

PENERAPAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA ALAT INDUSTRI BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

IMPLEMENTATION OF OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) IN INDUSTRIAL TOOLS BASED INTERNET OF THINGS (IOT)

Muhammad Fahri Ikhsan¹, Muhammad Ary Murti², Azam Zamhuri Fuadi³

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹mfahriikhsan@student.telkomuniversity.ac.id, ²arymurti@telkomuniversity.ac.id,

³azamzamhurifuadi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Keberhasilan merupakan suatu hal yang harus dicapai oleh semua Kegiatan Produksi. Namun, pada kenyataannya, ada beberapa faktor yang dapat menurunkan tingkat keberhasilan suatu Produksi. Ada enam faktor kegagalan yang dapat menurunkan efektivitas peralatan. Keenam kegagalan tersebut biasa disebut juga sebagai *Six Big Losses*.

Oleh karena itu, untuk dapat meminimalisir terjadinya kegagalan yang disebabkan oleh keenam faktor tersebut, perlu dilakukan pengukuran terhadap tingkat efektivitas dari suatu kegiatan produksi. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan suatu metode pengukuran performa yang mengukur berbagai jenis kerugian produksi berdasarkan dari *Six Big Losses* dan menunjukkan indikasi peningkatan proses.

Pada Tugas Akhir ini, akan dibahas mengenai implementasi OEE dengan memanfaatkan teknologi IoT. Sehingga pengguna dapat memantau nilai OEE yang didapat menggunakan aplikasi android.

Kata Kunci : Overall Equipment Effectiveness (OEE), Aplikasi Android, Internet of Things (IoT).

Abstract

Success is something that must be achieved by all Production Activities. However, in reality, there are several factors that can reduce the success rate of a production. There are six failure factors that can reduce the effectiveness of the equipment. The six failures are commonly referred to as Six Big Losses.

Therefore, to be able to minimize the occurrence of failures caused by the six factors, it is necessary to measure the level of effectiveness of a production activity. Overall Equipment Effectiveness (OEE) is a performance measurement method that measures various types of production losses based on Six Big Losses and shows an indication of process improvement.

In this Final Project, we will discuss the implementation of OEE by utilizing IoT technology. So users can monitor the OEE values obtained using the android application.

Key Word : Overall Equipment Effectiveness (OEE), Android Application, Internet of Things (IoT).

1. Pendahuluan

Keberhasilan merupakan suatu hal yang harus dicapai oleh semua Kegiatan Produksi. Namun, pada kenyataannya, ada beberapa faktor yang dapat menurunkan tingkat keberhasilan suatu Produksi. Ada enam faktor kegagalan yang dapat menurunkan efektivitas peralatan. Keenam kegagalan tersebut biasa disebut juga sebagai *Six Big Losses* [1]. Oleh karena itu, untuk dapat meminimalisir terjadinya kegagalan yang disebabkan oleh keenam faktor tersebut, perlu dilakukan pengukuran terhadap tingkat efektivitas dari perangkat industri. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan suatu metode pengukuran performa yang mengukur berbagai jenis kerugian produksi berdasarkan dari *Six Big Losses* dan menunjukkan indikasi peningkatan proses [1].

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan pembuatan Sistem monitoring jarak jauh pada *Programmable Logic Controller* (PLC) berbasis *Internet of Things* (IOT) [2]. Alat ini merupakan suatu “Sistem Andon” yang dapat menghitung jumlah produksi barang dan memisahkan barang yang termasuk kedalam lolos produksi maupun

yang tidak lolos produksi. Dalam sistem ini, memungkinkan pengguna untuk dapat melakukan monitoring terhadap alat industri dari jarak jauh.

Untuk dapat memudahkan pengguna dalam melakukan perhitungan nilai OEE, pada penelitian ini akan dirancang suatu sistem yang dapat mengukur nilai OEE secara otomatis. sistem ini dibangun dengan memanfaatkan Sistem Andon yang telah dibangun sebelumnya. Nilai OEE yang telah didapat akan ditampilkan pada Aplikasi Android menggunakan Cloud IoT Antares.

