

ANALISIS NILAI EFEKTIVITAS MESIN INJECTION MOULDING DENGAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DI PT. NAMASINDO PLAS MEDAN

Martua Raja Rangkuti, Suliawati, Mahrani Arfah

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik

Universitas Islam Sumatera Utara

suliawati1964@gmail.com; mahrani.arfah@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Untuk meningkatkan produktivitas dan mempertahankan mutu menjadi fokus sebuah industri plastik. PT. Namasindo Plas Medan menerapkan total productive maintenance diharapkan industri mampu menjaga dan memperbaiki kinerja mesin guna mencapai efisiensi dan efektifitas. Mesin Injection Moulding (Netstal) memiliki kapasitas produksi yang lebih besar dibanding mesin lainnya, jika terjadi kendala pada mesin injection Moulding ini akan sulit dipenuhi. Karena itu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana kondisi maintenance dan bagaimana tingkat efektivitas dari mesin injection moulding serta dapat memberikan rekomendasi yang tepat untuk meningkatkan efektivitas mesin injection moulding (netstal). Dengan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness, penelitian ini dilakukan selama 3 bulan yaitu oktober, november dan desember. Setelah dilakukan penelitian, diperoleh nilai rata-rata Overall Equipment Effectiveness sebesar 72%. Hasil ini masih belum memenuhi standar yang ditetapkan yaitu 85%. nilai OEE yang tertinggi terjadi bulan Oktober minggu ke 3 dengan nilai 91% dan minggu ke 4 dengan nilai 85%. Sedangkan nilai OEE terendah terjadi pada bulan November minggu ke 1 dan ke 2 dengan nilai 54 % dan 52% yang disebabkan oleh rendahnya nilai Performance Rate. Penyebab besarnya Losses terdiri dari faktor mesin, manusia, lingkungan, dan material. Factor mesin dan manusia merupakan faktor yang paling dominan. Untuk mengurangi kerugian tersebut perusahaan harus melakukan pemeliharaan sesuai dengan jadwal maintenance yang sudah ada. Devisi maintenance harus melakukan diskusi untuk membuat jadwal antara kegiatan maintenance dan produksi. Perusahaan juga memberi pemahaman target produksi kepada pekerja guna membangun motivasi pekerja. Kemudian perusahaan harus lebih memperhatikan kenyamanan operator dalam bekerja sehingga kelelahan bisa dikurangi.

Kata-Kata Kunci : Produktivitas, Kinerja, Efisiensi, Efektifitas, Maintenance

I. Pendahuluan

Injeksi plastik adalah suatu proses pembentukan komponen atau produk menggunakan bahan baku bijih plastik yang dipanaskan pada suhu tertentu hingga mencair kemudian diinjeksikan ke dalam cetakan. Proses ini telah digunakan selama hampir 150 tahun dan merupakan cara yang paling banyak digunakan untuk pembuatan produk-produk berbahan plastik karena memiliki efisiensi yang tinggi dan mudah untuk dibuat.

Ekspansi dan investasi industri minuman di Indonesia secara langsung berdampak terhadap besarnya kebutuhan kemasan, ini merupakan peluang bagi perusahaan kemasan plastik di Indonesia untuk dapat bersaing menguasai pasar yang tercipta dari pertumbuhan industri minuman. Di Indonesia 60 persen kemasan untuk produk minuman merupakan kemasan plastik berupa galon, cup, dan botol dengan bahan *polyethylene terephthalate (PET)* dan kemasan plastik merupakan kemasan minuman yang paling banyak digunakan untuk minuman dalam kemasan selain karton, kaleng dan kaca. Pengguna terbesar botol plastik adalah untuk industri minuman ringan. Botol plastik secara global menyumbang 57 persen dari semua minuman ringan yang dijual pada tahun 2015, penetrasi dan pertumbuhannya dipengaruhi secara

positif oleh kinerja pertumbuhan industri air minum yang terus menguat.

Bagi produsen kemasan minuman, persaingan industri kemasan plastik untuk minuman di Indonesia semakin kompetitif seiring dengan ketatnya persaingan di industri minuman. Selain isu lingkungan dan era perdagangan bebas dimana Indonesia merupakan bagian dari Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) yang menuntut perusahaan kemasan plastik untuk minuman di Indonesia untuk memiliki strategi bersaing yang kuat dengan menyusun kerangka kerja konseptual dalam merumuskan dan mengimplementasikan strategi untuk memaksimalkan kinerja perusahaan dengan meningkatkan posisinya dalam bersaing dengan perusahaan lain pada lingkungan yang sama.

