

Analisis Perawatan Mesin Cetakan Injeksi Dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Di PT. Palapa Engineering

Esti Taqwaningrum¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Kec. Telukjambe Timur., Kabupaten Karawang, Jawa Barat, Kode Pos :41361.

E-mail : estitaqwa123@gmail.com¹

INFO ARTIKEL

Diajukan:
29/06/2022

Diterima:
13/10/2022

Diterbitkan:
31/12/2022

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk yang meningkat berbanding lurus dengan kebutuhan yang meningkat, dengan meningkatnya kebutuhan maka proses produksi harus bekerja secara optimal agar kebutuhan penduduk dapat terpenuhi. Memenuhi kebutuhan konsumen merupakan suatu kewajiban bagi perusahaan jika perusahaan ingin terus berkembang dan mampu bersaing secara global [1]. Salah satu faktor terpenting dalam proses produksi adalah kinerja mesin. Tindakan perawatan ini dilakukan untuk mencegah terjadinya *breakdown* sehingga proses produksi dapat terus berjalan.

Pemeliharaan peralatan adalah fungsi yang sangat diperlukan dalam perusahaan manufaktur. Dalam proses manufaktur, produktivitas adalah ukuran utama untuk mencerminkan kinerja kapasitas proses secara keseluruhan seperti manusia, mesin, pabrik, sistem, dan lain-lain. Untuk mengatasi permasalahan tersebut metode yang digunakan dalam penulisan ini yaitu Overall Equipment Effectiveness (OEE) juga diperkenalkan sebagai alat ukur untuk mengukur efektivitas mesin berdasarkan tiga parameter yaitu: Availability (A), Performance rate (P), dan Quality rate (Q) [2].

Analisis perhitungan nilai overall equipment effectiveness (OEE) dilakukan untuk dapat melihat tingkat efektifitas penggunaan mesin *Injection Molding* selama periode Juli – September 2021. Perhitungan overall equipment effectiveness (OEE) didapatkan dari nilai availability yaitu ketersediaan mesin, nilai performance yaitu kinerja mesin dan nilai quality yaitu mutu atau kualitas produk. Nilai rata-rata dari *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) tertinggi selama periode Juli – September 2021 yaitu 66,97% yang terdapat pada bulan September. Hal ini masih jauh dari keadaan ideal OEE yaitu diatas 90%. Akan tetapi pada setiap periodenya nilai performance dan quality telah mengalami peningkatan yang artinya kinerja mesin dan kualitas produk semakin membaik.

Kata Kunci: Perawatan mesin, *Injection Molding*, *Overall Equipment Effectiveness*.

ABSTRACT

The increasing population growth is directly proportional to the increasing needs, with the increasing needs, the production process must work optimally so that the needs of the population can be met. Meeting consumer needs is an obligation for companies if the company wants to continue to grow and be able to compete globally (Haidar, 2018). One of the most important factors in the production process is machine performance. This maintenance action is taken to prevent breakdown so that the production process can continue.

Equipment maintenance is an indispensable function in a manufacturing company. In the manufacturing process, productivity is the main measure to reflect the performance of the overall process capacity such as people, machines, factories, systems, and others. To overcome these problems the method used in this paper, namely Overall Equipment Effectiveness (OEE) was also introduced as a measuring tool to measure machine effectiveness based on three parameters, namely: Availability (A), Performance rate (P), and Quality rate (Q) (Akbar Tawaqqal, 2019).

Analysis of the calculation of the overall equipment effectiveness (OEE) value is carried out to be able to see the level of effectiveness of the use of Injection Molding machines during the period July – September 2021. The calculation of overall equipment effectiveness (OEE) is obtained from the availability value, namely machine availability, performance value, namely engine performance and quality value, namely quality or product quality. The average value of the highest Overall Equipment Effectiveness (OEE) during the period July – September 2021, which was 66.97%, was in September. This is still far from the ideal state of OEE, which is above 90%. However, in each period the value of performance and quality has increased, which means that the engine performance and product quality are getting better.

Keywords: *Machine maintenance, Injection Molding, Overall Equipment Effectiveness.*

1. PENDAHULUAN

Setiap tahun jumlah penduduk di Indonesia meningkat sehingga jumlah kebutuhan pun ikut meningkat. Proses produksi harus bekerja secara optimal agar kebutuhan konsumen dapat terpenuhi. Memenuhi kebutuhan konsumen merupakan suatu kewajiban bagi perusahaan jika perusahaan ingin terus berkembang dan mampu bersaing secara global.

