa beroperasi karena mengalami kerusakan atau penurunan waktu kerja selama 6 jam. Kerusakan tersebut dapat diakibatkan karena adanya kerusakan pada komponen forklif sehingga forklif tidak bisa bekerja sebagaimana mestinya, untuk jenis kerusakan dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Data Kejadian Kerusakan Forklif

3.2 Pengukuran Kinerja Mesin dengan Metode OEE

Pengukuran kinerja mesin dengan menggunakan OEE mempertimbangkan besarnya *availability*, *performance* dan *rate of quality* [6], *availability* merupakan rasio dari lamanya waktu yang digunakan untuk bekerja (*operation time*) dengan lamanya waktu kerusakan yang dialami alat angkut Ketika akan digunakan. Dengan demikian formula yang digunakan untuk mengukur rasio *availability* digambarkan pada Gambar 4 berikut [6].



Gambar 4. Formula Pengukuran *Availability*

Nilai *availability* yang disarankan oleh *japan institue of plant maintenance (JIPM)* adalah sebesar 90%. Hasil pengumpulan data lamanya waktu bekerja dan waktu kerusakan alat angkut ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Ketersediaan Forklif

No.	Bulan	Waktu Pemakaian Alat Angkut (Menit)	Waktu Henti (Menit)	Ketersediaan (%)
1	Januari	6000	90	98,50
2	Februari	5400	120	97,78
3	Maret	6000	180	97,00
4	April	6000	140	97,67
5	Mei	6000	110	98,17
6	Juni	6000	120	98,00
Total		35400	760	97,85

Berdasarkan Tabel 1 di atas, waktu pemakaian alat angkut didasarkan pada penggunaan alat angkut

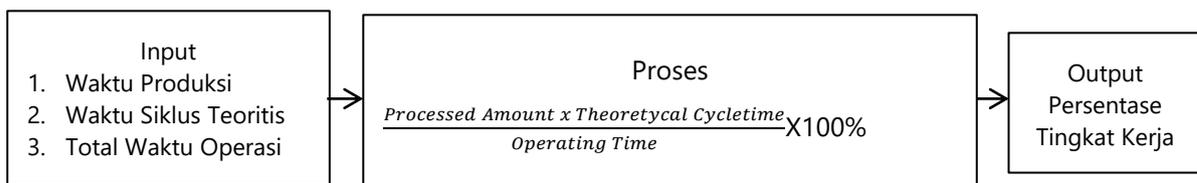
forklif untuk melakukan *loading, unloading* material.

Jam Kerja Alat Angkut = 6000 Menit per bulan

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{35400 \text{ menit} - 760 \text{ menit}}{35400 \text{ menit}} \\ &= 97,85\% \end{aligned} \quad (1)$$

Total waktu dalam sebulan mencapai 6000 menit per bulan atau bekerja selama 20 jam per bulan, nilai ketersediaan alat angkut saat dibutuhkan selama 6 bulan mencapai 97,85% dimana menurut JIPM nilai *availability* yang disarankan adalah sebesar 95%, sehingga jika dilihat dari hasil penelitian alat angkut yang digunakan oleh perusahaan memiliki tingkat *availability* yang baik nilainya lebih besar dari 90% yaitu sebesar 98,50 % pada bulan Januari dan 98,00% pada bulan Juni, dengan rata-rata *availability* dalam 6 periode adalah sebesar 97,85%.

Kinerja lain yang dipertimbangkan untuk mengukur kinerja alat angkut forklif adalah *performance*, dimana *performance* merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang, *input* untuk menghitung besarnya *performance* alat angkut adalah waktu produksi, waktu siklus dan waktu total operasi alat angkut seperti ditunjukkan pada gambar 5 formulasi berikut [6].



Gambar 5. Formulasi Pengukuran *Performance*

Hasil pengumpulan data *performance* alat angkut alat angkut forklif mempertimbangkan waktu kerja yang dibutuhkan oleh alat angkut, waktu siklus dalam melakukan pengangkutan dan banyaknya produk yang diangkut oleh forklif selama satu bulan, data penelitian *performance* alat angkut ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut.

