

Analisis Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Pada Mesin *Rice Milling Unit* (RMU) di PT. FSTJ

Dwi Priyanto¹, Resa Taruna Suhada²

^{1,2)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta Barat 11650
Email: dwi.priyanto@mercubuana.ac.id, resa.taruna@mercubuana.ac.id

Abstrak

Tingkat produksi beras PT. FSTJ cenderung mengalami kenaikan. PT. FSTJ berupaya untuk mengantisipasi kenaikan produksi yang terjadi dengan membuat strategi perencanaan kapasitas produksi dengan lebih baik. Salah satunya dengan menggunakan perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai acuan penilaian efektifitas fasilitas produksi yang ada. Berdasarkan hasil observasi pemantauan parameter OEE yang dilakukan didapat hasil nilai rata rata OEE selama tiga bulan sebesar 57,02%, rasio ketersediaan atau *availability ratio* sebesar 92,78%, rasio kinerja atau *performance ratio* 87,12% dan rasio kualitas atau *quality ratio* sebesar 70,54%. Secara umum, usia pakai mesin yang ada masih relatif baru dan beroperasi dengan kondisi yang baik, sehingga nilai OEE yang didapat dapat dijadikan sebagai parameter acuan nilai OEE dimasa yang akan datang. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar rencana pengembangan *Smart Manufacturing System* pada perusahaan, dimana nilai OEE akan dimonitor secara waktu nyata atau *realtime* sebagai sebuah *real-time OEE monitoring system*.

Kata kunci: OEE; *Availability Ratio*; *Performance Ratio*; *Quality Ratio*; *Real Time OEE Monitoring System*

Abstract

Milled rice production level at FSTJ Company tends to increase. FSTJ Company attempts to anticipate an increasing volume of production by developing a better production capacity-planning strategy. One of them is by using the calculation of the Overall Equipment Effectiveness (OEE) value as a reference for evaluating the effectiveness of existing production facilities. Based on the results of monitoring the OEE parameters, the average OEE value for three months was 57.02%, the Availability Ratio was 92.78%, the Performance Ratio was 87.12%, and the Quality Ratio was 70.54%. Generally, existing machines are relatively new and operate in good condition; therefore, the obtained OEE value can be used as a reference parameter for future OEE values. The results of this study can be use as a basis for a Smart Manufacturing System development plan for companies in which the OEE value is monitored in real time as a real-time OEE monitoring system.

Keywords: OEE; *Availability Ratio*; *Performance Ratio*; *Quality Ratio*; *Real Time OEE Monitoring System*

PENDAHULUAN

Perkembangan PT. FSTJ juga mendorong perusahaan untuk menjalankan berbagai macam strategi operasional dan pengembangan yang dibutuhkan untuk mencapai keberhasilan perusahaan. Salah satu yang dilakukan adalah dengan strategi memastikan fasilitas produksi yang ada, selalui tersedia dan dapat digunakan setiap saat dengan lancar tanpa kendala apapun yang berarti. Walaupun saat ini kuantitas produksi masih sekitar 60% dari kapasitas yang ada, dan relatif aman menghadapi tren kenaikan produksi

beberapa tahun kedepan, namun perusahaan berupaya untuk memastikan, kapasitas produksi mencukupi untuk menghadapi kemungkinan kenaikan permintaan hingga 5 (lima) tahun yang akan datang.

Kapasitas produksi yang ada, diharapkan mengalami kenaikan atau minimal tidak berkurang, sehingga dapat mengantisipasi tren kenaikan permintaan hingga 5 (lima) tahun yang akan datang. Kapasitas produksi yang memadai atau ketersediaan fasilitas produksi ini diusahakan baik melalui pengadaan fasilitas produksi yang memadai ataupun melalui implementasi manajemen perawatan yang baik atas berbagai peralatan/fasilitas produksi yang ada.

Parameter produktifitas dan efisiensi yang terus meningkat menjadi salah satu kunci keberhasilan perusahaan. Salah satu metode yang banyak di implementasikan untuk meningkatkan produktifitas dan efisiensi perusahaan adalah dengan penerapan *Total Productive Maintenance (TPM)* dan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* sebagai alat ukur untuk mengetahui efektifitas dan produktifitas pada suatu mesin atau fasilitas produksi.

TPM menjadi pilihan strategi dasar yang digunakan untuk menjamin ketersediaan fasilitas produksi dalam rangka menghadapi tren kenaikan produksi yang terjadi.

Fasilitas mesin produksi beras di PT. FSTJ relatif masih baru dan belum memiliki nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) standar yang diberikan oleh pabrikan ataupun hasil pengukuran oleh internal PT. FSTJ. Perusahaan hanya memiliki data, bahwa terjadi kenaikan tingkat produksi sejak beberapa tahun terakhir. Padahal data terkait OEE terkini menjadi penting untuk dapat digunakan sebagai parameter acuan pengembangan fasilitas produksi dimasa yang akan datang.

Nilai ideal OEE adalah 85%, *availability* 90%, *performance* 95% dan *quality* 99%. (Tarkiainen, 2023, sebagaimana dikutip dari Nakajima1988). Pada dasarnya tidak ada skor atau nilai OEE yang ideal yang dapat secara universal dapat digunakan sebagai standar bagi setiap jenis perusahaan (oee.com, 2023), termasuk pada industri pengolahan beras. Oleh karenanya, hasil penelitian dan analisa efektifitas dari fasilitas produksi beras di PT. FSTJ dengan menggunakan metode OEE ini, diharapkan dapat dijadikan sebagai standar yang dibutuhkan terkait rencana dan strategi pengembangan kapasitas dan fasilitas produksi dimasa yang akan datang.

Hasil analisa ini juga diharapkan dapat menjadi acuan terkait penelitian lanjutan dalam rangka menganalisa kemungkinan pengembangan dan pengimplementasian Sistem Manufaktur Cerdas (*Smart Manufacturing System*) pada lini produksi. Implementasi sistem cerdas ini dilakukan dengan memantau produktifitas dan efisiensi produksi yang ada secara aktual atau *real time* melalui pemantauan parameter produktifitas dan efisiensi pada nilai OEE yang ada secara daring (*online*) dan *real time*.