Salah satu faktor terpenting dalam proses produksi adalah kinerja mesin. Tindakan perawatan ini dilakukan untuk mencegah terjadinya *breakdown* sehingga proses produksi dapat terus berjalan. Rencana pemeliharaan yang baik sangat penting untuk mencapai ketersediaan tinggi, keandalan sistem yang baik, pemeliharaan dan produktivitas [3]. Pemeliharaan peralatan adalah fungsi yang sangat diperlukan dalam perusahaan manufaktur [4]. Munculnya *Total Productive Maintenance* dimaksudkan untuk menyatukan fungsi produksi dan pemeliharaan bersamaan dengan kombinasi praktik kerja yang baik, kerja tim, dan peningkatan berkelanjutan [5]. Dalam proses manufaktur, produktivitas adalah ukuran utama untuk mencerminkan

kinerja kapasitas proses secara keseluruhan seperti manusia, mesin, pabrik, sistem, dan lain-lain. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, Overall Equipment Effectiveness (OEE) juga diperkenalkan. OEE adalah alat pengukuran untuk mengukur efektivitas mesin berdasarkan tiga parameter penting yaitu; *Availability* (A), *Performance rate* (P), dan *Quality rate* (Q) [2].

PT. Palapa Engineering adalah perusahaan manufaktur yang berlokasi di Cikupa, Kab. Tangerang. Perusahaan ini memproduksi berbagai macam mainan, body motor, *engine guard*, dan lain-lain. Dalam proses produksinya, perusahaan sering mengalami kendala karena mesin sering berhenti dikarenakan adanya komponen yang rusak pada mesin. Selain itu, target produksi juga sering tidak tercapai karena banyak waktu produksi yang terbuang karena besarnya waktu yang terbuang untuk setup mesin. Berdasarkan data dari perusahaan, jumlah waktu yang terbuang yang diakibatkan oleh adanya downtime maupun karena produk reject tiap harinya bisa mencapai 25%-30% dari total waktu produksi yang tersedia. Hal inilah yang menjadi dasar penulis untuk melakukan analisis nilai OEE pada mesin injection

molding untuk nantinya digunakan sebagai acuan dalam mengidentifikasi Six big losses yang menyebabkan rendahnya nilai OEE sehingga langkah-langkah perbaikan nilai OEE dapat dilakukan dan target produksi maupun kualitas produk yang diinginkan dapat tercapai.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Sistematika Penulisan menggunakan metode sebagai berikut:

1. Metode wawancara

Metode ini dilakukan dengan cara melakukan wawancara dengan pihak PT. Palapa Engineering

2. Metode Studi Pustaka

Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan literatur yang berkaitan dengan permasalahan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

3. Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan mengamati secara langsung performa mesin *injection* yang sedang bekerja.

Metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah alat pengukuran untuk mengukur efektivitas mesin berdasarkan tiga parameter penting yaitu: Availability (A), Performance rate (P), dan Quality rate (Q) [2].

2.1 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Pengukuran pada OEE dapat menunjukkan kinerja suatu perusahaan yaitu seberapa baik penggunaan sumber daya yang ada termasuk pekerja, peralatan dan kemampuan. Jika diberitahu bahwa keefektifan peralatan di Plant X lebih dari 85%, dapat diasumsikan bahwa peralatan tersebut dioperasikan secara efektif dan efisien. Tapi metode perhitungan apa yang menjadi dasar kalkulasi? Banyak perusahaan yang menggunakan istilah “tingkat keefektifan peralatan”, akan tetapi metode perhitungannya sangat bervariasi [6]. Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) menggunakan data dari “Enam Kerugian Besar (*The Six Big Losses*)”, yaitu :

1. *Availability*, yang terdiri dari Breakdowns dan *Setup/Adjustments*
2. *Performance*, yang terdiri dari *Small Stops* dan *Slow Running*
3. *Quality*, yang terdiri dari *Startup Defects* dan *Production Defect*.

