

ANALISIS *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* DENGAN METODE OEE DAN FMEA PADA MESIN EXTRUDER GW-350

Dodi Siagian, Iwan Nugraha Gusniar & Iman Dirja

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang

E-mail: dodysiagian03@gmail.com

Abstrak: Suatu perusahaan industri yang mengkhususkan diri dalam plastik dengan bahan dasar PolyEthylene Terephthalate, PolyPropylene, dan Hight Impact Polystyrene, produk ini adalah pelat plastik yang diproduksi melalui pengoperasian mesin Extruder. *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah salah satu metode untuk menganalisis mesin dan akan membantu meneliti efektivitas mesin dengan bantuan metode lain seperti *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Berdasarkan analisis kuantitatif perhitungan OEE, nilai OEE dari mesin Extruder 1 GW-350 diperoleh dengan perhitungan rata-rata 79,35%. Berdasarkan analisis kualitatif menggunakan FMEA, diperoleh skor mode kegagalan RPN pada mesin Extruder 1 GW-350. Nilai RPN tertinggi adalah printer tidak stabil (mati) pada 240.

Kata Kunci: *Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Failure Mode and Effect Anaylisis*

Abstract: An industrial company that specializes in plastics, with the basic ingredients of PolyEthylene Terephthalate, PolyPropylene, and Hight Impact Polystyrene, the product is a plastic plate that is produced through the operation of the Extruder machine. Total Productive Maintenance (TPM) is one method of analyzing a machine and will help research the effectiveness of a machine with the help of other methods such as Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Based on the quantitative analysis of the OEE calculation, the OEE value of the Extruder 1 GW-350 machine is obtained with an average calculation of 79.35%. Based on qualitative analysis using FMEA, the RPN failure mode score on the Extruder 1 GW-350 engine was obtained. The highest RPN value is the printer is unstable (die) at 240.

Keywords: *Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Failure Mode and Effect Anaylisis*

PENDAHULUAN

Pandemi Covid – 19 yang terjadi di Indonesia menuntut penataan Kembali strategi untuk mempertahankan aktivitas perusahaan atau bisnis. PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang plastik, dengan bahan dasar PET (*PolyEthylene Terephthalate*), PP (*PolyPropylene*), dan HIPS (*Hight Impact PolyStyrene*) (Musdary et al., 2021). Produk yang dihasilkan oleh perusahaan ini adalah *roll sheet* yang dioperasikan oleh mesin extruder GW-350.

Mesin extruder merupakan mesin dalam tahapan proses pembuatan kabel yang berfungsi untuk membungkus konduktor tembaga maupun aluminium dengan polimer yang telah lumatkan oleh screw. Screw merupakan bagian dari mesin extruder yang berputar dengan bentuk panjang dan berulir untuk melumatkan raw material antara lain PVC (*Polyvinyl Chloride*), PE (*Polyethylene*) dan XLPE (*Cross Link Polyethylene*) (Stevens & Covas, 1995).

Total Productive Maintenance merupakan metode yang digunakan untuk meningkatkan produktivitas mesin melalui perawatan/*maintenance* peralatan. Menurut sejarah konsep TPM dipelopori oleh seorang ahli yaitu Seichi Nakajima pada tahun 1960 dan juga menjadi bagian dalam penerapan *lean manufacturing* yang bertujuan untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) (Jamnia, 2018).

Overall Equipment Effectiveness merupakan suatu perhitungan yang dilakukan guna menentukan nilai efektivitas mesin atau peralatan yang tersedia. OEE merupakan salah satu metode yang tersedia di dalam *Total Productive Maintenance*, metode ini bisa juga digunakan sebagai indikator performa mesin atau sistem (Sohal, Olhager, O'Neill, & Prajogo, 2011). Beberapa ahli memiliki pendapatnya sendiri, seperti Davis menjelaskan bahwa OEE merupakan efisiensi

keseluruhan struktur yang dihasilkan dari nilai perhitungan ketersediaan efisiensi kinerja dan tingkat kualitas suatu produk (Sohal et al., n.d.).