TINJAUAN PUSTAKA

Total Productive Maintenance

Total Productive Maintenance atau TPM pertama kali diperkenalkan oleh Nippon Denso sebagai bagian dari group Perusahaan Toyota, pada tahun 1970. TPM merupakan filosofi Jepang yang unik, yang dikembangkan berdasarkan konsep dan metodologi pemeliharaan produktif (Azid et al., 2019). *Total productive maintenance (TPM)* adalah sebuah metodologi perawatan yang berasal dari Jepang yang menekankan pada optimalisasi proses industri, maksimalisasi kinerja dari peralatan atau fasilitas yang ada, dalam rangka mendapatkan produktifitas yang tinggi (Mbohwa & Mwanza, 2019).

TPM adalah strategi yang ditujukan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan manufaktur serta efisiensi peralatan selama penggunaannya dalam operasi dengan seluruh

kontribusi dan antusiasme semua personelnya (Mishra, 2021, sebagaimana dikutip dari Nakajima 1988). TPM adalah metodologi pemeliharaan yang berasal dari Jepang dan terdiri dari optimalisasi proses industri, memaksimalkan kinerja peralatan untuk menghasilkan lebih besar produktifitas (Mwannza & Mbohwa, 2015). TPM sebagai sebuah metodologi perawatan dan pemeliharaan fasilitas produksi dan fasilitas penunjang yang berkesinambungan dalam suatu perusahaan merupakan salah satu kunci dalam peningkatan efektivitas produksi yang dilakukan (Sumasto, et al., 2023).

TPM diperlukan untuk menjaga pengoperasian pabrik tetap pada tingkat optimal dengan menjaga seluruh fasilitas dan peralatan produksi tetap terpelihara dengan baik. Dalam penerapan TPM, seluruh pemangku kepentingan yang ada harus dapat bekerjasama menerapkan keterampilan mereka mencapai tujuan bersama untuk mendapatkan kinerja optimal atau produktivitas yang lebih baik. Dalam TPM, pemeliharaan prediktif dan preventif penting dikembangkan dengan dasar data dan statistik yang cukup untuk menentukan kebijakan yang diperlukan (Saxena, 2022).

TPM merupakan upaya terus menerus untuk meningkatkan ketersediaan dan mencegah degradasi peralatan produksi untuk mencapai efektifitas yang maksimal dan tujuan tersebut memerlukan dukungan manajemen yang kuat, penggunaan terus menerus sumber daya manusia yang ada dan adanya gugus tugas kelompok yang mencapainya secara bertahap (Mwannza & Mbohwa, 2015).

TPM dianalisis menjadi tiga kata, yaitu Total, Produktif dan Pemeliharaan. Total artinya aktifitas ini meliputi semua individu dalam perusahaan, mulai dari tingkat manajemen puncak hingga pekerja dengan jabatan yang paling rendah. Produktif, artinya tidak ada aktivitas yang sia-sia atau produksi barang dan jasa yang memenuhi atau melebihi harapan pelanggan. *Maintenance* atau Pemeliharaan: menjaga semua peralatan dan pabrik agar tetap berfungsi dengan baik yaitu sebaik atau lebih baik dari aslinya kondisi setiap saat (Mwannza & Mbohwa, 2015).

Implementasi TPM memiliki banyak manfaat bagi tenaga kerja termasuk penajaman pengetahuan dan keterampilan yang berkaitan dengan pemeliharaan, peningkatan internal komunikasi, meningkatkan kerja sama tim, menyiapkan diagnosis peralatan sehingga dapat mempersiapkan audit inspeksi. TPM memperpanjang umur peralatan, nol cacat, dan nol kecelakaan dengan melibatkan operator (Sukma, 2022, sebagaimana dikutip dari Pacaiova & Izarikova, 2019)

TPM adalah strategi untuk meningkatkan produktivitas perusahaan manufaktur serta efisiensi peralatan yang digunakan dalam proses produksi, serta didukung oleh seluruh pemangku kepentingan yang ada (Mishra, 2021 sebagaimana dikutip dari Nakajima, 1988). TPM adalah program sistematis yang berfokus pada peningkatan produksi dengan menjaga atau meningkatkan keandalan fasilitas perusahaan dan pengorganisasian sumber daya pabrik yang baik dengan melibatkan terus-menerus seluruh pemangku kepentingan. Tujuan utama TPM adalah meminimalkan pemborosan dalam berbagai operasi sehingga mengurangi biaya keseluruhan dengan memperbaiki produktivitas dan menghasilkan produk berkualitas prima (Mishra, 2021 sebagaimana dikutip dari Poduval, 2013).

OEE

Overall equipment effectiveness (OEE) merupakan pengukuran kinerja peralatan secara total. (Tarkiainen, 2023). OEE merupakan metode perhitungan yang dilakukan secara menyeluruh untuk mengidentifikasi tingkat produktivitas dan kinerja mesin/peralatan. OEE menunjukkan tingkat ketersediaan mesin, kinerja mesin dan kualitas produk yang dihasilkan oleh mesin. (Alamsyah, 2015). (OEE) adalah metrik KPI yang

cukup sesuai digunakan untuk mengukur efektivitas peralatan produksi. OEE banyak digunakan di banyak industri sebagai alat kuantitatif untuk mengukur produktivitas. (Junhong, 2021).

Salah satu metode pengukuran kinerja yang banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan, yang efektif adalah *overall equipment effectiveness* (OEE). Metode ini merupakan bagian utama dari sistem pemeliharaan yang banyak diterapkan oleh perusahaan multinasional, yaitu *total productive maintenance* (TPM) (Koip, 2018).

Seiichi Nakajima memperkenalkan rumus OEE, pada tahun 1984 melalui Japan Institute for Plant Maintenance, yang kemudian diperkenalkan secara luas dalam bahasa Inggris di 1988. Hasil rumusan OEE adalah persentase seberapa efektif peralatan digunakan. Menurut Nakajima efektivitas peralatan secara keseluruhan ideal adalah lebih besar dari 85% dan dibawah 100% (Tarkiainen, 2023, sebagaimana dikutip dari Nakajima 1988).

OEE adalah metode untuk mengukur efektivitas suatu peralatan/mesin yang terdiri dari ketersediaan, kinerja, dan faktor kualitas (Sukma, 2022, sebagaimana di kutip dari Nakajima 1988). Efektivitas diukur dengan mengalikan ketersediaan dan efisiensi kinerja dengan tingkat kualitas produk yang dihasilkan. OEE dihitung sebagai produk dari tiga faktor yang berkontribusi yaitu $OEE = Availability \times Performance \times Quality$. (Sukma, 2022). OEE adalah metrik persentase yang memperhitungkan tiga hal penting variabel produktivitas: kualitas produk (Q), ketersediaan peralatan produksi (A), kinerja (P). (Tumbajoy, 2022, sebagaimana dikutip dari Yazdi, 2018).