Salah satu metode pengukuran kinerja yang banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan, yang efektif mengatasi masalah di atas adalah *overall equipment effectiveness (OEE)*. Metode ini merupakan bagian utama dari sistem pemeliharaan yang banyak diterapkan oleh perusahaan multinasional. Kajian literatur tentang implementasi OEE sebagai indikator kinerja proses di perusahaan manufaktur menunjukkan bahwa OEE dapat membantu perusahaan memonitoring, mengidentifikasi *losses*, dan menetapkan langkah perbaikan yang efektif.

PT. Namasindo Plas Medan merupakan salah satu perusahaan pengolahan plastik yang hanya berfokus pada produksi kemasan plastik untuk minuman berupa *PET-Preforms*, *PET Bottles*, *Round Cup*, *Gallon* dan *HDPE Clossure*. Saat ini PT. Namasindo Plas Medan merupakan pemasok kemasan minuman bagi beberapa perusahaan minuman terbesar di Indonesia seperti Danone, Coca Cola, Sinar Sosro, Himudo, Amoz, Cleo dan beberapa perusahaan minuman lokal dengan produk yang cukup terkenal. Oleh sebab itu sangat penting bagi PT. Namasindo Plas Medan untuk menciptakan produk berkualitas yang mampu memenuhi keinginan konsumen sehingga konsumen merasa puas dan tidak berpaling pada perusahaan lain. Permasalahan yang ditemukan pada mesin ini adalah besarnya jumlah produk yang dipending sehingga menyebabkan keterlambatan pengiriman dan tidak tercapainya target produksi.

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* dari mesin *injection Moulding* (*Netstal*).
2. Untuk mengetahui perbandingan nilai *standart Overall Equipment Effectiveness* dengan hasil hitungan pada mesin *Netstal*.
3. Untuk mengetahui mengevaluasi kondisi kinerja mesin *injection moulding* (*Netstal*).

II. Metodologi Penelitian

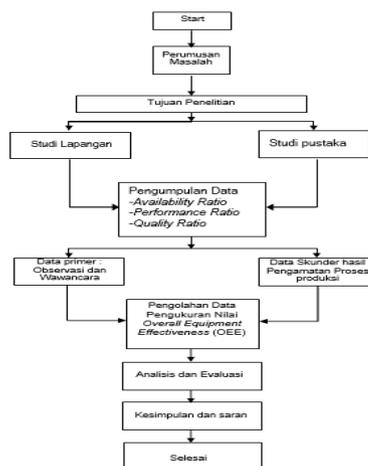
2.1 Tempat Penelitian

Lokasi pada penelitian ini adalah di PT. Namasindo Plas Medan Kecamatan Sunggal KM 12 Simpang Kompos, Medan Krio, Kabupaten Deli Serdang.

2.2 Waktu

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2022 hingga penelitian selesai.

2.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III. Pengumpulan Data

3.1 Materi

Nama Mesin	: <i>Netstal</i>
Type Mesin	: PET 2400 – 4000
Tahun	: 2014
Operating Pressure	: 250 Bar
Prestress Pressure	: 180 Bar
Injection Force	: 1179 Kn
Mould Space	: 505-800 mm
Mesin Height	: 19000 kg
Nominal Voltage	: 400/50 V/Hz

3.2 Metoda

Pengumpulan data meliputi Penelitian lapangan, Pengumpulan data dengan cara mengadakan peninjauan langsung terhadap objek penelitian. Adapun dalam pelaksanaannya dilakukan dengan:

a. Wawancara

Wawancara yang lakukan pada tim teknik untuk mengetahui kebiasaan, waktu dan jadwal pemeliharaan sedangkan pada operator dilakukan untuk mengetahui pelaksanaan TPM, bagaimana jika terjadi kerusakan dan bagaimana melakukan *set-up* mesin.

b. Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan untuk memastikan apakah data yang diperoleh benar nyata dan terjadi sehingga penelitian ini bisa dipertanggungjawabkan. Pengamatan berupa kegiatan pemeliharaan, waktu *downtime* dan penanganan, waktu *set-up* dan terjadinya kerusakan.

