

Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk Efektivitas Mesin dengan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai Alat Ukur di PT XYZ

Vincendy Constantinus¹ Rasional Sitepu¹ Andrew Joewono¹

¹ Program Studi Profesi Insinyur, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

✉ andrew_sby@ukwms.ac.id

Persaingan dalam industri semakin hari semakin bertambah, salah satunya dalam industri makanan, persaingan tidak hanya berasal dari dalam negeri saja, namun juga dengan industri asing. Kebutuhan dan keinginan konsumen terhadap makanan praktis ini membuat permintaan akan produk tersebut meningkat, dan hal tersebut membuka peluang bagi industri makanan untuk dapat memperluas dan meningkatkan penjualan. Agar kinerja mesin produksi tetap dalam keadaan yang optimal, perlu dilakukan pemeliharaan yang optimal, seperti pemeliharaan pencegahan dan korektif yang terkontrol, memadukan pemeliharaan mesin dengan bagian terkait dalam lini produksi dan berkaitan dengan peningkatan hasil produksi. Diperlukan langkah-langkah untuk mendukung peningkatan kinerja mesin dengan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM). Tujuan dari *Total Productive Maintenance* adalah untuk mengurangi bahkan menghilangkan *losses* dari *Operation Equipment* yang bertujuan untuk memastikan bahwa *Overall Equipment Efficiency* (OEE) maksimal. Hasil perhitungan rata-rata OEE dalam penelitian ini adalah 55.86%, yang di hadapi PT XYZ dalam penerapan efektivitas mesin adalah pemeliharaan mesin agar terjadwal dan tidak membuat jadwal produksi menjadi terhambat karena kerusakan mesin.

Kata kunci : *Total Productive Maintenance*, Efektivitas mesin, *Overall Equipment Effectiveness*

Diajukan: 4 Juli 2023

Direvisi: 22 Juli 2023

Diterima: 29 Juli 2023

Dipublikasikan online: 30 Juli 2023

Pendahuluan

Tahun 2003 pasar bebas telah dimulai di kawasan Asia Tenggara, Indonesia merupakan salah satu negara dalam kawasan tersebut, menyebabkan Industri manufaktur mengikuti keinginan pasar untuk dapat bersaing. Selain industri manufaktur, salah satu industri yang tumbuh dan berkembang di Indonesia adalah industri makanan khususnya biskuit. Persaingan dalam industri makanan tidak hanya berasal dari dalam negeri saja, namun juga industri asing. Banyak produk biskuit impor yang beredar di Indonesia, baik dari China, Thailand, Malaysia dan negara-negara lainnya.

Makanan ringan yang banyak digemari oleh kalangan masyarakat adalah jenis biskuit, dengan varian berbagai bentuk, rasa, jenis, serta praktis dalam penyajiannya. Selain itu makanan ringan (biskuit) dapat dikonsumsi banyak segmen usia, mulai dari anak-anak, remaja, hingga orang tua, hal ini membuat biskuit memiliki daya tarik untuk dikonsumsi.

Kebutuhan dan keinginan konsumen terhadap makanan yang praktis ini, membuat permintaan produk tersebut meningkat, sehingga membuka peluang bagi industri makanan untuk dapat memperluas dan meningkatkan penjualan. Untuk dapat bersaing dengan perusahaan makanan lainnya, PT XYZ ingin meningkatkan kinerja dalam lini produksi. Peningkatan lini produksi, berkaitan dengan peningkatan perawatan mesin dan kontrol kualitas. Oleh

karena itu perlu peningkatan peranan *maintenance*/ perawatan mesin produksi dan peralatan produksi yang digunakan akan semakin kompleks, serta adaptasi teknologi yang mengakibatkan biaya produksi akan meningkat.

Perusahaan harus dapat beroperasi secara efektif dan efisien untuk menekan biaya produksi. Perlu adanya perhatian mengenai produk cacat, biaya pemeliharaan yang besar, pengeluaran yang berlebihan. Hal yang dapat dilakukan oleh perusahaan adalah penerapan pemeliharaan mesin dengan baik, sehingga memungkinkan perusahaan mengurangi pemborosan karena adanya produk cacat, kelambatan dan kemacetan mesin serta gangguan peralatan produksi, supaya kinerja mesin produksi tetap dalam keadaan yang optimal, perlu dilakukan pemeliharaan yang optimal, seperti pencegahan dan korektif yang terkontrol, memadukan pemeliharaan mesin dengan bagian terkait dalam lini produksi akan meningkatkan hasil produksi. Diperlukan langkah-langkah untuk mendukung peningkatan kinerja mesin dengan penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) yang sejalan dengan meningkatkan *Overall Effectiveness Equipment* (OEE).