2.2 Availability

Availability merupakan waktu keadaan suatu peralatan dalam artian kesiapan mesin untuk membuat suatu produk yang berkualitas. *Availability ratio* yang digunakan adalah untuk menentukan nilai OEE dengan cara memperhatikan total waktu keseluruhan dari kerusakan yang disebabkan dari *unscheduled downtime*, *setup and adjustment*, dan kerusakan yang tidak diprediksi lainnya. Menurut Nakajima tahun 1988 [7], beberapa faktor utama dari *availability* adalah *loading time* dan *operation time*. *Loading time* merupakan total waktu produksi dalam sehari yang belum dipengaruhi oleh *downtime*.

$$Availability = \frac{(loading\ time - downtime)}{loading\ time} \times 100\% \quad [8]$$

2.3 Performance

Performance adalah suatu rasio yang menjelaskan tentang kemampuan dan kinerja dari peralatan atau mesin yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk. Dua faktor utama dari rasio ini adalah *number of units manufactured* dan *possible number of units*. Untuk menentukan nilai *performance* meliputi *number of units manufactured* dan *possible number of units* [8]. Satuan yang digunakan untuk *number of units manufactured* (Ratarata Produksi) dan *possible number of units* (Target Produksi) pada penelitian ini adalah unit.

$$Performance = \left(\frac{number\ of\ units\ manufactured}{possible\ number\ of\ units} \times 100\% \right) \quad [7]$$

2.4 Quality

Quality adalah suatu rasio pengukuran tingkat kualitas dari kemampuan peralatan atau mesin dalam menghasilkan produk. *Quality* biasa digunakan untuk melihat apakah produk telah sesuai dengan standar yang ditetapkan atautah belum, dalam artian produk harus sempurna dan siap untuk dijual. *Quality* meliputi kegagalan pada tahap produksi biasanya pada mesin khusus atau garis produksi. Menurut [7], bahwa standar dari *quality* adalah 99%.

$$Quality = \frac{(number\ of\ units\ produced - number\ of\ defects)}{number\ of\ units\ produced} \times 100\% \quad .. \quad [9]$$

Diambil dari buku karangan Nakajima tahun 1988 [7], bahwa Japan Institute of Plant Maintenance pernah menerima penghargaan sebagai promotor kunci atau induk dari TPM melalui PM Price, dan berikut merupakan kondisi ideal dari OEE:

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

Berdasarkan ketiga faktor utama diatas maka untuk melakukan perhitungan nilai presentase dari Overall Equipment Effectiveness yaitu:

$$OEE = Availability(\%) \times Performance(\%) \times Quality(\%) \dots [10]$$

2.5 Six Big Losses

Berdasarkan pernyataan dari Nakajima tahun 1988 [7] bahwa terdapat enam kerugian besar yang menjadi penyebab dari rendahnya kinerja mesin atau peralatan. Enam kerugian besar itu sering juga disebut dengan Six Big Losses dan terdiri dari:

- *Breakdown Losses*
- *Setup or Adjustment Losses*
- *Idle and Minor Stoppage Losses*
- *Reduced Speed Losses*
- *Defect in Process/Rework Losses*
- *Reduced Yield/Scrap Losses*

Untuk dapat mengetahui penyebab dari rendahnya nilai OEE, maka haruslah dipahami macam-macam kerugian peralatan yang ada. Terdapat 6 kerugian peralatan atau mesin yang menjadi penyebab rendahnya kinerja dari peralatan atau mesin [7].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin cetak injeksi molding adalah alat yang banyak digunakan dalam proses manufacturing hal tersebut mengakibatkan industri produk dengan menggunakan mesin cetak injeksi harus mampu meningkatkan hasil produksinya baik dalam hal kuantitas maupun hasil kualitas produk.. Dikarenakan alat tersebut banyak kegunaanya dan kelebihan nya dalam proses pencetakan suatu produk baik aksesoris spare part mobil dan aksesoris spare part sepeda motor. Maka sebab itu dalam proses suatu produk optimalisasi sangat diperlukan agar hasil yang diproduksi mencapai hasil yang maksimal untuk menghasilkan suatu produk yang baik.

Metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah Overall Equipment

Effectiveness (OEE) adalah alat pengukuran untuk mengukur efektivitas mesin cetakan injeksi. Berikut ini adalah tabel produksi bulan September 2021 dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 1 Produksi bulan September 2021

	Mesin		
	A	B	C
Rata-rata Produksi	38.184	37.860	36.594
Target Produksi	120.000	100.000	100.000
Ideal Cycle Time	0,48	0,34	0,53
Actual Cycle Time	20,71	29,52	43,82
Rata-rata Reject	2.386	1.860	2.281

Mesin A merupakan mesin yang memproduksi tutup MK, Mesin B yang memproduksi Cvt, Mesin C memproduksi Pvc clip.