3.3 Rumus Yang Digunakan

a) Availability Ratio

Availability merupakan rasio operation time terdapat waktu loading *time*-nya. Sehingga dapat menghitung *availability* mesin dibutuhkan nilai dari:

- a. *Operation time*
- b. *Loading time*
- c. *Downtime*

Nilai *availability* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Availability\ Ratio = \frac{(Loading\ Time - Downtime)}{Loading\ Time} \times 100\%$$

Loading time adalah waktu yang tersedia (*availability*) per hari atau per bulan dikurang dengan waktu *downtime* mesin direncanakan (*planned downtime*).

$$Loading\ time = Total\ availability - Planned\ Downtime$$

b) Performance Ratio

Performance Efficiency Ratio merupakan suatu ratio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Terdapat tiga faktor yang dibutuhkan untuk menghitung *Performance Efficiency Ratio* yaitu:

- a. *Ideal cycle time*
- b. *Processed amount*
- c. *Operation time*

Formula pengukuran rasio ini adalah:

$$Performance\ Ratio = \frac{(Processed\ Amount \times Ideal\ Cycle\ Time)}{Operating\ Time} \times 100\%$$

c) Quality Ratio

Rate of quality product adalah rasio jumlah produk yang lebih baik terhadap jumlah total produk yang diproses. Jadi *rate of quality product* adalah hasil perhitungan dengan menggunakan dua faktor berikut:

- a. *Processed amount* (jumlah produk yang diproses).
- b. *Defect amount* (jumlah produk cacat)

Rate of quality product dapat dihitung sebagai berikut :

d) Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktifitas mesin / peralatan dan kinerjanya secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu untuk ditingkatkan produktivitas ataupun efisiensi mesin/peralatan dan juga dapat menunjukkan area *bottleneck* yang terdapat pada lintasan produksi. OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk jaminan peningkatan produktivitas penggunaan mesin / peralatan. Formula matematis dari OEE (*overall equipment effectiveness*) dirumuskan sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance\ efficiency \times Rate\ of\ quality\ product \times 100\%$$

IV. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Pengukuran Nilai Availability Ratio

Availability Ratio adalah *ratio* yang menunjukkan penggunaan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Adapun data-data yang digunakan dalam pengukuran *Availability Ratio* ini adalah *machine working time, planned downtime, downtime (Failure and repair dan Setup and Adjustment)*.

Tabel 4.7 Availability Ratio Bulan Oktober – Desember 2021

Oktober	Downtime	Operating Time	Failur & Repair	Set Up & Adj	Availability
	(Menit)	(Menit)	(Menit)	(Menit)	
Minggu 1	935	5350	835	100	86%
Minggu 2	449	3511	304	145	90%
Minggu 3	140	7235	120	20	98%
Minggu 4	567	7235	70	3	87%
Jumlah	2091	19848	1329	227	
November	Downtime	Operating Time	Failur & Repair	Set Up & Adj	Availability
	(Menit)	(Menit)	(Menit)	(Menit)	
Minggu 1	1342	3638	257	90	75%
Minggu 2	1150	6710	997	190	86%
Minggu 3	315	4575	240	75	93%
Minggu 4	506	6414	320	106	92%
Jumlah	3313	21337	1814	461	
Desember	Downtime	Operating Time	Failur & Repair	Set Up & Adj	Availability
	(Menit)	(Menit)	(Menit)	(Menit)	
Minggu 1	180	780	140	40	81%
Minggu 2	1788	6372	1626	162	78%
Minggu 3	487	3833	422	65	89%
Minggu 4	985	6695	865	120	88%
Jumlah	3440	17680	3053	387	

Nilai *availability* tertinggi terjadi pada bulan Oktober tepatnya minggu ke 3 yang melebihi nilai standar yaitu 98%. Sedangkan pada bulan Oktober minggu ke 2, bulan November minggu 3, 4, telah mencapai standar nilai 90%. Nilai paling rendah terjadi pada bulan November minggu ke 1 dan bulan Desember minggu ke 2 dengan nilai 75% dan 78%. Diketahui pada saat itu memiliki *downtime* paling besar yaitu 1.342 menit dan 1.788 menit.

4.2 Pengukuran Nilai Performance Ratio

Performance Ratio adalah *ratio* yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan barang. Adapun data-data yang digunakan dalam pengukuran *Performance Ratio* ini adalah *Out put, Cycle Time Actual, Operating Time (Loading time, Failure and repair dan Setup Adjustment)*.