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran posisi efektivitas mesin berdasarkan standar “*world class*” yang dianjurkan JIPM atau nilai ideal yang dituliskan Nakajima ditahun 1988, yaitu dengan nilai $availability=90\%$, $performance=95\%$, $quality=99\%$, dan nilai $OEE=85\%$ (Eddy, 2021).

Perhitungan aktualnya sebagai berikut:

Availability

Availability merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan, terhadap *loading time* (Supriyati, 2021, sebagaimana dikutip dari Firmansyah et al., 2015)

$$Availability = \frac{\text{Waktu Operasional}}{\text{Waktu Tersedia}} \times 100\%$$

Performance Rate

Performance merupakan komponen kedua dalam menghitung OEE perkalian dari *cycle time* dan total produksi terhadap aktual waktu produksi bersih (Supriyati, 2021, sebagaimana dikutip dari Bhade & Hegde, 2020).

$$Performance Rate = \frac{\text{Jumlah Produk yang di proses} \times \text{Cycle Time Secara Teoritis}}{\text{Waktu Operasi}} \times 100\%$$

Quality Rate

Quality rate komponen ketiga perhitungan OEE, perbandingan jumlah produksi bersih atau yang sudah di kurangi dengan jumlah cacat dengan total produksi yang di hasilkan (Supriyati, 2021, sebagaimana dikutip dari Bhade & Hegde, 2020)

$$Rate of Quality = \frac{\text{Jumlah Produk Yang Di Proses} - \text{Jumlah Produk Rusak}}{\text{Jumlah Produk Yang Di Proses}} \times 100\%$$

$$OEE = Availability \times Performance \text{ Rate} \times Rate \text{ of Quality}$$

Smart Manufacturing

Manufaktur cerdas atau *Smart Manufacture* adalah pendekatan manufaktur yang menggabungkan teknologi canggih seperti kecerdasan buatan, *Internet of Things* (IoT), robotika, dan analitik data besar untuk mengoptimalkan proses produksi dan meningkatkan efisiensi. Semakin meningkatnya kompleksitas lingkungan produksi dan tugas-tugas yang terlibat dalam manufaktur menuntut sistem manufaktur yang fleksibel dan dapat beradaptasi sesuai kebutuhan. (Soori, 2023, sebagaimana dikutip dari Kahn, 2018). Manufaktur cerdas juga memberikan peluang untuk kustomisasi dan personalisasi produk serta manajemen rantai pasokan waktu nyata. Ini memungkinkan produsen untuk merespon dengan cepat perubahan permintaan, tren pasar, dan pelanggan preferensi, dan untuk menciptakan produk yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing pelanggan (Soori, 2023, sebagaimana dikutip dari Ren, 2019).

Industri manufaktur terus berkembang dari masa ke masa. Mulai dari revolusi industri pertama, saat mesin uap pertama kali ditemukan di tahun 1780an. Berlanjut dengan revolusi industri 2.0 yang dimulai saat ditemukannya listrik di tahun 1870an, kemudian berkembang pesat dengan digunakannya PLC (*Programmable Logic Controller*) sebagai komponen utama otomatisasi industri. Lalu Revolusi industri 4.0 yang sudah melibatkan jaringan internet dalam manufaktur dan berbagai proses bisnis yang ada.

Manajemen *visual* (VM) adalah konsep *lean* yang terdefinisi dengan baik yang dimulai dengan penerapan 5S serta penentuan berbagai indikator dan isyarat *visual* untuk mendorong orang bertindak atau memberi tahu mereka ketika suatu kondisi abnormal terjadi, sehingga kondisi abnormal dapat dicegah. (Trubetskaya, 2022, sebagaimana dikutip dari Ohno, 1988). *Smart Manufacturing* dianggap sebagai paradigma baru yang membuat pekerjaan lebih cerdas dan lebih terhubung, menghadirkan kecepatan dan fleksibilitas melalui pengenalan inovasi digital (Taneva, 2021, sebagaimana dikutip dari Liang & Rajora, 2018).

Sebagian orang mengaitkan revolusi industri 4.0 dengan berbagai proses digitalisasi diberbagai sektor kehidupan manusia, termasuk sektor manufaktur. Sehingga muncullah istilah yang dikenal sebagai *smart manufactur*. Dimana berbagai bentuk transformasi digital hadir juga di industri manufaktur. Industri manufaktur, laksana manusia cerdas dengan berbagai proses yang dapat secara cerdas dikerjakan sendiri oleh sistem, dengan sentuhan manusia yang semakin minimalis. Termasuk bagaimana manufaktur berusaha membangun sistem *monitoring*, bahkan pengendalian prosesnya secara cerdas, melalui *Visual Management System* dalam bentuk sistem *monitoring* produksi atau *Production Monitoring System* (PMS).

Dengan PMS, efektivitas mesin/alat/fasilitas produksi yang biasa di monitor dengan menghitung nilai OEE secara manual, dapat dimonitor secara *online* dan *real-time*. OEE adalah KPI (*Key Performance Indicator*) yang dimonitor setiap saat. Dengan digitalisasi, data OEE dapat dengan mudah didapatkan, bahkan secara *real-time* sesaat jika diperlukan. Menyajikan data dari belasan atau bahkan puluhan mesin tidak lagi menjadi kendala berarti, jika kita menggunakan *Visual Management System* atas data OEE yang diperlukan (Trubetskaya, 2022).

Dengan PMS, data kondisi *RUN*, *IDLE*, *STOP* dari mesin dikumpulkan oleh sensor yang biasa dipasang secara terisolasi dengan lampu indikator operasi mesin, yang biasanya berwarna merah, kuning dan hijau. Lalu data tersebut data tersebut dikirimkan ke pusat pengolahan data, dianalisa dan kemudian memungkinkan juga hingga dibuat keputusan

secara otomatis terkait data yang dianalisa. Sehingga nilai OEE dapat secara optimal dibaca dan didapat data proses *real-time*, sehingga secara keseluruhan, dapat mempercepat waktu yang diperlukan untuk menangani masalah yang ada. Dalam sistem ini, kondisi mesin dipantau dengan menggunakan *sensor* atau *relay* yang dipasang sebagai *sensor LOSS*, *sensor DOWN*, *sensor GOOD* dan *sensor NO GOOD* yang akan digunakan dalam perhitungan OEE (Murad, 2019).