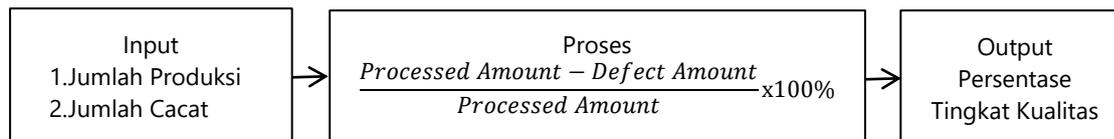
Tabel 2. Data *Performance* Forklif

No.	Bulan	Hasil Pengangkutan (Unit)	Waktu Kerja Alat Angkut (Menit)	Waktu Siklus (Menit)	Rata-rata Kinerja/ <i>Performance</i> (%)
1	Januari	1180	6000	5	98,33
2	Februari	1034	5400	5	95,74
3	Maret	1178	6000	5	98,17
4	April	1174	6000	5	97,83
5	Mei	1178	6000	5	98,17
6	Juni	1168	6000	5	97,33
Total		6912	35400		585,57
Rata-Rata		1152	5900		97,60

Berdasarkan Tabel 2 di atas, diketahui bahwa kinerja *performance* alat angkut forklif tertinggi dicapai pada bulan Januari dengan kinerja *performance* sebesar 98,33 %, sedangkan kinerja terendah ada pada bulan Februari yaitu sebesar 95,74 %.

$$\begin{aligned}
 \text{Performance Efficiency} &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{Theoretical Cycle Time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \quad (2) \\
 &= \frac{1180 \times 5}{6000} \times 100\% \\
 &= 98,33\%
 \end{aligned}$$

Rate of quality product mempertimbangkan jumlah produk yang diangkut dan jumlah cacat produk saat *setting* alat angkut, formulasi yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Formulasi Pengukuran *Rate Of Quality*

Penelitian banyaknya produk yang dihasilkan dan jumlah produk cacat saat *setting* alat angkut ditunjukkan pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Data *Rate Of Quality* Forklif

No.	Bulan	Hasil Pengangkutan	Jumlah Yang Gagal Diangkut	Rata-Rata Kualitas (%)
1	Januari	1180	14	98,81
2	Februari	1034	20	98,07
3	Maret	1178	18	98,47
4	April	1174	14	98,81
5	Mei	1178	12	98,98
6	Juni	1168	10	99,14
Total		6912	88	592,28
Rata-Rata		1152	14,67	98,71

Berdasarkan data di atas, alat angkut forklif memiliki kinerja *rate of quality* produk sebesar 98 % dari bulan Januari hingga Mei, sedangkan *rate of quality* pada bulan Juni sebesar 99 %, rata-rata kinerja *rate of quality* alat angkut forklif adalah sebesar 98,71%.

$$\begin{aligned}
 \text{Rate Of Quality Product} &= \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100\% \quad (3) \\
 &= \frac{6912 - 88}{88} \times 100\% \\
 &= 98,71\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan *availability*, *performance* dan *rate of quality* dimaksudkan untuk mengetahui kinerja alat angkut forklif dalam melakukan operasi *loading* dan *unloading* alat angkut baik Ketika material data dari supplier,. Pindahan material antar area di perusahaan maupun Ketika material telah dilakukan proses produksi dan akan dikirim ke konsumen, hasil perhitungan kinerja ditunjukkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Data Kinerja Forklif Dengan Metode OEE

Bulan	Ketersediaan (%)	Rata-rata Performance (%)	Rata-rata Kualitas (%)	OEE(%)
Januari	98,50	98,33	98,81	98,549
Februari	97,78	95,74	98,07	97,195
Maret	97,00	98,17	98,47	97,880
April	97,67	97,83	98,81	98,102
Mei	98,17	98,17	98,98	98,438
Juni	98,60	98,33	99,14	98,692
	97,95	97,76	98,71	98,143
Rata-Rata				98,143

Besarnya rata-rata kinerja ketersediaan forklif saat akan digunakan bernilai 98,70%, untuk besarnya kinerja *performance* adalah sebesar 98,70 sedangkan untuk rata-rata *rate of quality* adalah sebesar 98,70 sehingga diperoleh rata-rata kinerja sebesar 98,14 %, dengan demikian dikatakan bahwa dengan menggunakan metode OEE kinerja forklif adalah sebesar 98,14. Menurut Nakajima (1988) ketua JIPM menetapkan batasan ideal dari indeks nilai OEE untuk perusahaan *world class* yang telah menerapkan TPM, yaitu [6]:

1. *Availability* >90%
2. *Performance* >95%
3. *Quality* >99%

Sehingga OEE ideal adalah: $0,90\% \times 0,95\% \times 0,99\% \times 100\% = 85\%$, dari hasil perhitungan berdasarkan formulasi pengukuran OEE terhadap alat angkut forklif perusahaan yang telah dilakukan sebelumnya dikatakan bahwa kinerja forklif yang dimiliki oleh perusahaan baik.