Tabel 4.8 Performance Ratio Bulan Oktober-Desember 2021

Oktober	Operating Time	Output	Ideal Cycle Time	Performance Ratio
	(Menit)	(Kg)	(Menit)	
Minggu 1	5350	21071	0,23	91%
Minggu 2	3811	16284	0,23	98%
Minggu 3	7235	29658	0,23	94%
Minggu 4	3753	16222	0,23	99%
Jumlah	19848	83234	0,23	
November	Operating Time	Output	Ideal Cycle Time	Performance Ratio
	(Menit)	(Kg)	(Menit)	
Minggu 1	3638	11722	0,23	74%
Minggu 2	6710	19225	0,23	66%
Minggu 3	4575	17019	0,23	86%
Minggu 4	6414	24365	0,23	87%
Jumlah	21337	72331	0,23	
Desember	Operating Time	Output	Ideal Cycle Time	Performance Ratio
	(Menit)	(Kg)	(Menit)	
Minggu 1	780	2585	0,23	76%
Minggu 2	6372	23310	0,23	84%
Minggu 3	3833	14645	0,23	88%
Minggu 4	6695	21891	0,23	75%
Jumlah	17680	62432	0,23	

Nilai *Performance Rate* paling tinggi terjadi pada bulan Oktober minggu ke 2 dan minggu ke 4 dengan nilai *Performance Rate* dengan selisi 1% yaitu 98% dan 99%. Nilai ini terjadi karena kecepatan mesin sesuai dengan target dan berjalan dengan stabil tanpa penurunan kecepatan sehingga menyebabkan nilai dari *operating time* dan *output* dapat maksimal, dan dikarenakan sedikitnya nilai *downtime* yang membuat nilai *setting* pada mesin mengalami penurunan. Sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan November minggu ke 2 dengan nilai *Performance Rate* sebesar 66%. Nilai rendah ini terjadi karena pada bulan tersebut produksi hanya sedikit sedangkan waktu yang tersedia untuk produksi atau nilai *operating time* berkurang karena jumlah *downtime* yang tinggi.

4.3 Pengukuran Nilai *Quality Ratio*

Quality Ratio adalah *ratio* yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Adapun data-data yang digunakan dalam pengukuran *Quality Ratio* ini adalah *Output*, *Reduced Yiled*, dan *Rework*.

Tabel 4.9 *Quality Ratio* Bulan Oktober-Desember 2021

Oktober	Output (Kg)	Reject Saat Setup (Kg)	Reject & Rework (Kg)	<i>Quality Ratio</i>
Minggu 1	21071	27	399	98%
Minggu 2	16284	79	1127	93%
Minggu 3	29658	22	320	99%
Minggu 4	16222	286	3	98%
Jumlah	83234	415	1849	
November	Output (Kg)	Reject Saat Setup (Kg)	Reject & Rework (Kg)	<i>Quality Ratio</i>
Minggu 1	11722	16	223	98%
Minggu 2	19225	93	1333	93%
Minggu 3	17019	25	352	98%
Minggu 4	24365	21	306	99%
Jumlah	72331	155	3214	
Desember	Output (Kg)	Reject Saat Setup (Kg)	Reject & Rework (Kg)	<i>Quality Ratio</i>
Minggu 1	2585	8	107	96%
Minggu 2	23310	52	834	96%
Minggu 3	14645	30	505	96%
Minggu 4	21891	24	335	98%
Jumlah	62432	114	1782	

Nilai *Quality Rate* selalu diatas 92%. Nilai *Quality Ratio* paling tinggi adalah bulan Oktober minggu ke 3 dan bulan November minggu ke 4 yaitu dengan nilai 99% nilai ini sudah mencapai standar. Kemudian nilai terendah terjadi pada bulan Oktober dan November minggu ke 2 dengan nilai *Quality Rate* sebesar 93%. Nilai tersebut tidak mencapai standar yang ditetapkan oleh perusahaan. Dapat disimpulkan nilai *Quality Rate* yang dihasilkan pada mesin *Injection Moulding (Netstal)* masih banyak yang belum memenuhi standar tetapi rata-rata telah mencapai standar yang ditetapkan oleh perusahaan. Hal tersebut di sebabkan karena terlalu banyak *reject* atau *sheet* yang tidak sesuai dengan standar *Quality*

Control, banyaknya produk yang tidak standar disaat operator melakukan *setting* pada awal *start up*.

4.4 Pengukuran Nilai OEE

Setelah nilai *Availability ratio*, *Performance ratio*, dan *Quality ratio* didapatkan, maka selanjutnya adalah menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*.