Sistem Pemeliharaan Mesin

Sistem Pemeliharaan Mesin merupakan kegiatan yang bertujuan untuk memelihara ataupun menjaga kondisi dari fasilitas produksi dan diharapkan dapat digunakan sesuai dengan fungsi dan kinerjanya secara efektif. Pemeliharaan ini dilakukan secara berulang atau dilakukan secara

Cara mensitasi artikel ini:

Arifin Y.F., Yuliana, C., Rusdiansyah, Putra, M.D. (2019) Judul artikel berupa proyek atau hasil kerja yang signifikan berinflikasi pada bidangnya. *Buletin Profesi Insinyur* 0(0) 000-000



This is an open access article under the CC BY-NC-SA License

konsisten. (Mahfud, 2017). Pemeliharaan dapat diartikan juga sebagai kombinasi ataupun gabungan dari berbagai aktivitas yang memiliki tujuan menjaga, bahkan memperbaiki fasilitas produksi sampai dalam kondisi yang diinginkan. Di Indonesia, pemeliharaan dikenal dengan istilah TEROTEKNOLOGI, pada bulan April tahun 1970 dilakukan modifikasi terhadap pemeliharaan hal ini dilakukan oleh Kementerian Teknologi. Teroteknologi merupakan gabungan antara *management*, keuangan, perekayasaan, dan juga aktivitas lainnya dan dapat digunakan untuk aset fisik, dengan tujuan untuk menghasilkan pengeluaran produksi yang lebih rendah atau ekonomis.

Dalam perusahaan dibutuhkan sistem yang mampu untuk mendukung tujuan bersama untuk memperoleh laba. Pemeliharaan merupakan hal yang penting dalam pembiayaan yang dibutuhkan, dengan perhitungan sama besarnya dibanding dengan biaya operasi suatu produksi. Pemeliharaan dan operasi tidak dapat berdiri sendiri, kedua bagian tersebut adalah *Operation and maintenance* (O&M). Operasi dapat berjalan dengan lancar, jika didukung pemeliharaan yang baik, begitupun sebaliknya, jika pemeliharaan pada suatu fasilitas operasi tidak dilakukan dengan baik, maka pengoperasian akan gagal, digambarkan seperti pada gambar 1. Alur manajemen pemeliharaan.



Gambar 1. Alur Manajemen Pemeliharaan

a. Fungsi Manajemen Pemeliharaan

1. Penyimpanan bahan baku: Fungsi manajemen pemeliharaan yang bermanfaat untuk memilih barang yang akan disimpan
2. Mengoptimalkan perawatan peralatan kerja : Pada perawatan yang benar dengan memberi pelumasan, pembersihan alat kerja agar peralatan menjadi tahan lama
3. Mengoptimalkan energi yang digunakan: Penghematan energi diperlukan untuk memisahkan peralatan, yang tidak terlalu dibutuhkan pada proses industri.
4. Meminimalkan biaya Salah satu perencanaan untuk melihat biaya produksi. Dengan mengetahui biaya produksi yang dikeluarkan, maka perusahaan dapat menghemat pengeluaran dan dapat mengalokasikan ke biaya perawatan dari mesin atau peralatan kerja.
5. Memaksimalkan sumber daya yang ada Suatu perencanaan untuk dapat mengoptimalkan secara maksimal sumber daya yang ada. Contoh sumber daya alam seperti: air yang digunakan dari PDAM diganti dengan air tanah, sumber daya manusia, dioptimalkan yang biasanya 10 tenaga kerja, dimaksimalkan menjadi 5 tenaga kerja, agar dapat menghemat biaya operasional.

b. Jenis Pemeliharaan

Menurut (Pane, 2017) pemeliharaan mesin dibagi menjadi beberapa klasifikasi yaitu :

- a) *Planned Maintenance*, merupakan tindakan pemeliharaan yang telah dijadwalkan terlebih dahulu, dan terdapat 2 jenis *planned maintenance*, yaitu :

1. *Preventive Maintenance* merupakan tindakan pemeliharaan didasarkan atas kurun waktu tertentu yang meliputi, pemeriksaan harian, perbaikan, serta pembersihan harian. Dilakukan secara berkala tanpa menunggu mesin atau peralatan rusak dan di desain untuk meningkatkan keandalannya, hal ini dilakukan agar menghindari kerusakan, mendeteksi asal mula terjadinya kerusakan, serta mendeteksi kerusakan yang tersembunyi.