Failure Mode and Effect Analysis merupakan suatu analisis yang dilakukan untuk bisa menemukan efek atau dampak yang kemungkinan akan membuat kesalahan pada suatu produk ataupun pada proses produksi (Marpaung et al., 2021). Menurut beberapa ahli FMEA merupakan Teknik dalam *engineering* yang digunakan untuk menemukan, mengidentifikasi, dan menghilangkan mode kegagalan, masalah, kesalahan potensial dari sistem, desain, dan proses sebelum ke customer (Maheswaran & Loganathan, 2013).

Semakin sering mesin berfungsi secara terus menerus dalam mencapai tujuan suatu kinerja diluar kapasitasnya akan mempengaruhi kinerja kekuatan mesin, mengurangi umur mesin, dan seringkali membutuhkan perawatan intensif (Ahuja & Khamba, n.d.).

Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran kinerja mesin ekstruder, efektivitas mesin ekstruder, dan teori perawatan intensif dalam dunia industri. *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah salah satu solusi untuk permasalahan yang sering terjadi di dunia industri (Ghanem, 2021). Dengan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) akan memperbaiki dan mengatasi masalah, terutama di mesin ekstruder GW-350 (Suliantoro et al., 2017). Berdasarkan penelitian *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan dibantu oleh metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) beserta dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sangat akurat dalam dunia permesinan industri, terkhusus untuk kinerja mesin yang terus menerus aktif (McKone & Weiss, n.d.).

METODE

Metode yang digunakan adalah metode gabungan antara metode kualitatif dan kuantitatif, kualitas dari metode ini adalah membandingkan antara dua metode dengan akurasi yang berbeda tapi dengan tujuan yang sama.

Tahap pertama adalah menggunakan metode kualitatif, tahapan ini diambil berdasarkan wawancara langsung terhadap engineer dan observasi tentang urgensi kerusakan mesin yang sering terjadi di perusahaan. dalam metode ini, didapatkan data berupa komponen mesin yang sering mengalami maintenance dan akan di urutkan dari kualitas terbaik sampai terburuk dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) (Islam, 2020).

Tahap kedua adalah kuantitatif, tahapan ini diambil berdasarkan data valid dari perusahaan yang berkaitan dengan mesin. dalam tahapan kuantitatif didapatkan data berupa jumlah produk yang dihasilkan tiap bulan, dan data mesin ekstruder. Dari kedua data tersebut akan mempengaruhi perhitungan dari metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (Nursanti, 2014).

Teknik analisis data yang pertama dalam penelitian ini, yaitu data kualitatif yang didapatkan berdasarkan metode FMEA yang meliputi *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang akan dikategorikan sesuai skor berdasarkan kerusakan sebuah komponen lalu dijumlahkan oleh perhitungan *Risk Priority Number* (Hisprastin & Musfiroh, 2020).

Teknik analisis data yang kedua dalam penelitian ini yaitu data kuantitatif yang didapat berdasarkan faktor dan standar nilai yang telah ditentukan berdasarkan standar nilai *Japan Institute of Plant Maintenance* (Edward, n.d.).

Tabel 1. Standar JIPM

Faktor OEE	Standar Nilai
Availability	90%
Performance	95%
Quality	99%
OEE	85%

Berdasarkan Tabel 1, *Japan Institute Plant of Maintenance* (JIPM) merupakan tolak ukur dalam penelitian guna mewujudkan sebuah mesin yang efektif dalam mewujudkan *Total Productive Maintenance* (TPM) sesuai dengan *world standard class*.

Untuk menghitung *availability*, *performance*, *rate of quality*, *OEE* digunakan rumus-rumus sebagai berikut :

Availability: merupakan perhitungan antara durasi aktivitas dan waktu luang mesin, perhitungannya sebagai berikut :

$$Availability = \frac{Loading\ Time}{Downtime} \times 100\% \quad (1)$$

Performance: merupakan standar untuk mengetahui kinerja mesin dalam pengoperasian suatu produk, perhitungannya sebagai berikut :

$$Performance = \frac{Teoritical\ x\ Process}{Operating\ Time} \times 100\% \quad (2)$$

Rate of quality: merupakan perpaduan antara total kualitas produksi dengan total non – produksi, perhitungannya sebagai berikut :

$$Rate\ of\ Quality = \frac{Process - Defect}{Process} \times 100\% \quad (3)$$

OEE: merupakan nilai yang didasarkan pada perhitungan availability, performance, dan rate of quality, perhitungannya sebagai berikut :