Tabel 4.10 OEE Bulan Oktober-Desember 2021

Oktober	<i>Availability Ratio</i>	<i>Performance Ratio</i>	<i>Quality Ratio</i>	OEE
Minggu 1	86%	91%	98%	76%
Minggu 2	90%	98%	93%	82%
Minggu 3	98%	94%	99%	91%
Minggu 4	87%	99%	98%	85%
Rata-rata	91%	96%	97%	85%
November	<i>Availability Ratio</i>	<i>Performance Ratio</i>	<i>Quality Ratio</i>	OEE
Minggu 1	75%	74%	98%	54%
Minggu 2	86%	66%	93%	52%
Minggu 3	93%	86%	98%	78%
Minggu 4	92%	87%	99%	80%
Rata-rata	86,5%	78,25%	97%	66%
Desember	<i>Availability Ratio</i>	<i>Performance Ratio</i>	<i>Quality Ratio</i>	OEE
Minggu 1	81%	76%	96%	59%
Minggu 2	78%	84%	96%	63%
Minggu 3	89%	88%	96%	75%
Minggu 4	88%	75%	98%	65%
Rata-rata	84%	80,75%	96,5%	65,5%

Nilai OEE yang tertinggi terjadi bulan Oktober minggu ke 3 dengan nilai 91% dan minggu ke 4 dengan nilai 85%. Sedangkan nilai OEE terendah terjadi pada bulan November minggu ke 1 dan ke 2 dengan nilai 54 % dan 52% yang disebabkan oleh rendahnya nilai *Performance Rate*. Dapat disimpulkan bahwa nilai OEE pada perusahaan ini banyak yang tidak mencapai target terdapat 3 minggu yang memilih nilai dibawah 60%. Berdasarkan *benchmark* yang ditetapkan oleh JIPM, apabila nilai belum memenuhi standar 60% produksi dianggap memiliki skor rendah dan membutuhkan *improvement* sesegera mungkin.

V. Evaluasi

Berdasarkan analisa yang dilakukan terhadap nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yang terbagi atas *Availability Rate*, *Performance Rate* dan *Quality Rate*, mendapatkan nilai yang bervariasi sehingga perlu adanya evaluasi atau perbaikan terhadap faktor penyebab tersebut, adapun faktor penyebabnya sebagai berikut.

1. Material

PT. Namasindo Plas Medan bekerja sama dengan banyak *supplier* untuk memenuhi kebutuhan, dimana bahan material yang digunakan sering kali terjadi masalah seperti material kotor atau material yang moisture nya tinggi, jadi itu mengakibatkan terkendalanya produksi.

2. Manusia

Pada mesin terdapat operator yang mengoperasikan mesin selama 24 jam penuh. Hal ini akan menyebabkan kelelahan pada operator yang menjadi salah satu penyebab rendahnya nilai *Overall Equipment Effectiveness*. Ketika operator kelelahan, hal-hal yang tidak diinginkan bisa saja terjadi. Ketelitian dalam melakukan pekerjaan menjadi berkurang bahkan dapat melakukan kesalahan dalam menjalankan tugasnya. Selain faktor kelelahan tersebut, kepedulian operator terhadap mesin masih kurang. Meskipun operator mengetahui ada yang tidak sesuai, namun operator kurang memperdulikannya hal ini sering terjadi saat pergantian *shift*. Sebelum dikirim ke *decanter*, *sludge* akan di alirkan ke *sludge tank* sebagai tempat penyimpanan sementara dan untuk menaikkan temperatur *sludge* hingga 95 °C agar proses pemisahan di *decanter* lebih mudah.

3. Mesin

Mesin kompresor merupakan mesin yang berperan penting dalam kegiatan produksi di dalam perusahaan. Hal ini dikarenakan kegiatan produksi di mesin memerlukan kestabilan tekanan angin, jika tekanan angin berkurang mesin tidak berjalan maksimal, Usia mesin yang digunakan telah berusia lebih dari 8 tahun, sudah banyak komponen mesin yang diperbaharui, tetapi masih terdapat komponen yang lama. Ini menyebabkan ketidakstabilan kinerja mesin dan *maintenance* harus melakukan *set up* kembali.