2. Dasar Teori

2.1 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Menurut D.H. Stamatis, *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* merupakan metode pengukuran yang berfokus pada seberapa efektif suatu operasi manufaktur digunakan [3]. Tujuan utama dari OEE adalah untuk mengurangi ataupun menghilangkan *Six Big Losses* yang merupakan penyebab paling umum dari hilangnya produktivitas berbasis peralatan di bidang manufaktur. Gambar II-1. merupakan bagian-bagian dari *Six Big Losses* [4].

Overall Equipment Effectiveness	Recommended Six Big Losses	Traditional Six Big Losses
Availability Loss	Unplanned Stops	Equipment Failure
	Planned Stops	Setup and Adjustments
Performance Loss	Small Stops	Idling and Minor Stops
	Slow Cycles	Reduced Speed
Quality Loss	Production Rejects	Process Defects
	Startup Rejects	Reduced Yield
OEE	Fully Productive Time	Valuable Operating Time

Gambar II-1. *Six Big Losses*.

Nilai OEE bisa didapat berdasarkan tiga faktor OEE, yaitu Availability, Performance, dan Quality. Berikut ini adalah perhitungan untuk mendapatkan nilai OEE [4] :

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \tag{2.1}$$

Untuk menghitung faktor nilai OEE, dapat menggunakan rumus berikut [4]:

$$Availability = \frac{waktu\ total - downtime}{waktu\ total} \times 100\% \tag{2.2}$$

$$Performance = \frac{Ideal\ cycle\ time \times Jumlah\ Produksi}{Waktu\ total - downtime} \times 100\% \tag{2.3}$$

$$Quality = \frac{Jumlah\ Produksi - Produk\ Cacat}{Jumlah\ Produksi} \times 100\% \tag{2.4}$$

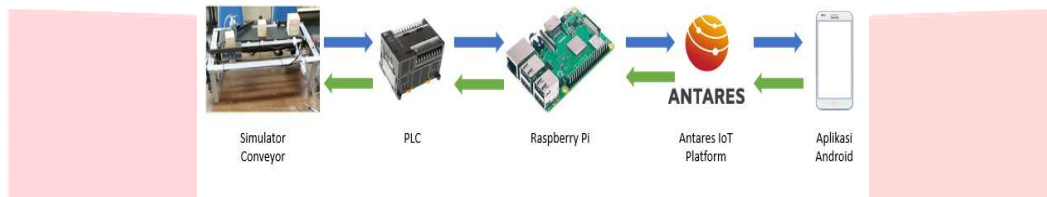
2.2 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan suatu infrastruktur global yang menghubungkan berbagai hal fisik dan visual berdasar informasi dan teknologi komunikasi yang dapat dioperasikan dan terus berkembang [5]. Tujuan dari adanya IoT yaitu untuk memungkinkan segala sesuatu dapat terhubung kapan saja, dimana saja, dengan apa saja, dan siapa saja yang secara ideal menggunakan jalur/jaringan dan layanan apapun.

Arsitektur IoT terdiri dari berbagai lapisan (layer) teknologi yang mendukung IoT. Diantaranya adalah *Device Layer, Network Layer, Service and Application Support Layer, dan Application Layer*.