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \quad (4)$$

HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan Gambar 1, mesin extruder GW-350 merupakan mesin penghasil *roll sheet* yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Mesin Extruder GW-350

Data Mesin Extruder GW-350

Data mesin Extruder GW-350 yang diambil dari bulan Maret sampai dengan April 2021 disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Data Mesin Extruder GW-350

Weeks	Loading Time	Planned Downtime	Downtime	Processed Amount	Ideal Cycle	Operating Time	Defect
1	5410	2230	60	462	10	5350	12
2	5820	1960	220	490	10	5600	10
3	4610	2450	540	390	10	4070	8
4	5810	1940	240	494	10	5570	9
1	6310	1710	230	453	10	6080	11
2	4760	2290	530	405	10	4230	13
3	6070	1810	270	450	10	5800	9
4	5640	2100	120	461	10	5520	7
5	5690	2090	90	469	10	5600	9

Hasil dari data kuantitatif ini digunakan dalam analisis OEE, dalam penentuannya didasarkan pada pengukuran tiga rasio utama, diantaranya adalah *availability*, *performance*, dan *rate of quality*. Lalu dilanjutkan dengan data kualitatif dalam analisis FMEA, dalam penentuannya didasarkan pada *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Kemudian dilanjutkan dengan analisis *risk priority number* dan *logic tree analysis*.

Perhitungan OEE

Berikut adalah hasil perhitungan OEE yang disediakan dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Perhitungan OEE

Week	Availability	Performance	Rate	OEE
1	98,89%	86,47%	97,40%	83,28%
2	96,21%	82,73%	97,95%	77,96%
3	88,28%	95,82%	97,94%	82,84%
4	95,86%	88,80%	98,17%	83,56%
1	96,35%	74,56%	97,57%	70,09%
2	88,86%	95,82%	96,79%	82,41%
3	95,55%	77,58%	98%	72,64%
4	97,87%	83,57%	98,48%	80,54%
5	98,41%	83,80%	98,08%	80,88%

Berdasarkan Tabel 3, perhitungan OEE diperoleh berbagai macam hasil tiap minggunya. Presentase nilai terbesar adalah minggu ke-4 Maret sebesar 83,56% , dan terendah adalah minggu ke-1 bulan April sebesar 70,09%. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar presentase OEE maka semakin baik efektivitas sebuah mesin.

Time Loss Each Factor

Berikut adalah hasil perhitungan *time loss each factor* yang disediakan dalam table 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Time Loss Each Factor

No	Losses	Total Time	Persentase
1	Downtime loss	2300	15,74%
2	Set – up	4350	29,78
3	Reduced speed	7080	48,46%
4	Idling minor	0	0,00%
5	Rework loss	880	6,02%
6	Yield loss	0	0,00%
Total		14610	100%

Berdasarkan Tabel 4, didapatkan *time loss each factor* dari tiap perhitungan *losses* yang terjadi pada mesin. Presentase terbesar pada perhitungan ini adalah *reduced speed* sebesar 48,46%, dan terendah pada *rework loss* sebesar 6,02%. Untuk perhitungan *idling minor* dan *yield loss* tidak ditemukan gejala pada mesin Extruder GW-350. Dapat disimpulkan bahwa bedasarkan *time loss each factor*, untuk kategori *reduced speed*, dibutuhkan *maintenance* yang lebih intensif terhadap mesin guna mewujudkan mesin yang baik sesuai dengan *standard world class* dan bisa menghasilkan sebuah produk sesuai dengan keinginan perusahaan.

FMEA dengan Risk Priority Number (RPN)

Berikut adalah hasil perhitungan *risk priority number* yang disediakan dalam tabel . Berdasarkan tabel 5, hasil perhitungan *risk priority number (RPN)*, dapat dikategorikan sesuai dengan nilai masing – masing komponen. nilai terbesar yaitu *die unstable* sebesar 240, dan terendah pada *oil level* sebesar 24. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai RPN maka komponen tersebut memerlukan *maintenance* yang lebih intensif.