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap nilai OEE pada alat angkut dapat dilihat bahwa selama 6 bulan nilai OEE pada alat angkut mengalami kenaikan dan penurunan. Perhitungan tersebut dilakukan dengan cara mengalikan antara nilai *availability*, nilai rata-rata kinerja, nilai rata-rata kualitas dan dikali 100.

Berikut merupakan perhitungan nilai OEE [10]:

$$\text{OEE} = \text{Ketersediaan} \times \text{Kinerja} \times \text{Kualitas} \quad (4)$$

Dimana :

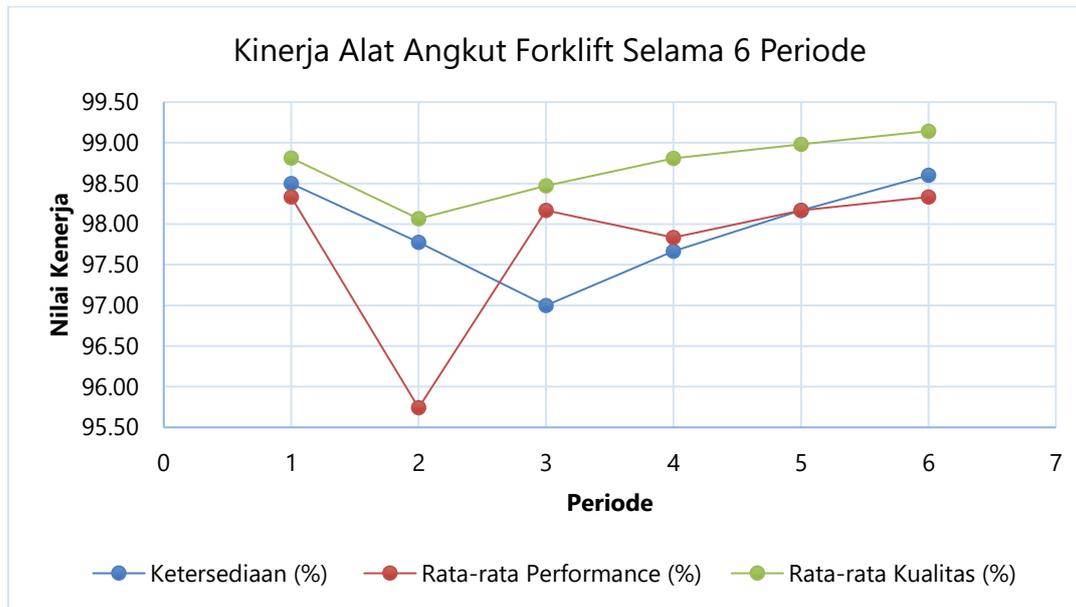
Ketersediaan : Waktu yang digunakan untuk bekerja

Kinerja : Banyaknya produk yang diangkut/ dipindahkan

Kualitas : Rasio Jumlah produk rusak dengan produk yang diangkut baik

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= 99,3\% \times 88,86\% \times 93,3\% \\ &= 98,14\% \end{aligned}$$

OEE merupakan nilai dari keseluruhan efektivitas alat angkut yang digunakan pada proses *loading* dan *unloading* produk piano. Nilai ini menentukan baik atau tidaknya hasil produksi yang akan disesuaikan dengan standar yang ada. Standar yang telah ditetapkan JIPM untuk menentukan ideal atau tidaknya, berdasarkan hasil pengolahan data nilai keseluruhan persentase alat angkut tersebut yaitu sebesar 85% untuk periode rata-rata total kinerja selama 6 bulan periode adalah sebesar 98,14. Gambar 7 berikut menunjukkan grafik kinerja forklif selama 6 bulan :