Pada *real time OEE Monitoring system*, beberapa parameter *input* seperti awal *shift*, akhir *shift*, *downtime* terjadwal, waktu henti yang tidak terencana, jumlah suku cadang yang diproduksi, waktu siklus ideal, dan sisa total akan didapat secara langsung dengan bantuan sensor kemudian diolah secara otomatis hingga didapatkan parameter keluaran yang akan ditampilkan seperti kapasitas, total produksi, kinerja, kualitas, ketersediaan dan OEE (Mastang, 2020).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan pengidentifikasian masalah, dimana PT. FSTJ masih dalam awal pengembangan implementasi TPM dan belum memiliki nilai OEE standar bagi mesin mesin pengolah beras (*Rice Milling Unit* atau RMU) yang digunakannya. Setelah diidentifikasi masalah yang ada, lalu dilanjutkan dengan perumusan tujuan penelitian, studi literatur, pengumpulan dan pengolahan data hingga penulisan laporan penelitian. Hasil OEE yang didapat akan dijadikan sebagai standar OEE minimal yang akan dimonitor secara *online* dan *real time* dalam satu proyek *smart manufacturing system* yang akan dikembangkan pada fasilitas produksi PT. FSTJ.

Alur penelitian tersebut kami tuangkan dalam bentuk diagram alir pada gambar 3. Data dikumpulkan dengan cara wawancara langsung dengan manajer produksi dan manajer pabrik Jakarta serta beberapa operator di lapangan dan pengamatan langsung pada proses produksi dilapangan. Selain itu kami juga menggunakan data sekunder yang berupa dokumen *Costing Sheet*, *logbook* data kegiatan manajemen perawatan yang tercatatkan.

Proses pengambilan data dilakukan pada bulan Maret hingga Mei 2022. Adapun data yang digunakan dalam perhitungan OEE, berupa Waktu Operasional, Waktu yang tersedia, Jumlah produk yang di proses dan Jumlah hasil produksi merupakan data perpekan yang didapat selama tiga bulan, yaitu bulan Maret sampai dengan Mei 2022 atau selama 66 hari kerja dari tanggal 1 Maret 2022 hingga 27 Mei 2022. Data tersebut diolah dengan formulasi berikut :

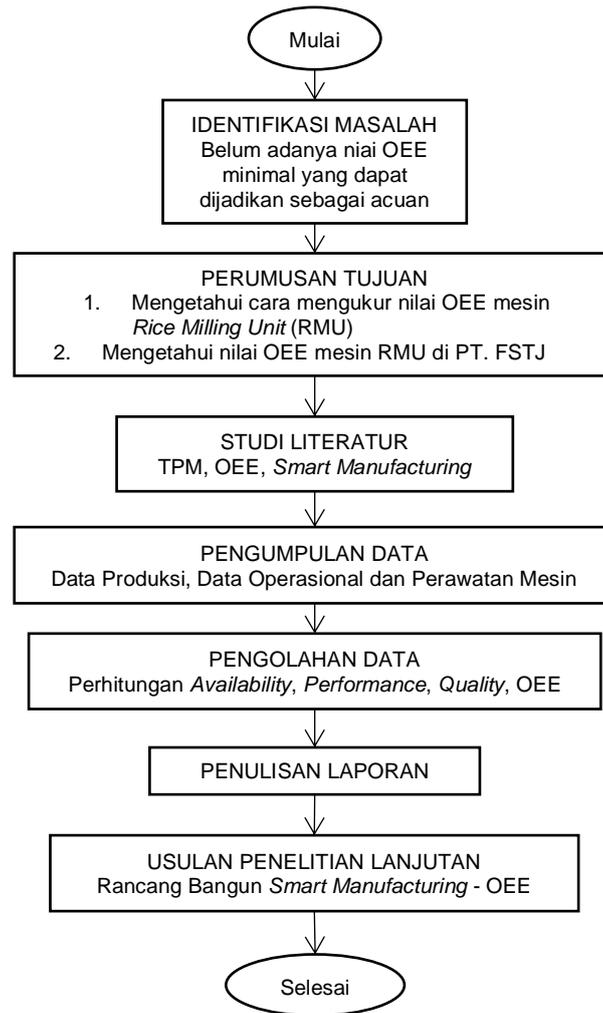
$$Availability = \frac{Waktu\ Operasional}{Waktu\ yang\ tersedia} \times 100\ %$$

$$Efficiency = \frac{(Jumlah\ bahan\ baku\ yang\ diproses \times Cycle\ Time)}{Waktu\ Operasional} \times 100\ %$$

$$Quality = \frac{(Jumlah\ bahan\ baku\ yang\ diproses - jumlah\ hasil\ produksi\ OK)}{Jumlah\ bahan\ baku\ yang\ diproses} \times 100\ %$$

$$OEE = Availability \times Efficiency \times Quality \times 100\ %$$

Dimana waktu operasional adalah total waktu mesin digunakan untuk proses produksi selama 66 hari kerja, sedangkan waktu yang tersedia adalah total waktu kerja karyawan selama 66 hari kerja, termasuk waktu *setup*, waktu *Preventive Maintenance* (PM) dan *Breakdown Maintenance* (BM) di dalamnya.



Gambar 1. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

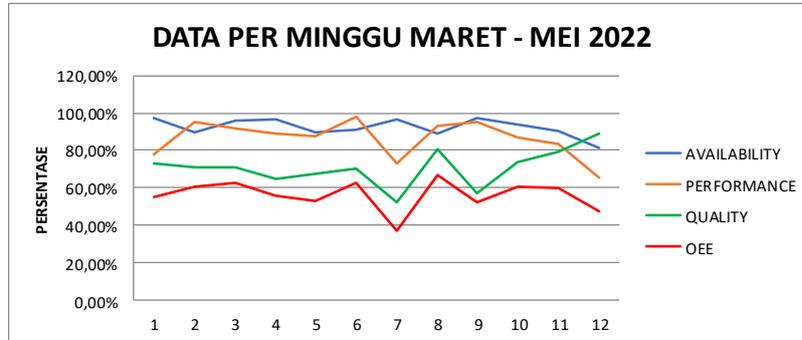
Adapun data yang diolah data yang telah dikumpulkan dimana *output* nya merupakan nilai *availability ratio*, *performance ratio* dan *quality ratio*, dimana hasil akhirnya merupakan nilai *overall equipment effectiveness* (OEE). Analisa data tidak kami lakukan berdasarkan data harian, karena seringkali proses produksi selesai lebih dari satu hari bersamaan dengan batch produksi yang baru.