Penentuan *Ideal Cycle Time ICT* *Ideal Cycle Time* ditentukan berdasarkan pada lama waktu mesin dalam menghasilkan produk. Dengan ketentuan dalam sehari terdapat 50-100 kg biji plastik yang masuk ke dalam mesin cetakan injeksi . contoh perhitungan Ideal Cycle Time pada mesin A adalah sebagai berikut: $Ideal\ Cycle\ Time\ mesin\ Cane\ Mill = 24\ jam / 50\ kg = 0,48\ jam/kg.$

3.1 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Berikut ini merupakan perhitungan overall equipment effectiveness (OEE) pada mesin Injection Molding di bulan Juli, Agustus, September yang didalamnya terdapat *availability* yang mana merupakan bagian dari perhitungan OEE. Data yang digunakan untuk menentukan nilai *availability* meliputi loading time, downtime dan operation time.

Loading time didapat dari waktu mesin berjalan 24 Jam dikali dengan jumlah hari selama mesin menyala dalam satu bulan. Total *Downtime* didapatkan dari data

waktu breakdown ditambah dengan data waktu perbaikan dan set up time mengenai *breakdown* dan perbaikan mesin Injection Molding selama bulan Juli, Agustus, September. *Operation time* diperoleh dari hasil pengurangan loading time dengan downtime. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk *Avaibility*.

- $Avaibility = \frac{operation\ time}{loading\ time} \times 100\%$ maka nilai *availability* untuk mesin A pada bulan Juli yaitu $avaibility = \frac{560,25}{696} \times 100\% = 0,8049 \times 100\% = 80.49\%$.
- $Avaibility = \frac{operation\ time}{loading\ time} \times 100\%$ maka nilai *availability* untuk mesin B pada bulan Juli yaitu $avaibility = \frac{568,5}{696} \times 100\% = 0,8168 \times 100\% = 81.68\%$
- $Avaibility = \frac{operation\ time}{loading\ time} \times 100\%$ maka nilai *availability* untuk mesin B pada bulan Juli yaitu $avaibility = \frac{571,5}{696} \times 100\% = 0,8211 \times 100\% = 82.11\%$

Setelah memperhitungkan *Avaibility*, *Performance*, *Rate of Quality* maka penulis mendapatkan hasil nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada tabel 4.2.

Tabel 2 Nilai rata-rata overall equipment effectiveness (OEE) mesin injection molding periode Juli-September 2021.

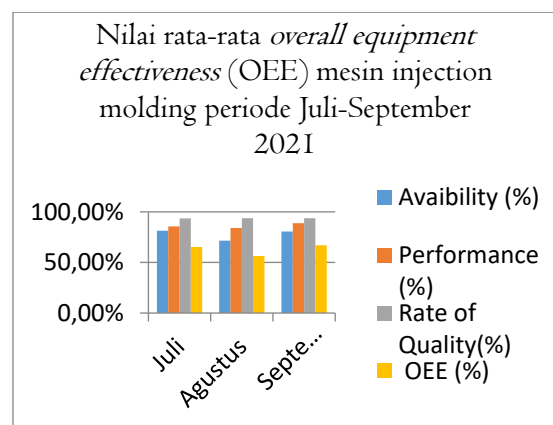
(%)	Bulan		
	Juli	Agustus	September
<i>Avaibility</i>	81,42	71,52	80,49
<i>Performance</i>	85,6	84,1	88,8
<i>Rate of Quality</i>	93,59	93,68	93,71
OEE	65,22	56,34	66,97

Pada tabel di atas telah di perhitungkan nilai rata-rata overall equipment effectiveness (OEE) pada mesin cetakan injeksi dari periode juli hingga September pada tahun 2021 dengan menjadikan *availability*, *performance*, dan *rate of quality* sebagai parameter dalam mengukur efektivitas mesin.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah alat pengukuran untuk mengukur efektivitas mesin, pengukuran total pada *performance* dan juga *availability* dari kualitas serta produktivitas. Pengukuran pada OEE dapat menunjukan kinerja suatu perusahaan yaitu seberapa baik penggunaan sumber daya yang ada termasuk pekerja, peralatan dan

kemampuan. Terdapat dua permasalahan yang menjadikan ketidakstabilan Mesin Produksi, diantaranya adalah *breakdown* dan *Setup / Adjustments*.