Kelebihan dari penerapan *preventive maintenance* antara lain :

- Mengurangi terjadinya *downtime* dan perbaikan.
- Mengoptimalkan usia penggunaan dari suatu peralatan.
- Dapat menaikkan kualitas dari suatu produk.

Preventive maintenance terdiri dari:

- Pemeliharaan berkala (*periodic maintenance*), adalah pemeliharaan yang terjadwal dalam melakukan pembersihan mesin, pelumasan pada mesin serta pergantian suku cadang berkala untuk mencegah kerusakan mesin.
- Pemeliharaan prediktif (*predictive maintenance*), adalah perawatan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan mesin secara total. Pemeliharaan ini akan menjadwalkan kerusakan *part* atau komponen tertentu pada mesin dengan melakukan analisa/perhitungan pergantian *part* atau komponen.

2. *Condition based Maintenance* merupakan tindakan pemeliharaan dengan digunakannya peralatan pengukuran, hal ini dilakukan untuk memantau perubahan kondisi dari peralatan, tujuan dari kegiatan ini adalah memperkirakan awal penetapan selang antara waktu pemeliharaan.

- b) *Unplanned Maintenance* merupakan tindakan pemeliharaan yang tidak direncanakan. Kegiatan ini terbagi dari:

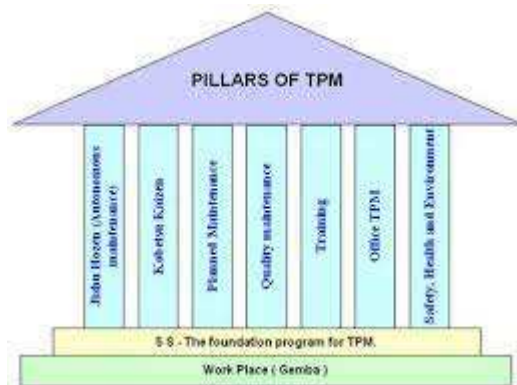
1. *Corrective Maintenance*, merupakan pemeliharaan yang bertujuan untuk memperbaiki kerusakan maupun kesalahan yang terjadi pada alat produksi, mesin, atau operasi sistem yang tidak dapat berfungsi semestinya, sehingga dapat berada dalam kondisi operasional yang telah ditetapkan atau disepakati untuk operasional
2. *Breakdown Maintenance*, adalah tindakan pemeliharaan yang dilakukan ketika peralatan tersebut rusak. Cara ini dilakukan ketika efek *failure* tidak bersifat signifikan terhadap produksi.

Total Productive Maintenance(TPM)

TPM adalah suatu pendekatan peningkatan perawatan dasar yang melibatkan sumber daya manusia, untuk peningkatan kualitas, serta mengurangi biaya produksi.

TPM merupakan suatu proses untuk mengoptimalkan produktivitas dan peralatan pada usia pemakaian (Nakajima, 1988). *Down Time* sebagai pemeliharaan yang ditentukan

dalam bagian proses produksi dan dalam beberapa hal, dan merupakan bagian yang saling berkaitan dalam proses produksi. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengantisipasi keadaan yang tidak diinginkan dan meminimaliskan pemeliharaan yang tidak terencana (Nakajima, 1988). TPM memiliki delapan bagian yang dikenal dengan delapan pilar, seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Delapan Pilar Total Productive Maintenance (TPM) (Priyanta & dkk, 2008)