Availability ratio digunakan untuk mengetahui berapakah persentase waktu yang digunakan untuk proses atau waktu proses terhadap waktu keseluruhan atau waktu operasional. Adapun waktu operasional ialah jumlah menit hari kerja selama rentang pengambilan data. Sedangkan waktu proses adalah waktu yang digunakan untuk proses produksi selama rentang pengambilan data atau total waktu operasional dikurangi waktu *preventive maintenance*, *setup* dan *breakdown maintenance*. Rentang pengambilan data merupakan masa pengambilan data, dengan 66 hari kerja didalamnya, dimulai dari tanggal 1 Maret 2022 sampai dengan tanggal 27 Mei 2022. Selama rentang waktu tersebut waktu operasional adalah 65.880 menit, *preventive maintenance* 1.905 menit, *setup* 1.890 menit dan *breakdown* 960 menit, maka persen *availability*nya adalah

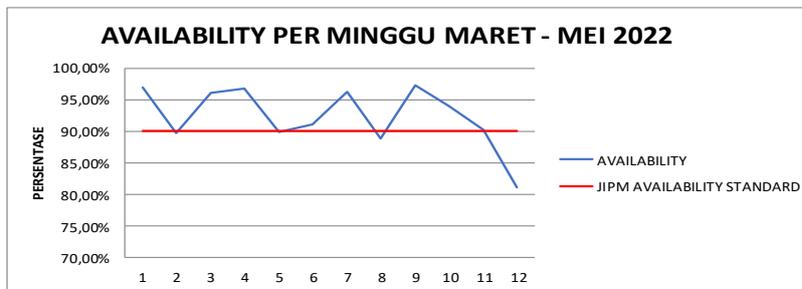
$$Availability = \frac{((65.880 - 1.905 - 1.890 - 960))}{658.800} = 92,78\%$$

detail perhitungan persen *availability* selama 66 hari kerja dapat dilihat pada tabel 1 dengan data lengkap pada berkas dukungan.

Jika kita coba analisa dengan data rata rata setiap pekan, kita akan dapatkan data seperti di tabel 2 dan gambar 2.

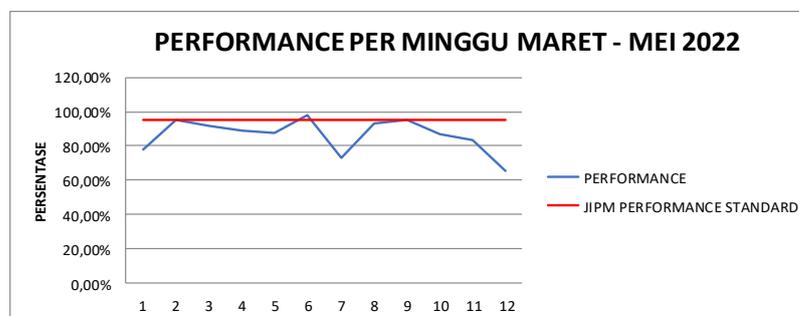


Gambar 2. Grafik Parameter OEE selama 12 Pekan (Maret – Mei 2022)



Gambar 3. Grafik *Availability* selama 12 Pekan (Maret – Mei 2022)

Pada gambar 3, kita dapatkan nilai *availability rate* berfluktuasi dan sempat berada dibawah dengan standar JIPM. Jika kita lihat lebih detail hal ini disebabkan adanya kegiatan *Preventive Maintenance*, *Breakdown Maintenance* dan *Setup* yang dilakukan. Nilai *availability* sempat mengalami penurunan beberapa kali, seperti pada tanggal 13 Maret 2022, akibat adanya kegiatan *maintenance*, baik itu kegiatan *Preventive Maintenance* ataupun *Breakdown Maintenance*. Walaupun secara umum, total selama 12 pekan, didapat rata rata 92,78%. Dan kegiatan PM, *setup* relatif dapat dilakukan dengan baik, serta mesin relatif prima dan jarang mengalami kerusakan yang berarti. Kondisi *availability* mesin RMU harian selama bulan Maret hingga Mei 2022.



Gambar 4. Grafik *Performance Rate* selama 12 Pekan (Maret – Mei 2022)

Tabel 1. Pengolahan Data Harian

Hari	Tanggal	Jumlah Beras Diproses (kg)	Jumlah Hasil Produksi (kg)	Cycle Time (detik/kg)	Jumlah Shift	WAKTU (MENIT)								
						Operasional	Preventive Maintenance	Setup	Breakdown	Running	% Availability	% Performance	% Quality	% OEE
Tuesday	01-Mar-22	80.000	60.450	0,60000	2	1.080	0	30	0	1.050	97,22%	76,19%	75,56%	55,97%
Wednesday	02-Mar-22	65.000	47.615	0,60000	2	1.080	0	30	0	1.050	97,22%	61,90%	73,25%	44,09%
Friday	04-Mar-22	62.000	45.020	0,60000	2	1.080	0	30	15	1.035	95,83%	59,90%	72,61%	41,69%
Saturday	05-Mar-22	100.000	72.775	0,60000	2	1.080	0	30	0	1.050	97,22%	95,24%	72,78%	67,38%
...
Thursday	26-May-22	-	66.400	0,60000	2	1.080	420	30	0	630	58,33%	0,00%	0,00%	0,00%
Friday	27-May-22	50.000	30.550	0,60000	1	540	0	30	0	510	94,44%	98,04%	61,10%	56,57%
TOTAL		5.325.000	3.756.300	0,60000	122	65.880	1.905	1.890	960	61.125	92,78%	87,12%	70,54%	57,02%
Rata-rata Harian		80.682	56.064	0,60000	2	983	28	30	15	912	92,58%	88,44%	69,49%	56,89%