Breakdown adalah kerusakan mesin yang biasanya lebih dari 30 menit. Waktu *Breakdown* (rusak) akan dicatat dalam bentuk “Menit” sampai pada mesin produksi tersebut dapat beroperasi kembali dalam memproduksi unit Produk yang baik. *Setup* atau *Adjustment* ini dikarenakan pertukaran model cetakan atau produk. Waktu yang dihitung adalah waktu unit terakhir pada model sebelumnya hingga unit pertama pada model selanjutnya.



Gambar 1 Grafik nilai rata-rata OEE periode juli-september 2021.

Pada grafik ini telah terhitung bahwa efektivitas mesin cetakan injeksi pada bulan agustus memiliki penurunan efektivitas yang di sebabkan oleh *Setup* atau *Adjustment* dikarenakan pertukaran model cetakan atau produk dan penyetingan mesin ketika melakukan *change over* sehingga menghambat produksi. Pada bulan September efektivitas mesin lebih tinggi sehingga produksi pada bulan September lebih stabil.

3.2 Six Big Losses

Kegagalan mesin dalam melakukan proses produksi atau yang biasa disebut dengan *breakdown* secara mendadak dan tidak diharapkan terjadi merupakan penyebab kerugian yang nampak jelas, karena *breakdown* atau kerusakan tersebut akan mengakibatkan mesin tidak dapat menghasilkan output produk. Pada tabel 4.3 telah didapatkannya hasil perhitungan nilai rata-rata *Six Big Losses* mesin injection molding periode juli – september 2022.

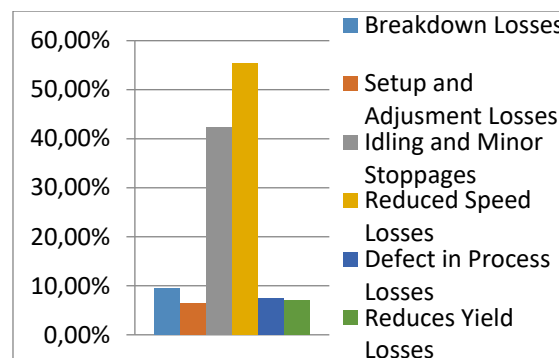
Tabel 3 Nilai Rata-Rata Six Big Losses Mesin Injection Molding Periode Juli – September 2021.

<i>Breakdown Losses</i>	9,59%
<i>Setup and Adjustment Losses</i>	6,39%
<i>Idling and Minor Stoppages</i>	42,24%
<i>Reduced Speed Losses</i>	55,3%
<i>Rework Losses</i>	7,48%
<i>Reduces Yield Losses</i>	7,03%

Breakdown losses memiliki nilai rata-rata 9,59%, kejadian kerusakan mesin yang terjadi secara tiba-tiba atau tidak diinginkan dan menyebabkan kerugian karena mengakibatkan mesin berhenti beroperasi sehingga mempengaruhi *output* produksi.

Set up adjustment losses yang memiliki nilai rata-rata 6,39%, kerugian yang disebabkan oleh adanya penyetingan mesin di awal kerja atau ketika melakukan *change over* produk dan juga ketika melakukan *cleaning* di akhir jam kerja sebelum pulang. Pada *Idling and minor stopages losses* memiliki nilai rata-rata 42,24%, kerugian yang disebabkan oleh adanya kemacetan mesin seperti adanya komponen mesin seperti geram yang abnormal atau adanya kotoran yang menempel terhadap *spare part* mesin yang menyebabkan mesin berhenti sejenak.

Pada *Reduced speed losses* kerugian yang disebabkan oleh adanya penurunan kecepatan dari *speed* mesin dalam menjalankan operasinya atau mesin tidak bekerja secara optimal. kemudian pada *Rework Losses* kerugian yang disebabkan oleh adanya produk cacat atau aktivitas kerja ulang yang menyebabkan kehilangan waktu produksi dan bisa menyebabkan kerugian material. *Reduces yield losses* suatu kerugian waktu dan material yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin dalam menghasilkan produk baru dengan sesuai yang diharapkan.



Gambar 2 Nilai rata-rata *Six Big Losses* mesin cetakan injeksi periode Juli – September 2021.

Pada gambar 2 menjelaskan tentang grafik nilai rata-rata *Six Big Losses* periode Juli – September 2021. *Six Big Losses* tertinggi terdapat pada *Reduced Speed Losses* yang disebabkan karena terjadi nya *Short Shoot Flashing* ketika melakukan proses produksi. *Short Shoot Flashing (Reject)* yang terjadi terdapat pada material yang menempel pada cetakan sehingga perlu dilakukan penurunan kecepatan produksi untuk memisahkan material yang menempel pada cetakan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah mengetahui nilai dari *overall equipment failure* (OEE), dan nilai *six big losses* yang sudah di perhitungkan, maka dapat disimpulkan bahwa.