1. **Focussed improvement (Kobetsu Kaizen):** pada tahap ini fokus pada perbaikan secara berkala.
2. **Planned Maintenance:** merupakan peningkatan ketersediaan dari suatu mesin dan peralatan serta meminimalkan kerusakan mesin.
3. **Edukasi dan Pelatihan:** menyusun daftar karyawan yang memiliki kemampuan serta memahami proses untuk dilakukannya suatu perawatan otomatis yang dapat dilakukan secara sederhana misalnya: *cleaning, checking*.
4. **Autonomous Maintenance (Jishu Hozen):** adalah perawatan yang dilakukan pada mesin yang digunakan.
5. **Quality Maintenance (Hinshitsu Hozen):** merupakan pengaturan mesin untuk meminimalkan kemungkinan terjadi cacat atau kerusakan hasil produksi yang kerap kali terjadi, dengan tujuan tercapainya target *zero defect* (tanpa ada kecacatan produk).
6. **Office TPM:** adalah untuk menciptakan aktifitas produksi yang efisien dan mengoptimalkan hingga meniadakan kerugian semaksimal mungkin.
7. **Safety, Hygiene & Environment (SHE):** adalah kegiatan untuk menjadikan area kerja yang *safety*/menjalankan K3. Mendapatkan dan memperbaiki bagian yang memiliki resiko kecelakaan untuk menjamin keselamatan serta menjaga lingkungan agar tetap sehat.
8. **Tools Management:** merupakan peningkatan ketersediaan *equipment* dengan meminimalkan *Tools Resetting Time* (waktu *setting* alat-alat yang digunakan) untuk meminimumkan biaya perawatan peralatan yang digunakan dan menambah jangka waktu pakai peralatan.

Tujuan dari *Total Productive Maintenance* adalah untuk mengurangi hingga menghilangkan *losses* dari *Operation Equipment*, sehingga *Overall Equipment Efficiency* (OEE) menjadi maksimal. Pencapaian ini dibutuhkan tanggung jawab dari masing-masing departemen, diutamakan lini

produksi. Semua departemen berdampak kepada *utilization* dalam menangani peralatan. Tujuan dari *Total Productive Maintenance* adalah meningkatkan kapasitas pada mesin pendukung produksi dengan cara investasi atau melakukan biaya tambahan untuk perawatan yang diperlukan saja, hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan terjadinya 6 kerugian besar, yaitu: (Roberts, 1997)

1. *Breakdown* (Kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan mesin maupun peralatan produksi)
2. *Setup and adjustments*, merupakan kerugian yang diakibatkan karena beberapa hal dan diperlukan persiapan peralatan mesin yang digunakan dan perlengkapan kerja.
3. *Small Stops*, kerugian yang terjadi akibat gangguan yang berpengaruh pada mesin, sehingga mesin tidak dapat beroperasi secara optimal.
4. *Slow Running*, merupakan kerugian yang diakibatkan mesin berjalan secara lambat atau tidak sesuai dengan kecepatan yang semestinya.
5. *Startup Defect*, merupakan kerugian yang diakibatkan dari cacat/kerusakan saat startup (saat awal mesin beroperasi).
6. *Production Defect*, Kerugian yang dihasilkan dari banyaknya produk cacat dari suatu produksi.

OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Overall Equipment Effectiveness merupakan metrik yang difokuskan pada efektivitas suatu produksi yang dijalankan. Setiap perusahaan mengharapkan mesin produksinya dapat bekerja secara efektif dan maksimal, sehingga waktu yang digunakan secara optimal, namun faktanya tidak mudah untuk dicapai. Oleh karena itu menurut (Nakajima, 1989) nilai-nilai ideal dalam OEE perlu ditentukan, serta perhitungan terhadap *Overall Equipment Effectiveness* juga dibutuhkan (Indriawanti & Merita, 2020) yang ideal untuk industri manufaktur adalah seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai Ideal Perhitungan OEE (Nakajima, 1989)

Deskripsi	Nilai
Availability	>90%
Performance	>95%
Quality	>99%
OEE	>85%

Tujuan dari OEE sebagai alat ukur performa dari sebuah *system maintenance*, dengan OEE dapat diketahui efisiensi sebuah produksi, ketersediaan dari peralatan atau mesin yang dibutuhkan, dan kualitas mesin atau perlengkapan yang berhubungan dengan output yang dihasilkan. *Availability*, *Performance Efficiency*, dan *Quality Efficiency* adalah tiga bagian produktivitas, pada rumus dibawah ini :