3. Perancangan Sistem

3.1 Desain Sistem



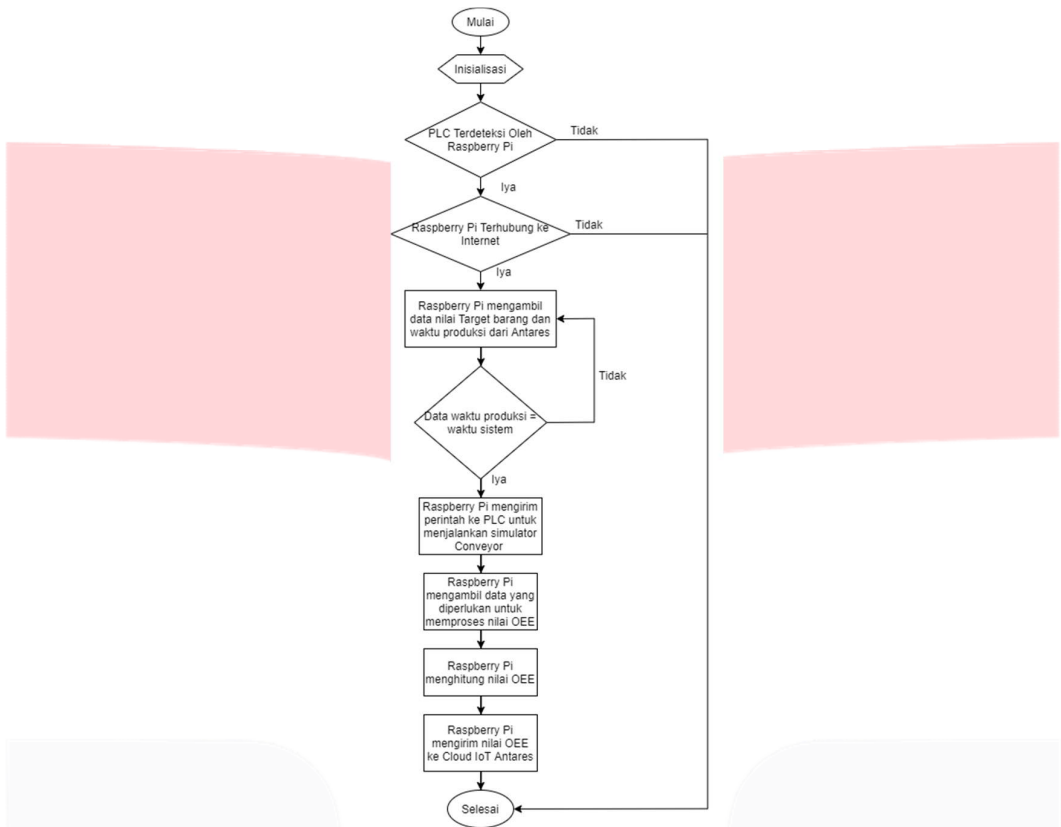
Gambar III-1. Diagram blok sistem.

Gambar III-1. merupakan desain sistem untuk sistem OEE ini. Pada sistem ini, Aplikasi Android akan melakukan set Target barang serta Waktu yang diperlukan untuk alat bekerja. Setelah produksi berjalan, PLC mengambil data-data yang diperlukan untuk menghitung nilai OEE. Data-data yang diambil oleh PLC adalah jumlah produksi, jumlah produksi berhasil, jumlah produksi gagal, total waktu kerja alat, dan downtime. Data yang sudah didapat kemudian akan dikirim ke Raspberry Pi. Raspberry Pi akan menghitung nilai OEE berdasarkan data yang telah didapat. Hasil dari nilai OEE kemudian dikirim menuju Cloud IoT Antares. Dengan menggunakan jaringan internet, pengguna dapat memantau nilai OEE yang didapat melalui smartphone android.

3.2 Desain Perangkat Lunak Sistem OEE

Pada sistem ini, PLC berfungsi untuk mengendalikan conveyor dan juga mengambil data-data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan nilai OEE. sedangkan Raspberry Pi Berfungsi untuk melakukan perhitungan Nilai OEE, Gateway antara PLC dengan Cloud Antares, serta melakukan set target dan waktu produksi. Gambar III-2. merupakan Flowchart dari sistem OEE. berikut akan dijelaskan cara kerja dari program sistem OEE :

1. Pada tahap Inisialisasi, PLC menetapkan Input dan Output pada conveyor yang digunakan. Input berupa sensor photoelectric, limit switch, dan push button. Sedangkan output berupa motor, dan valve pneumatic.
2. Raspberry Pi akan memeriksa koneksi ke PLC, kemudian Raspberry Pi akan memeriksa koneksi ke Internet. Jika kedua koneksi tersebut terhubung, maka Sistem OEE siap digunakan.
3. Raspberry Pi akan mengambil data dari nilai target dan waktu produksi dari Antares. Raspberry Pi akan membandingkan data waktu produksi dengan waktu sistem. Jika sudah sesuai, Raspberry Pi akan memberikan perintah kepada PLC untuk menjalankan simulator conveyor dengan nilai target sesuai dengan data di Antares.
4. Raspberry Pi akan mengambil data-data yang dibutuhkan untuk menghitung nilai OEE. kemudian Raspberry Pi akan mengolah data tersebut untuk dilakukan perhitungan nilai OEE.
5. Raspberry Pi akan mengirim nilai OEE yang telah didapat ke Cloud IoT Antares.