Tabel 5. Hasil FMEA dengan RPN

FMEA	Severity	Occurence	Detection	RPN	Rank
Joint couple unstable	3	4	6	72	6
Dim lights	3	3	4	36	3
Dozing unstable	4	4	6	96	8
Die unstable	5	6	8	240	10
Crack screw	5	3	6	90	7
Scraping screw	2	3	5	30	2
Rough reamer	3	3	5	45	5
Thinning sheal	2	4	5	40	4
Oil level	2	3	4	24	1
Heater unstable	3	5	8	120	9

Logic Tree Analysis (LTA)

Berikut adalah hasil analisis *logic tree analysis* yang disediakan dalam tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Logic Tree Analysis

FMEA	Economic	Safety	Outage	Type	Description
Joint couple unstable	No	No	No	D	Hidden
Dim lights	Yes	No	No	C	Economic
Dozing unstable	Yes	No	No	C	Economic
Die unstable	Yes	Yes	Yes	B	Outage
Crack screw	Yes	No	Yes	B	Outage
Scraping screw	Yes	No	No	C	Economic
Rough reamer	Yes	No	No	C	Economic
Thinning sheal	Yes	No	No	C	Economic
Oil level	Yes	No	No	C	Economic
Heater unstable	Yes	No	Yes	B	Outage

Berdasarkan tabel 6, didapatkan hasil LTA dengan perbedaan tiap deskripsi. permasalahan terbanyak dimuali dari *economic problem*, lalu *outage problem* dan yang paling sedikit adalah *hidden problem*.

Dalam diskusi ini, dilakukan pembahasan *six big losses* yang menjadi urgensi dalam penelitian. *Six big losses* dapat dianggap sebagai faktor-faktor umum yang menyebabkan ketidakefektifan pada mesin. Secara garis besar keenam faktor tersebut adalah *downtime loss*, *setup and adjustment loss*, *reduced speed loss*, *idling and minor stoppage loss*, *rework loss* dan *scrap/yield loss* (Yusron et al., 2022).

Tabel 7. Six Big Losses

No	Losses	Total Time	Persentase
1	Downtime loss	2300	15,74%
2	Set – up	4350	29,78
3	Reduced speed	7080	48,46%
4	Idling minor	0	0,00%
5	Rework loss	880	6,02%
6	Yield loss	0	0,00%
Total		14610	100%

Berdasarkan tabel 7, tertera bahwa hasil presentase faktor *losses* yang telah dihitung sebelumnya yaitu faktor *losses* terbesar yang menjadi penyebab rendahnya OEE pada mesin Extruder 1 GW – 350 adalah *reduced speed loss* sejumlah 48,46% beserta seluruh *time loss* selama 7080 menit. Kemudian yang kedua adalah *setup and adjustment loss* sebesar 29,78% dengan *total time loss* selama 4350 menit. Kemudian yang ketiga adalah *downtime loss* sebesar 15,74% dengan *total time loss* selama 2300 menit. Kemudian yang keempat adalah *rework loss* sebesar 6,02% dengan *Total Time Loss* selama 880 menit. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dua faktor *losses* yaitu *reduced speed loss* juga *setup and adjustment* ialah *losses* bersama kontribusi besar terhadap rendahnya nilai OEE mesin Extruder

1 GW – 350 sehingga bisa dijadikan prioritas untuk perbaikan efektivitas mesin. Dengan memfokuskan perbaikan terhadap dua faktor tersebut, maka dapat berpengaruh terhadap *output* produksi serta meningkatkan nilai OEE yang menjadikan kinerja mesin Extruder 1 GW – 350 menjadi efektif.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan sebagai berikut.

1. Berdasarkan analisis kuantitatif perhitungan OEE, didapatkan nilai rata – rata sebesar 79,35% dari mesin extruder GW-350. Hal ini dapat dikatakan tidak cukup baik jika didasarkan pada standar JIPM, nilai yang efektif adalah jika presentase nilai rata – rata OEE minimal sebesar 85%. Kemudian berdasarkan *six big losses* didapatkan dua komponen yang membutuhkan *maintenance* lebih yaitu pada *reduced speed loss* dan *set – up and adjustment loss*.
2. Berdasarkan analisis kualitatif dengan FMEA, didapatkan skor mode kegagalan RPN pada mesin pada mesin extruder GW-350. Nilai RPN tertinggi adalah pencetak die yang tidak stabil yaitu sebesar 240, kemudian klasifikasi mode kegagalan yang dicatat pada level A (*safety factor*) tidak diperoleh karena tidak ada yang mempengaruhi kategori tersebut, lalu level B (*outage problem*) didapatkan *die unstable, screw cracks*, dan *unstable heater barrel*, lalu level C (*economic problem*) didapatkan *dim lights, unstable dosing, screw wear, reamer blade too rough, seal thinning*, dan *oil level*, dan yang terakhir level D (*hidden problem*) didapatkan *joint couple unstable*.