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \quad (1)$$

1. *Availability*: Kesiapan mesin atau perlengkapan mesin dan merupakan perbandingan antara waktu berjalannya produksi (*Operation Time*) terhadap waktu persiapan (*Loading Time*) dari suatu mesin atau perlengkapan, dapat dihitung sebagai berikut :

$$\frac{Available Time - Down Time}{Available Time} \times 100\% \quad (2)$$

Loading Time/waktu tunggu adalah periode waktu yang tersedia dalam kurun waktu tertentu, dalam bentuk harian maupun bulanan, dikurangi dengan waktu

berhenti mesin atau mesin tidak beroperasi yang telah diagendakan (*planned downtime*).

$$\text{Loading Time} = \text{Total Availability} \times \text{Planned Downtime} \quad (3)$$

2. *Performance Efficiency*: Merupakan tolak ukur efesiensi dari kapasitas mesin yang melakukan proses produksi. *Performance Efficiency* adalah total perkalian dari *operating speed rate* (kecepatan dari suatu produksi) dengan *net operating speed* yang berguna untuk menghitung penurunan kecepatan produksi. Terdapat tiga factor dalam perhitungan ini yaitu :

- a) *Ideal cycle time* (waktu siklus ideal/waktu yang dibutuhkan dalam suatu proses produksi).
- b) *Processed amount* (Merupakan banyaknya barang yang diproses dalam suatu produksi).
- c) *Operation time* (Lamanya mesin digunakan).

Maka *performance efficiency* dapat dirumuskan seperti di bawah ini:

$$\frac{\text{Operating Speed Rate}}{\text{Net Operating Rate}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{Operating Speed Rate} : \frac{\text{Ideal Cycle Time}}{\text{Actual Cycle Time}} \quad (5)$$

$$\text{Net Operating Rate} : \frac{\text{Actual Processing Time}}{\text{Operation Time}} \quad (6)$$

Performance efficiency dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Performance efficiency} = \text{Net operating} \times \text{Operating cycle time} \quad (7)$$

$$\frac{\text{Processed Amount} \times \text{Actual Cycle time}}{\text{Operation Time}} \times \frac{\text{Ideal Cycle Time}}{\text{Actual Cycle Time}} \quad (8)$$

3. *Quality efficiency* : Merupakan rasio antara jumlah produk yang dapat digunakan dengan jumlah produk yang diproses. *Quality efficiency* adalah perhitungan dengan faktor *Processed amount*, *Defect amount*.

$$\frac{A.\text{Produced} - A.\text{Defect} - A.\text{Reprocessed}}{\text{Operation Time} - \text{Performance Lasses}} \times 100\% \quad (9)$$

$$\text{Rate of Quality Efficiency} = \frac{\text{Jumlah Produk Baik}}{\text{Jumlah Produk Kotor}} \times 100\% \quad (10)$$

Metode

Tujuan kajian implementasi pada PT XYZ, meningkatkan efisiensi mesin menggunakan OEE sebagai alat ukur, sebagai berikut:

1. Mengetahui dan menganalisis tingkat pemeliharaan mesin (tingkat efisiensi).
2. Menghitung dan analisis enam kerugian besar, faktor yang mempengaruhi OEE.
3. Menemukan akar penyebab masalah pada *line* produksi masing-masing.
4. Sebagai arahan manajemen, mendorong seluruh divisi di PT XYZ untuk menaikkan nilai OEE dengan menerapkan TPM agar dapat bersaing, bertahan, dan tumbuh.

Variabel Penelitian

Variabel yang ditinjau sebagai berikut:

1. Variabel bebas merupakan variabel yang berpengaruh terhadap variabel-variabel yang berkaitan. Dalam hal ini yang termasuk dalam variabel bebas yaitu ketersediaan bahan, tingkat kinerja pada karyawan dan tingkat kualitas *product*.
2. Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel lain atau disebut juga dengan variabel

bebas. Variabel yang terkandung dalam variabel tersebut terdiri dari efektivitas peralatan yang digunakan untuk mendukung proses produksi pada mesin secara keseluruhan (OEE).

Perumusan Masalah dan Identifikasi Tujuan Penelitian

Tahap penelitian yang dilakukan selanjutnya mengidentifikasi masalah. Solusi alternatif untuk masalah yang dihadapi, kemudian melakukan identifikasi yang digunakan untuk penyelidikan.

Pertanyaan yang akan dibahas adalah bagaimana memaksimalkan efisiensi mesin. Dalam mencapai hal yang diinginkan, maka dilakukan identifikasi faktor-faktor penyebab kerusakan mesin dan menyampaikan rekomendasi sebagai langkah awal penerapan TPM di PT XYZ.