Tabel 2. Pengolahan Data Setiap Pekan

Pekan	Jumlah Beras Diproses (Kg)	Jumlah Hasil Produksi (Kg)	Cycle Time (detik/kg)	Waktu Tersedia	WAKTU (MENIT)								
					Operasional	Preventive Maintenance	Setup	Breakdown	Running	% Availability	% Performance	% Quality	% OEE
1	407.000	296.015	0,60000	10	5.400	-	150	15	5.235	96,94%	77,75%	72,73%	54,82%
2	600.000	426.125	0,60000	13	7.020	480	180	60	6.300	89,74%	95,24%	71,02%	60,70%
3	572.000	406.565	0,60000	12	6.480	15	180	65	6.220	95,99%	91,96%	71,08%	62,74%
4	510.000	331.550	0,60000	11	5.940	-	180	10	5.750	96,80%	88,70%	65,01%	55,82%
5	255.000	172.675	0,60000	6	3.240	120	120	90	2.910	89,81%	87,63%	67,72%	53,29%
6	336.000	237.070	0,60000	7	3.780	180	120	40	3.440	91,01%	97,67%	70,56%	62,72%
7	417.000	218.700	0,60000	11	5.940	60	150	10	5.720	96,30%	72,90%	52,45%	36,82%
8	581.000	468.840	0,60000	13	7.020	-	180	610	6.230	88,75%	93,26%	80,70%	66,79%
9	400.000	227.150	0,60000	8	4.320	-	120	-	4.200	97,22%	95,24%	56,79%	52,58%
10	574.000	423.425	0,60000	13	7.020	210	210	-	6.600	94,02%	86,97%	73,77%	60,32%
11	529.000	420.335	0,60000	13	7.020	420	210	60	6.330	90,17%	83,57%	79,46%	59,88%
12	144.000	127.850	0,60000	5	2.700	420	90	-	2.190	81,11%	65,75%	88,78%	47,35%
Total	5.325.000	3.756.300	0,60000	122	65.880	1.905	1.890	960	61.125	92,78%	87,12%	70,54%	57,02%
Rata-rata	443.750	313.025	0,60000	10	5.490	159	158	80	5.094	92,78%	87,12%	70,54%	57,02%

Sementara jika diperhatikan grafik *performance rate* (87,12%) dibawah standar JIPM. Jika kita lihat detail pada tabel 1 , kita akan lihat pada tanggal 2 dan 4 Maret nilainya cukup rendah, dikarenakan utilisasi mesin yang rendah. (hanya 60an Ton saja atau sekitar 60% dari kapasitas maksimalnya) atau bisa juga dikontribusikan oleh kegiatan PM dan BM pada hari tersebut.

Performance ratio adalah persentase perbandingan antara waktu yang digunakan secara teori dengan waktu yang digunakan secara aktual. Dimana waktu secara teori didapatkan berdasarkan perkalian Waktu Siklus (*Cycle Time*) secara teori dan hasil produksi.

Sementara *cycle time* sendiri didapat dari standar pabrikan, yang menyatakan mesin mampu memproses sebesar maksimal 6 ton per jam. Berikut perhitungan *cycle time* pada penelitian ini,

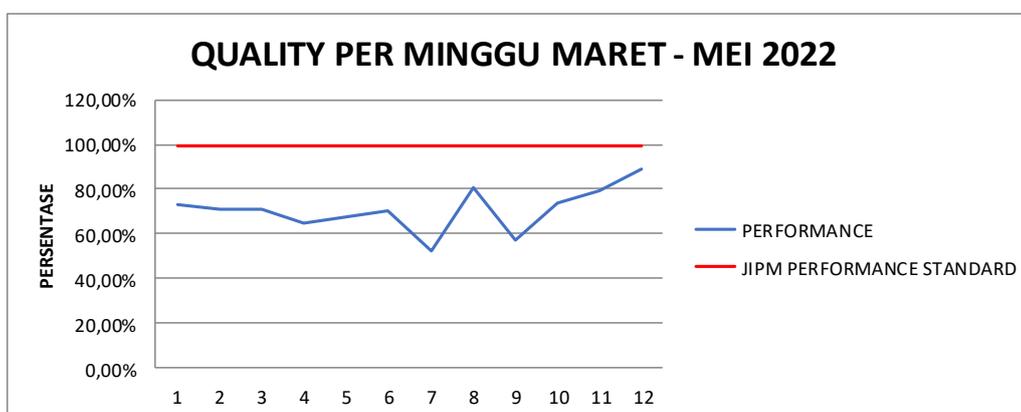
$$\text{Cycle Time} = \frac{\text{Waktu Satu Jam}}{\text{Hasil Produksi Satu Jam}} = \frac{60 \times 60 \text{ detik}}{6 \times 1000 \text{ kg}} = 0,6 \text{ detik/kg}$$

Berikut merupakan perhitungan *Performance ratio* berdasar data yang didapat selama 66 hari kerja, sesuai table 4.

$$\begin{aligned} \text{Waktu Teori} &= \text{Cycle Time} \times \text{Hasil Produksi} \\ &= 0,6 \text{ detik/kg} \times 5.325.000 \text{ kg} \\ &= 3.195.000 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Aktual} &= \text{Waktu Operasional} \\ &= \text{Waktu Tersedia} - \text{Waktu Terbuang} \\ &= 65.880 \text{ menit} - (1.905+1.890+960) \text{ menit} \\ &= 61.125 \text{ menit} \\ &= 3.667.500 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\% \text{ Performance ratio} = \frac{\text{Waktu teori}}{\text{Waktu aktual}} = \frac{3.195.000 \text{ detik}}{3.667.500 \text{ detik}} \times 100\% = 87,12\%$$



Gambar 5. Grafik *Quality Rate* Maret – Mei 2022

Jika kita perhatikan gambar 5, kita dapatkan nilai *quality rate* yang jauh dibawah standar kelas dunia. Karena memang karakteristik proses pengolahan bahanbaku beras memiliki residu yang cukup tinggi. Dan hampir tidak mungkin mendekati standar kelas dunia. Oleh karenanya, standar ini, tidak bisa diterapkan di Industri pengolahan beras.

Quality ratio menggambarkan kemampuan mesin untuk menghasilkan produk/jasa dengan standar tertentu, dimana *quality ratio* merupakan perbandingan antara jumlah hasil produk terstandarisasi atau yang memenuhi syarat tertentu dengan total jumlah produk yang telah diproduksi, berikut merupakan tabel perhitungan nilai *quality ratio* dari mesin pengolah beras yang terdapat di PT. FS Tjipinang Jaya. Berdasarkan data yang didapat,

diketahui hasil produk OK dari proses pengolahan beras pada dasarnya hampir mendekati 100%. Dalam proses produksi beras, selain dihasilkan beras sebagai produk utama, juga dihasilkan produk samping berupa beras sortir dan dedak kasar atau halus. Total hasil produksi berupa produk utama dan produk samping, disebut rendemen.