Berdasarkan hasil penelitian, untuk penelitian selanjutnya disarankan sebagai berikut.

1. Mesin perlu *maintenance* rutin terkhusus untuk komponen elemen yang sering bermasalah.
2. Mesin perlu dilakukan uji keefektifitas suatu mesin setelah *maintenance*.
3. Untuk waktu istirahat mesin perlu ditambahkan sesuai keefektifitas suatu mesin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis ditujukan kepada : (1) Iwan Nugraha Gusniar.,ST.MT selaku dosen pembimbing 1, (2) Iman Dirja.,ST.MT selaku dosen pembimbing 2, (3) kedua orang tua, keluarga, dan rekan – rekan yang telah memberikan kontribusi yang baik dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (n.d.). *Total productive maintenance: Literature review and directions*. 49.
- Edward, J. G. (n.d.). *Implementation of Total Productive Maintenance with Overall Equipment Effectiveness (Oee) Method to Determine Maintenance Strategy for Digester Plant Machines (Case Study of PT. Toba Pulp Lestari, Tbk)*. 3, 10.
- Ghanem, M. (2021). Total Productivity Maintenance (TPM): A Hospitality Industry's New Maintenance Approach. *Journal of Association of Arab Universities for Tourism and Hospitality*, 20(1), 236–264. <https://doi.org/10.21608/jaauth.2021.64149.1140>
- Hisprastin, Y., & Musfiroh, I. (2020). Ishikawa Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) sebagai Metode yang Sering Digunakan dalam Manajemen Risiko Mutu di Industri. *Majalah Farmasetika*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i1.27106>
- Islam, S. S. (2020). Analisis Preventive Maintenance Pada Mesin Produksi dengan Metode Fuzzy FMEA. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 8(1), 13–20. <https://doi.org/10.32487/jtt.v8i1.766>
- Jamnia, A. (2018). *Introduction to Product Design and Development for Engineers* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315148939>
- Maheswaran, K., & Loganathan, T. (2013). A Novel Approach for Prioritization of Failure modes in FMEA using MCDM. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 3(4), 7.
- Marpaung, S. B., Ritonga, D. A. A., & Irwan, A. (2021). Analisa Risk Priority Number (RPN) Terhadap Keandalan Komponen Mesin Thresher Dengan Menggunakan Metode FMEA di PT.XYZ. *JiTEKH*, 9(2), 74–81. <https://doi.org/10.35447/jitekh.v9i2.427>

- McKone, K. E., & Weiss, E. N. (n.d.). *TPM Planned and Autonomous Maintenance: Bridging the Gap Between Practice and Research*. 43.
- Musdary, F., Amalia, L., Lubis, R. M. A., & Ningsih, W. (2021). Systematic Review: Efektivitas *Ideonella sakaiensis* dan *Chlamydomonas reinhardtii* sebagai Agen Biodegradasi Plastik Berbahan Dasar PET. *Jurnal Biolokus*, 4(1), 20. <https://doi.org/10.30821/biolokus.v4i1.901>
- Nursanti, I. (2014). Analisis Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Packing Untuk Meningkatkan Nilai Availability Mesin. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 13(1), 7.
- Sohal, A., Olhager, J., O'Neill, P., & Prajogo, D. (n.d.). *Implementation of OEE – issues and challenges*. 8.
- Stevens, M. J., & Covas, J. A. (1995). Practical extrusion processes and their requirements. In M. J. Stevens & J. A. Covas, *Extruder Principles and Operation* (pp. 4–26). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-011-0557-6_2
- Suliantoro, H., Susanto, N., Prastawa, H., & Sihombing, I. (2017). Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng. *Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 14.
- Yusron, R. M., Jufrianto, M., & Arif, S. (2022). *Analisa Overall Equipment Effectiveness Pada Mesin Hammer Mill Di Industri Rumput Laut*. 3(2), 8.