4. Lingkungan

Faktor lingkungan juga dapat berpengaruh pada rendahnya nilai *Overall Equipment Effectiveness*. Suhu mesin yang tinggi mempengaruhi suhu ruangan di dalam pabrik ini cukup membuat operator kurang nyaman dalam bekerja. Akibatnya operator sering meninggalkan mesin untuk mendapatkan udara yang lebih sejuk. Selain itu mati listrik juga mempengaruhi kinerja proses produksi karena ketika terjadi mati listrik membutuhkan waktu untuk mengganti ke genset dan setelah listrik menyalah mesin sering terjadi kesalahan atau *error*.

5. Metode

Pada metode yang digunakan untuk melakukan perawatan telah diajarkan kepada *staf Engineering*, tetapi alat yang digunakan untuk membantu pelaksanaan perawatan sering bermasalah atau mengalami kerusakan sehingga *staf Engineering* menggunakan alat seadanya sehingga *Downtime* akan lebih lama. Selain itu dalam serah terima antar

shift ketika pergantian *shift* dinilai kurang optimal, karena terbatasnya waktu.

VI. Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan hasil analisis efektivitas mesin *Injection Moulding (Netstal)* pada PT. Namasindo Plas Medan dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yang dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* yang di dapatkan yaitu pada bulan Oktober minggu 1 - minggu 4 sebesar 78%, 82%, 91%, 85% dengan rata-rata 85%, di bulan November minggu 1 - minggu 4 sebesar 54%, 52%, 78%, 80%, dengan rata-rata 66%, sedangkan bulan Desember minggu 1 - minggu 4 sebesar 59%, 63%, 75%, 65%, dengan rata-rata 65,5%.
2. Kinerja mesin netstal belum sesuai dengan standar OEE. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan rata-rata nilai *Overall Equipment Effectiveness* adalah 72%. Hal ini disebabkan karena tidak adanya nilai yang mencapai standar untuk 3 komponen perhitungan nilai OEE. pada kinerja mesin netstal selama 3 bulan rata-rata nilai *Availability Rate* 87%, *Performance Rate* 85% , dan *Quality Rate* 97%. Meskipun nilai tersebut hampir mencapai target khusus untuk *Avaibility* dan *Quality* dengan selisih 3% dan 2% tetapi harus dapat perbaikan atau *improvement*.
3. Adapun mesin *Injection Moulding (Netstal)* ini perlu adanya perbaikan lanjutan supaya memenuhi standar yang telah di tetapkan yang di lihat dari hasil hitungan OEE nya tidak ada satupun variabel yang memenuhi standar dan akan mengurangi produk cacat atau tidak standar.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dan hasil penelitian yang diperoleh, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Sebaiknyaperusahaanmelakukanperubahanterhadapmetode dalam melakukan perbaikan mesin atau *Downtime* mesin sehingga mengurangi operasional kinerja mesin setiap bulan nya dan juga mengurangi faktor kelelahan terhadap pekerja.
2. Sebaiknyadilakukanperubahanataumodifikasialat atau sperpart mesin yang terbaru untuk mengoptimalkan kinerja mesin lebih efektif dan sesuai dengan *planning* yang dibuat.

Daftar Pustaka

- [1]. Abdurokhan, M., 2012, *Analisis Konsumsi Energi Pada Proses Injection Molding Untuk Efisiensi Energi*.

- [2]. Anonimous, 2014, *Injection Moulding - Trouble Shooting Guide*. English: Pentagon Plastics.
- [3]. Arafat, Y., 2010, *Pengaruh Variasi Campuran dan Temperatur Polypropylene, Polyethylene, dan Polystyrene Pada Proses Plastic Molding*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [4]. Avenue, M., 2000, *Designing With Plastic The Fundamentals*. USA: Ticona.
- [5]. Gauthier, M. M., 1995, *Engineered Materials Handbook Desk Edition*. Amerika: ASM International.
- [6]. Jamaludin, A., 2007, *Injection Molding dan Penerapannya di Industri Manufactur*. Dipetik Desember 02, 2016, dari <http://anifmaterial.blogspot.com>
- [7]. Julianti, E., & Nurminah, M., 2006, *Teknologi Pengemasan*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- [8]. Kavade, M., & Kadam, S. 2012, *Parameter Optimization of Injection Molding of Polypropylene by using Taguchi Methodology*. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE).
- [9]. Klein, R. 2011, *Laser Welding of Plastics*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGAA.
- [10]. Sunaryo, F. H. 2015, *Perancangan Mold Base YO-YO Tipe 1A Pada PT. Yogyakarta Presisi Teknikatama Industri*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.