Jika kita memperhitungkan produk utama dan produk samping sebagai hasil produksi atau rendemen dalam perhitungan *quality rate*, maka berdasarkan data yang diperoleh diketahui *quality ratio* mesin pengolah beras adalah 99,27%. Berikut perhitungannya.

$$\% \text{ Quality} = \frac{(5.325.000 - 38749)}{5.325.000} = \frac{5.286.251}{5.325.000} = 99,27\%$$

Sedangkan jika kita hanya memperhitungkan produk utama sebagai hasil produksi dan memasukkan produk samping sebagai produk NG bersama sama susut produksi dalam perhitungan *quality rate*, maka berdasarkan data yang diperoleh diketahui *quality ratio* mesin pengolah beras adalah 70,54%. Berikut perhitungannya.

$$\begin{aligned} \% \text{ Quality} &= \frac{(5.325.000 - (38749 + 1.529.951))}{5.325.000} \\ &= \frac{(5.325.000 - 1.568.700)}{5.325.000} \\ &= \frac{3.756.300}{5.325.000} = 70,54\% \end{aligned}$$

Quality rate dari proses produksi beras sangat dipengaruhi dari kualitas bahanbaku beras yang di proses. Terutama dari ketebalan kulit ari beras dan kadar air dari beras yang diproses. Selain waktu pemutihan yang lebih lama, semakin coklat warna beras yang diproses semakin besar juga hasil samping yang dihasilkan dan semakin kecil hasil utama yang didapatkan.



Gambar 6. Grafik OEE Maret – Mei 2022

Semakin tinggi kadar uap air yang ada pada bahan baku beras yang di proses semakin tinggi pula susut produksi yang dihasilkan. Gambar 6 menggambarkan fluktuasi kualitas beras yang dihasilkan selama bulan maret hingga Mei 2022. Nilai keefektifan dari peralatan produksi biasa dinyatakan dalam bentuk nilai OEE atau *Overall Equipment Effectiveness*. Dimana nilai ini dapat digunakan untuk menjadi acuan dalam mengoptimalkan proses manufaktur yang ada. Hasil perhitungan nilai OEE harian dan total

selama 66 hari kerja dengan produk hasil yang diperhitungkan adalah rendemen. Berikut merupakan perhitungan nilai OEE mesin pengolah beras di PT. FSTJ berdasarkan data 66 hari kerja dan hasil produk berupa rendemen :

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= 92,78\% \times 87,12\% \times 99,27\% \\ &= 80,24\% \end{aligned}$$

Sedangkan nilai OEE jika produk samping dihitung sebagai produk rusak atau NG, yang merupakan hasil perhitungan nilai OEE harian dan total selama 66 hari kerja dengan produk hasil yang diperhitungkan adalah produk utama. Berikut merupakan perhitungan nilai OEE mesin pengolah beras di PT. FSTJ berdasarkan data 66 hari kerja dan hasil produk berupa produk utama :

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= 92,78\% \times 87,12\% \times 70,54\% \\ &= 57,02\% \end{aligned}$$

Jika kita perhatikan, kontributor utama fluktuasi nilai OEE harian selama Maret hingga Mei 2022, adalah nilai *performance rate* yang ada, *quality* dan sedikit *availability*. Berdasarkan hasil perhitungan, didapat nilai *availability* mesin RMU 2 sebesar 92,78%, atau diatas nilai ideal Nakajima atau diatas 90%. Jika kita melihat total waktu *Preventive Maintenance* (PM) selama 1.905 menit terhadap waktu operasional yang 65.880 menit atau 2,89% dari waktu operasional dan waktu *setup* 1,890 menit atau 2,87% dari waktu operasional, dapat kita simpulkan bahwa perawatan dan waktu setup mesin ini relatif mudah dan tidak memakan waktu yang lama. Sedangkan jika kita lihat data *breakdown maintenance* (BM) selama 960 menit atau 1,46%, maka dapat dikatakan mesin RMU 2 masih relatif prima dan jarang mengalami kerusakan yang berarti.

Berdasarkan hasil perhitungan, didapat nilai *performance ratio* mesin RMU 2 sebesar 87,12%, atau dibawah nilai ideal Nakajima atau dibawah 90%. *Performance ratio* merupakan persentase perbandingan antara waktu proses yang didapat dari perkalian hasil produksi dengan waktu siklus dan waktu yang tersedia atau hasil produksi yang didapat terhadap hasil produksi yang seharusnya. Jika kita perhatikan nilai *availability* yang cukup bagus, sementara nilai *performance* yang masih dibawah nilai ideal Nakajima berarti masih ada ruang untuk perbaikan proses ataupun peningkatan jumlah produksi agar dapat memenuhi kapasitas produksi yang ada.

Secara kualitatif, berdasarkan hasil wawancara dengan kepala produksi, memang terkadang mesin tidak dapat beroperasi maksimal dikarenakan tidak ada/kurangnya order dari bagian perencanaan produksi. Selain itu, waktu proses produksi termasuk komposisi hasil produksi utama dan produk samping juga sangat dipengaruhi oleh kualitas bahanbaku yang diolah, terutama dari sisi warna dan kadar air. Jika bahanbaku yang didapat terlalu coklat, maka proses *whitening* akan memakan waktu yang lebih lama, serta komposisi produk samping yang dihasilkan juga akan lebih besar. Jika kadar airnya tinggi, maka waktu proses dan susut produksi juga semakin besar.

Seperti proses produksi beras pada umumnya, maka proses produksi beras dengan menggunakan mesin RMU 2 juga menghasilkan 2 (dua) jenis barang jadi, yaitu beras sebagai produk utama dan dedak sebagai produk samping yang sama sama memiliki nilai ekonomis, walaupun memiliki nilai jual yang berbeda. Sehingga dalam penilaian rasio kualitaspun penulis menampilkan dua perhitungan yang mewakili keduanya. Jika kita pertimbangkan hasil produksi beras dan dedak atau rendemen dalam perhitungan rasio kulaitas. *Quality ratio* dengan melibatkan hasil akhir beras dan dedak adalah 99,27%, yang

berarti diatas nilai ideal Nakajima. Sedangkan jika hanya mempertimbangkan produk utama, maka *quality ratio* mesin RMU 2 adalah 70,54% dibawah nilai ideal Nakajima. Sementara jika kita hitung nilai keefektifan proses produksi secara umum, kita akan dapat nilai OEE sebesar 80,24% jika memperhitungkan produk samping dari proses produksi dan 57,02% tanpa melibatkan produk samping hasil produksi. Keduanya menunjukkan nilai dibawah standar ideal Nakajima 85%.