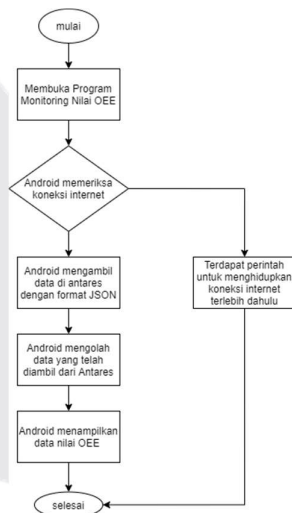


Gambar III-2. Flowchart dari Sistem OEE.

3.3 Desain Aplikasi Android

Pada sistem ini, Aplikasi OEE berfungsi sebagai Antarmuka dari Sistem OEE. Gambar III-3. merupakan flowchart dari Aplikasi OEE. Berikut akan dijelaskan cara kerja dari Aplikasi OEE :

1. Android akan memeriksa koneksi internet. jika terhubung, android akan mengambil data nilai OEE yang ada di Cloud Antares dengan format JSON.
2. Android akan mengolah data nilai OEE yang sudah didapat dari Cloud Antares. sehingga data dapat ditampilkan di aplikasi.
3. Android akan menampilkan data dari nilai OEE yang sudah diolah sebelumnya.



Gambar III-3. Flowchart dari Aplikasi Android.

3.4 Tampilan Aplikasi OEE

Berikut merupakan tampilan utama dari aplikasi OEE :



Gambar III-1 Miniatur Proses Produksi.

4. Pengujian Sistem

4.1 Pengujian Daya Tahan pada Raspberry Pi

Pada pengujian ini akan dilakukan analisa terhadap daya tahan yang dapat dialami oleh Raspberry Pi. Pengujian ini dilakukan dengan mengaktifkan Raspberry Pi secara terus menerus serta mengalami perubahan suhu dan kelembaban yang cukup tinggi. Tabel IV-1. merupakan hasil pengukuran suhu dan kelembaban yang dialami oleh Raspberry Pi.

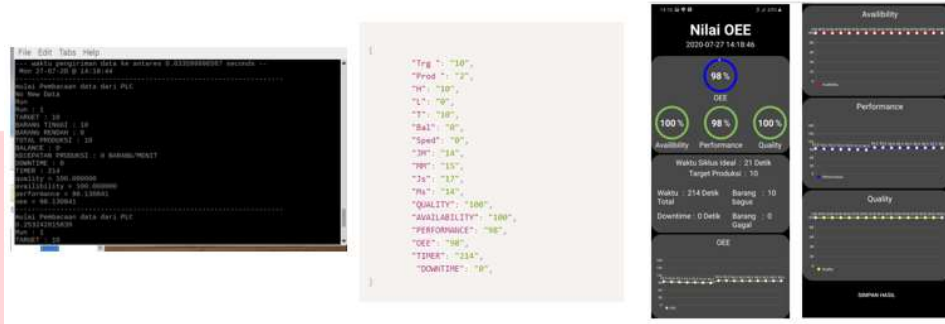
Tabel IV-1. Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban.

No	Tanggal	Suhu (°C)		Kelembaban (%)	
		Terendah	Tertinggi	Terendah	Tertinggi
1.	Selasa, 5 November 2019	22	53,5	19	95
2.	Rabu, 6 November 2019	19,2	53,4	19	95
3.	Kamis, 7 November 2019	17,2	51	16	95
4.	Jumat, 8 November 2019	19,4	53,5	19	95
5.	Sabtu, 9 November 2019	21,4	34,2	47	95
6.	Minggu, 10 November 2019	19,7	35,1	47	95
7.	Senin, 11 November 2019	20,6	53,4	19	95
8.	Selasa, 12 November 2019	27,4	48,6	19	83

Berdasarkan Tabel IV-1, dapat disimpulkan bahwa Raspberry Pi yang digunakan dapat beroperasi 24 jam tanpa henti dengan suhu tertinggi sebesar 53,5 °C, dan suhu terendah sebesar 17,2 °C, serta kelembaban tertinggi sebesar 95% dan kelembaban terendah sebesar 16%.