**Gambar 7.** Grafik Kinerja Alat Angkut Forklif

Berdasarkan Gambar 7 grafik warna merah menunjukkan *performance* forklif saat memindahkan produk dimana pada periode 2 terjadi penurunan kinerja dari periode lainnya dan *performance* maksimal selama 6 periode adalah sebesar diatas 98 %, warna grafik biru menunjukkan ketersediaan forklif saat akan digunakan dimana terjadi penurunan ketersediaan pada periode 3, warna grafik hijau menunjukkan rata-rata kualitas forklif dimana selama 6 periode menunjukkan kinerja maksimal sebesar 99 % diketahui bahwa perawatan yang dilakukan oleh perusahaan untuk melakukan perawatan forklif berdampak pada peningkatan kinerja forklif dari awal periode bulan Januari sebesar 98,54 % meningkat menjadi 98,69% pada periode bulan Juni.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisa yang telah dilakukan sebelumnya dapat disimpulkan mengenai hal-hal berikut :

1. Selama 6 bulan periode waktu kerusakan forklif bervariasi dengan waktu kerusakan terlama pada bulan Juni mencapai 360 menit atau setara dengan 6 jam.
2. Nilai rata-rata *availability* forklif selama 6 bulan periode adalah sebesar 97,85 % dimana waktu operasi selama 6000 menit atau setara dengan 20 jam per bulan.
3. Nilai rata-rata *performance* forklif adalah sebesar 97,60% dengan banyaknya piano yang berhasil diangkut rata-rata per bulan adalah sebanyak 1152 unit.
4. Nilai rata-rata *rate of quality* forklif adalah sebesar 98,71 % dengan banyaknya jumlah produk piano yang diangkut adalah sebanyak 1152 unit per bulan, sedangkan jumlah produk cacat yang gagal diangkut hanya mencapai 14,67 atau setara dengan 15 produk per bulan.
5. Nilai kinerja forklif berdasarkan metode OEE diperoleh sebesar 98,14 % dimana menurut Nakajima (1988) ketua JIPM menetapkan batasan ideal dari indeks nilai OEE untuk perusahaan *world class* yang telah menerapkan TPM, yaitu 85% dan nilai hasil kinerja forklif perusahaan bernilai diatas nilai standar yang ditetapkan sebesar 98,14%.

5. Daftar Pustaka

- [1] B. Lestari, "Pemetaan Sosial Industri Kreatif Kecamatan Kedungkandang Kota Malang," *J. Kewirausahaan dan Bisnis*, vol. 25, no. 1, pp. 37–42, 2020.
- [2] A. Darmawan, A. Rapi, and S. Ali, "Analisis Perawatan Untuk Mendeteksi Risiko Kegagalan

- Komponen Pada Excavator 390D," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 15, no. 2, pp. 109–115, 2017, doi: 10.23917/jiti.v15i2.2139.
- [3] M. A. Pasirulloh and E. Suryani, "Pemodelan Dan Simulasi Sistem Industri Manufaktur Menggunakan Metode Simulasi Hybrid (Studi Kasus: PT. Kelola Mina Laut)," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, pp. A227–A231, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.23141.
- [4] S. Darmanto *et al.*, "Aplikasi Mesin Tempa Mini Di Industri Pande Besi," *J. Pengabd. Vokasi*, vol. 01, no. 03, pp. 187–190, 2020.
- [5] D. A. Kurniawati and M. L. Muzaki, "Analisis Perawatan Mesin dengan Pendekatan RCM dan MVSM," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 16, no. 2, pp. 89–105, 2017, doi: 10.25077/josi.v16.n2.p89-105.2017.
- [6] Ansori, Nachrul., Mustajib, M. Imron.2013. Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System). Yogyakarta: Graha Ilmu
- [7] A. S. Margana and M. Fahmi Suhendar, "Analisis Manajemen Perawatan Menggunakan Perhitungan Distribusi Weibull Pada Air Cooled Chiller FMC 20," in *Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung*, 2021, pp. 4–5.
- [8] A. Muhsin and I. Syarafi, "Analisis Keandalan Dan Laju Kerusakan Pada Mesin Continues Frying (Studi Kasus : PT XYZ)," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 28–34, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/opsi/article/viewFile/2200/1932>.