Berdasarkan hasil perhitungan dari OEE pada mesin *injection molding* selama periode Juli sampai dengan September 2021 diperoleh nilai rata-rata *overall equipment failure* (OEE) berkisar antara 65,22% sampai dengan 66,97%. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas mesin *injection molding* dalam proses produksi atau pencapaian target masih belum dalam kondisi yang ideal yaitu lebih dari 85%.

Nilai *breakdown losses* yang didapatkan pada periode Juli – September 2021 sebesar 5,32%. Nilai ini muncul karena adanya kerusakan *nozzle* yang menyebabkan perlambatan produksi pada mesin cetakan injeksi.

Nilai *Reduced Speed Losses* yang tinggi disebabkan karena terjadi *Short Shoot Flashing* ketika melakukan proses produksi. *Short Shoot Flashing* ketika (*Reject*) yang terjadi terdapat pada material yang menempel pada cetakan sehingga perlu dilakukan penurunan kecepatan produksi untuk memisahkan material yang menempel pada cetakan.

Berdasarkan hasil dari pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, maka penulis dapat memberikan saran yang diharapkan dapat bermanfaat bagi perusahaan. Berikut saran yang dapat disampaikan oleh peneliti yaitu.

Selalu melakukan persortiran biji plastik sebelum memulai proses produksi. Selalu melakukan pengecekan mesin sebelum memulai proses produksi dan saat proses produksi sedang berlangsung.

Diharapkan agar semua operator bisa lebih cermat dalam melakukan settingan awal mesin sehingga tidak terjadi kesalahan yang dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan kurnia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan jurnal ini. Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan jurnal ini tidak lepas dari bantuan orang-orang yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan, baik moral maupun material. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada.

1. Bapak Kardiman, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktek yang telah membantu pelaksanaan dan penyusunan laporan kerja praktek.
2. Orang Tua tercinta serta keluarga dan sahabat saya Febi dan Risqi atas dukungan moral dan do'anya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. S. Haidar, ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN INJECTION MOLDING DI BAGIAN PRODUKSI PT. DIAN MEGAH INDO PERKASA MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENTEFFECTIVENESS DAN FAULT TREE ANALYSIS., UNIKOM, 2018.
- [2] S. A. Akbar Tawaqqal, "ANALISIS NILAI OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS PADA MESIN INJECTION MOLDING(Studi Kasus PT. Malindo Intitama Raya).," 2019.
- [3] G. P. Waeyenbergh, A framework for maintenance concept development., 2002.
- [4] S. H. Ahmed, TPM can go beyond maintenance: excerpt from a case implementation., 2002.
- [5] F. I. Cooke, TPM in plant maintenance : Some organizational barriers., 2002.
- [6] S. Boris, Total Productive Maintenance., 2006.
- [7] S. Nakajima, "Introduction to TPM Total Productive Maintenance, Productivity Press.," 1998.
- [8] S. Boris, "Total Productive Maintenance.," pp. vol. 53, no. 9., 2006.
- [9] C. E.Ebeling, "An Intoduction to Reliability and Maintainability," 1997.
- [10] T. D. UNIKOM, "Pengenalan Teknik Industri Untuk Wirausahawan Muda.Bandung: Rekaya Sains.," 2014.
- [11] N. S. H. P. I. S. a. M. A. H. Suliantoro, ""Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Fault Tree Analysis (Fta) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng,," pp. vol. 12, no. 2, pp. 105–118,, 2017.
- [12] Y. H. a. H. P. D. Alvira, ""Usulan Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Pada Mesin Tapping Manual Dengan Meminimumkan Six Big Losses",," pp. vol. 03, no. 03, pp. 240–

251,, 2015.

- [13] R. Hale, "OEE: The Heart of the Matter. Retrieved Mei 15, 2022,," 2009.
- [14] N. S. H. P. I. S. a. M. A. H. Suliantoro, "Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Fault Tree Analysis (Fta) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng," , 2017.
- [15] Y. H. a. H. P. D. Alvira, Usulan Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (Oee) Pada Mesin Tapping Manual Dengan Meminimumkan Six Big Losses, 2015.