4.2 Pengujian Sistem OEE

Pada pengujian ini akan dilakukan analisa dari cara kerja sistem OEE. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Plant Conveyor, PLC, Raspberry Pi, serta Aplikasi Android. Analisa yang dilakukan adalah dengan melihat keberhasilan pembacaan data nilai OEE pada Raspberry Pi, Antares, serta Aplikasi Android. Gambar IV-1 merupakan Hasil Pengujian Sistem OEE.



Gambar IV-1 Hasil Pengujian Sistem OEE.

Berdasarkan pengujian, dapat disimpulkan bahwa aplikasi android dapat menampilkan hasil nilai OEE dengan baik.

4.3 Analisa Waktu pada Sistem OEE

Pada pengujian ini, akan dilakukan pengukuran dan analisa dari waktu tempuh yang dialami oleh sistem OEE. nilai waktu yang diuji adalah waktu tempuh dari PLC ke Raspberry Pi, Raspberry Pi ke Antares, serta Antares ke Aplikasi Android. 0,29, 0,57, 0,032. Pengujian dilakukan sebanyak 100 kali. Tabel IV-2 merupakan hasil waktu tempuh pada Sistem OEE.

Tabel IV-2 Hasil Waktu Tempuh pada Sistem OEE

Parameter yang di Uji	Nilai Waktu Tempuh
PLC ke Raspberry Pi	0.29 Detik
Raspberry Pi ke Antares	0.57 Detik
Antares ke Aplikasi Android	0.032 Detik
Total	0.892 Detik

Sebagai perbandingan, Tabel IV-3. merupakan tabel klasifikasi nilai Waktu Tempuh pada industrial IoT.

Tabel IV-3. Klasifikasi Nilai Waktu Tempuh pada Industrial IoT [6].

	Small Payload	Large Payload
Relaxed Latency	<ul style="list-style-type: none"> - Condition Monitoring 50 B; 100 ms - Process Automation 80 B; 50-3000 ms 	<ul style="list-style-type: none"> - Logistics Automation 300 B; 15-20ms - Factory Maintenance > 200B ; 20 ms
Low Latency	<ul style="list-style-type: none"> - Packaging 15 B; 5 ms - Printing 30 B; 2 ms - Production Lines 20-50 B; 1-12 ms 	<ul style="list-style-type: none"> - Smart Grid 200-1521 B; 8 ms - Augmented Reality > 200 B; 10 ms

Berdasarkan Tabel IV-3, Sistem OEE termasuk kedalam Process Automation, dengan standar nilai Waktu Tempuh sebesar 50-3000 ms. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Nilai Waktu Tempuh pada Sistem OEE ini cukup baik.

4.4 Pengujian Fungsi Aplikasi Android

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui aplikasi yang dibuat telah memenuhi kinerja yang sesuai dan terhindar dari Error yang menyebabkan aplikasi keluar dengan sendirinya (Force Closed). Untuk penjelasan lebih lanjut tentang skenario pengujian dapat dilihat pada Tabel IV-4

Tabel IV-3. Pengujian Fungsi Aplikasi Android.

No.	Kasus Pengujian	Skenario Pengujian	Tujuan Pengujian	Hasil Pengujian
1.	Masuk ke menu utama	Membuka Aplikasi	Menampilkan tampilan splashscreen dan menu utama	Berhasil
2.	Masuk ke menu OEE	Membuka menu OEE	Masuk ke halaman menu OEE	Berhasil
3.	Masuk ke menu Nilai OEE	Membuka menu nilai OEE	Masuk ke halaman menu nilai OEE dan menampilkan nilai OEE beserta variabel lainnya serta hasil grafik <i>Realtime</i>	Berhasil
		Swipe layar ke arah atas untuk update nilai OEE	Mengupdate nilai OEE	Berhasil
		Tekan tombol simpan hasil	Menyimpan nilai OEE kedalam penyimpanan internal smartphone	Berhasil
4.	Mematikan jaringan internet smartphone	Membuka menu nilai OEE	Terdapat pesan bahwa smartphone dalam keadaan offline	Berhasil
		Melakukan swipe layer ke arah atas	Terdapat pesan bahwa smartphone dalam keadaan offline	Berhasil
		Tekan tombol simpan hasil	Terdapat pesan agar diharuskan mengambil nilai OEE terlebih dahulu	Berhasil
5.	Masuk ke menu kalkulator OEE	Membuka menu Kalkulator OEE	Masuk ke halaman Kalkulator OEE	Berhasil
		Mengisi semua data yang dibutuhkan untuk menghitung nilai OEE dan klik dapatkan hasil	Mengetahui bahwa aplikasi dapat menghitung nilai OEE dengan baik	Berhasil
		Mengkosongkan kolom data dan menekan tombol dapatkan hasil	Terdapat pesan untuk mengisi kolom yang ada terlebih dahulu	Berhasil
		Tekan tombol simpan hasil sebelum mendapatkan hasil nilai OEE	Terdapat pesan untuk mendapatkan nilai OEE terlebih dahulu	Berhasil
		Tekan tombol simpan hasil setelah mendapatkan hasil nilai OEE	Menyimpan nilai OEE kedalam penyimpanan internal Smartphone	Berhasil
6.	Masuk ke Menu Data nilai OEE	Membuka menu data OEE dan menampilkan hasil nilai OEE yang telah tersimpan	Mengetahui bahwa aplikasi dapat menampilkan nilai OEE yang telah tersimpan di dalam penyimpanan internal smartphone	Berhasil