Matrik OEE yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi apakah persentase waktu produksi yang direncanakan yang benar-benar produktif atau tidak. Atau matrik yang dapat dijadikan standar acuan untuk membandingkan kinerja produksi apakah sudah sesuai dengan standar industri yang ada atau tidak. Nilai OEE ini juga dapat digunakan untuk melacak kemajuan dari waktu ke waktu dalam menghilangkan pemborosan dari lini proses produksi yang ada.

Tentu saja standar *benchmark* nilai ideal OEE Nakajima tersebut bersifat relatif, tergantung proses produksi ataupun jenis produksi yang ada. Standar OEE di pabrik pakaian mungkin OEE dibawah 80% dapat diterima, tapi jika di pabrik yang lebih kritikal, seperti pesawat terbang, tentu membutuhkan nilai OEE yang jauh lebih tinggi. Begitu pula standar OEE di pabrik pengolahan beras. Bisa jadi nilai OEE dibawah 80%, khususnya jika hanya mempertimbangkan produk utama, dapat dikategorikan setimbang dengan 85% standar ideal Nakajima.

PENUTUP

Simpulan

Pengukuran nilai parameter kinerja mesin *Rice Milling Unit* (RMU) dilakukan dengan berdasarkan perhitungan data waktu yang tersedia, waktu *setup*, waktu *Breakdown Maintenance*, waktu *Preventive Maintenance*, jumlah total produksi harian (termasuk produk samping), dan jumlah cacat produksi atau susut produksi yang kemudian diolah sehingga didapat nilai *Performance Rate*, *Availability Ratio* dan *Quality Ratio* dan Nilai OEE sebesar 57,02%.

Saran

Hasil OEE yang didapat secara manual dapat dijadikan sebagai standar minimal menjaga kinerja proses produksi di masa yang akan datang dan dimonitor secara online sebagai bagian dari rencana pengembangan *smart manufacturing* yang akan dijalankan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Firman. (2015). Analisis Akar Penyebab Maslaah Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Mesin Stripping Hipack III dan Unimach di PT PFI. *Operations Excellence, Journal of Applied Industrial Engineering* Volume VII, No. 3. November 2015, Universitas Mercubuana.
- Azid, N.A.A, Shamsudin, S.N.A., Yusoff, M.S. and Samat H.A., (2018). Conceptual Analysis and Survey of Total Productive Maintenance (TPM) and Reliability Centered Maintenance (RCM) Relationship. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/>
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/530/1/012050>
- Eddy, Chairunissa (2021). Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Molding Melalui Perbaikan Six Big Losses Di PT. CWI. *Jurnal Optimalisasi* Volume 7 Nomor 1 April 2021. Universitas Teuku Umar.

- Junhong, Z., Yua, W., Quana, C.Y., (2021). Real-Time OEE for Industry 4.0 Learning and Practice Training., 11th Conference on Learning Factories, CLF2021. Elsevier Publication.
- Koip, Jummatul. (2018). Peningkatan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) mesin Injection Moulding di perusahaan beverage packaging. Operations Excellence, Journal of Applied Industrial Engineering Volume X, No. 2, 2018, Universitas Mercubuana.
- Mastang & Pahmi, M.A.,(2020). Development of Raspberry Pi applied to RealTime Monitoring of Overall Equipment Effectiveness (OEE). Journal of Physics: Conference Series.
- Mishra, R.P, Guptab,G., Sharmaa, A.,(2021) Development of a Model for Total Productive Maintenance Barriers to Enhance the Life Cycle of Productive Equipment. Elsevier Publication.
- Murad, D.F., Wijanarko, B.D., Denny & Syahrian, A., (2019). Internet of Things in Overall Equipment Effectiveness Production System Applications. <https://www.scitepress.org/Papers/2019/99095/99095>.
- Mwannza, B and Mbohwa, C. (2015). Design of a total productive maintenance model for effective implementation: Case study of a chemical manufacturing company. Elsevier Publication.
- OEE - Learn The art & Science of Manufacturing Improvement From Vorne. (2023, Juli 13). Diakses 6 Mei 2023 dari <https://www.oeec.com/world-class-oeec/>
- Saxena, Mudit M. (2022). *Total Productive Maintenance (TPM); as a Vital function in Manufacturing Systems*. Journal of Applied Research in Technology & Engineering, 3(1), 19-27. <https://doi.org/10.4995/jarte.2022.15934>
- Soori, M., Arezoo, B., Dastres, R (2023). Digital twin for smart manufacturing, A review. Sustainable Manufacturing and Service Economics. Elsevier Publication.
- Sukma, et.al. (2022). *Implementation of Total Productive Maintenance to Improve Overall Equipment Effectiveness of Linear Accelerator Synergy Platform Cancer Therapy*. International Journal of Engineering, Basics Vol. 35, No. 05, (July 2022).
- Sumasto, F., Jiwanto, R.F., Purwojatmiko, B.H., Pratama, I.R. (2023). Implementasi Penjadwalan Preventive Maintenance untuk meningkatkan nilai efektifitas mesin pada mesin CNC Milling VL-10i. Journal of Industrial View Volume 05, Nomor 01, 2023. Politeknik STMI Jakarta.
- Supriyati, Wiyatno, T.W., Darmawan, H. (2021). Peningkatan produksi plastik injection dengan analisis Overall Equipment Effectiveness dan Single Minute Exchange of Dies. Operations Excelnce. Journal of Applied Industrial Engineering. Universitas Mercubuana.
- Tarkiainen, J. (2023). Calculating and visualizing the OEE of a production line fastening robot. Bachelor's Thesis, Industrial Management , Metropolia University of Applied Sciences, Finland
- Trubetskaya, A., Ryan, A. & Murphy, F., (2022). An implementation model for digitisation of visual management to develop a smart manufacturing process. Smart manufacturing process. Emerald Publishing Limited.
- Tumbajoy, L.M., Anasco, M.A, Thiede, S.,(2022). Enabling Industry 4.0 impact assessment with manufacturing system simulation: an OEE based methodology. 55th CIRP Conference on Manufacturing Systems. Elsevier Publication.