	Menekan tombol data nilai OEE	Menampilkan hasil nilai OEE beserta variabelnya	Berhasil
	Menekan tombol hapus	Mengetahui bahwa aplikasi dapat menghapus nilai OEE yang telah tersimpan di penyimpanan internal smartphone	Berhasil
	Tekan tombol lihat grafik	Mengetahui bahwa aplikasi dapat menampilkan nilai OEE yang telah tersimpan di penyimpanan internal smartphone dalam bentuk grafik	Berhasil

4.5 Pengujian Kapabilitas Resource Aplikasi Android

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui versi minimal dari smartphone android yang dapat digunakan serta melihat seberapa besar RAM dan CPU yang digunakan dalam aplikasi ini. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan bahwa Aplikasi OEE dapat berjalan pada Android versi 4.4 dengan penggunaan RAM sebesar 119 MB.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis, kesimpulan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian daya tahan pada Raspberry Pi, dapat ditarik kesimpulan bahwa Raspberry Pi dapat beroperasi 24 jam tanpa henti dengan suhu tertinggi sebesar 53,5 °C, dan suhu terendah sebesar 17,2 °C, serta kelembaban tertinggi sebesar 95% dan kelembaban terendah sebesar 16%.
2. Berdasarkan hasil pengujian sistem OEE, dapat ditarik kesimpulan bahwa Sistem OEE dapat bekerja dengan baik.
3. Total waktu sistem pada Sistem OEE sebesar 892 ms. Berdasarkan hasil Analisa Waktu Sistem, dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai waktu tempuh pada Sistem OEE ini cukup baik
4. Berdasarkan hasil pengujian fungsi aplikasi android, dapat ditarik kesimpulan bahwa semua fitur yang terdapat pada aplikasi dapat bekerja dengan semestinya dan tidak terjadi Error maupun Force Closed pada setiap skenario.
5. Berdasarkan hasil pengujian kapabilitas resource aplikasi android, dapat ditarik kesimpulan bahwa Aplikasi Sistem OEE dapat berjalan menggunakan Android versi 4.4 (Kitkat) dengan penggunaan RAM sebesar 119 MB.

Daftar Pustaka

[1] P. Muchiri and L. Pintelon, "Performance Measurement Using Overall Equipment Effectiveness (OEE): Literature Review and Practical Application Discussion," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 46, no. 13, pp. 3517–3535, 2008.

[2] D. Adjie Setioko, "Perancangan Sistem Monitoring Jarak Jauh pada PLC Berbasis Internet of Things (IoT)," Universitas Telkom, 2019.

[3] D. H. Stamatis, *The OEE primer: Understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability*. 2017.

[4] Vorne, "OEE.com," 2019. [Online]. Available: <https://www.oeec.com/oeec-six-big-losses.html>.

[5] P. Keyur K and S. M Patel, "Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges," *Ijesc*, vol. 6, no. 5, p. 10, 2016.

[6] Ismet Aktas, "Funktechnologien für Industrie 4.0," (VDE), *Verband der Elektrotechnik*, 2017.