Setelah merumuskan pertanyaan, tahap yang dilakukan adalah menentukan pernyataan dari tujuan penelitian.

a. Metode Pengumpulan Data

Terdapat dua jenis data penelitian yang dapat dikumpulkan yaitu: data primer dan data sekunder (Tika, 2006). Metode yang digunakan dalam proses pengumpulan data penelitian adalah sebagai berikut:

1. Metode pengumpulan data melalui produksi, pemeliharaan mesin, *quality assurance* dan laporan PPIC.
2. Pengamatan atau observasi untuk mendapatkan data terkait *downtime* mesin yang rusak, konfigurasi, saat mesin tidak beroperasi dan berbagai hal lainnya yang berkaitan dengan peralatan/mesin yang digunakan dalam proses produksi. Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengamati dan mempelajari secara langsung keadaan mesin yang berada di lokasi dengan parameter yang tersedia.
3. Wawancara manajer operasi, teknik/pemeliharaan, penjaminan mutu, dan PPIC, untuk mendapatkan data primer tentang praktik implementasi program pemeliharaan.

b. Pemrosesan dan Analisis Data

Langkah pengolahan dan analisis data, dengan melakukan Perhitungan efisiensi keseluruhan peralatan.

Hasil pengolahan data digunakan untuk menganalisis efisiensi penggunaan mesin produksi dan mencari solusi permasalahan antara lain :

1. Perhitungan dan analisis OEE
 2. Mengusulkan solusi untuk masalah berdasarkan hasil tinjauan literatur dan pengobatan dan analisis data.
- Berdasarkan hasil analisis dan deskripsi metrik *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), dapat beberapa kesimpulan. Setelah mendapatkan beberapa kesimpulan, baru dapat membuat saran.

Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan Data

PT. XYZ adalah perusahaan yang berkecimpung dalam bidang makanan khususnya biskuit. Pengumpulan data primer secara observasi. Data yang dikumpulkan saling terkait dengan proses produksi dalam 1 *line*, dan jumlah produksi yang dihasilkan dalam 1 *line*.

a. Data Yang Berkaitan pada Mesin

Mesin yang digunakan adalah 1 line yang berkapasitas 576-1728 kg/jam, hal ini disebut UPH(*Unit per Hour*). Mesin dijalankan selama 1 shift 6 jam dan beroperasi 3 shift atau 24 jam, selama 6 hari, didapat data sebagai berikut:

Tabel 1 Data Produksi Per/Hari

No	Waktu Kerja Mesin (Jam)	Waktu Actual Produksi (Jam)	Ideal Cycle Time (Menit/kg)
1	19,17	20,13	0,03
2	17,50	18,40	0,03
3	12,50	13,99	0,03
4	6,25	5,52	0,03
5	5,42	5,00	0,03
6	3,33	5,06	0,03
7	6,67	7,05	0,03
8	8,75	9,71	0,03
9	8,75	7,68	0,03
10	8,75	7,76	0,03
11	12,50	10,95	0,03
12	2,08	2,46	0,03
13	8,75	8,46	0,03
14	8,75	4,97	0,03
15	10,42	12,49	0,03
16	13,04	13,23	0,03
17	10,27	10,15	0,03
18	14,38	19,97	0,03
19	17,24	13,51	0,03
20	9,93	11,18	0,03
21	16,63	16,56	0,03
22	17,08	17,22	0,03
23	9,82	10,07	0,03
24	9,47	15,12	0,03
25	13,78	17,52	0,03
26	12,63	12,49	0,03
27	16,54	13,29	0,03
28	12,92	12,28	0,03
29	18,26	15,45	0,03

b. Data Yang Berkaitan Pada Proses Produksi

Data waktu yang diperlukan untuk menganalisis efisiensi alat-alat kerja/mesin terkait produksi, yaitu: waktu yang dibutuhkan untuk kegagalan peralatan/mesin dari periode 1 bulan, waktu yang dibutuhkan untuk *set up* dan perubahan *setting*.

Berbagai faktor yang menyebabkan terhentinya pada 3 mesin *mixing* adalah :

1. *Mechanical failure* (MBD), yaitu ketika bagian mekanik motor gagal diperbaiki. Ini biasanya terjadi karena mesin tidak berfungsi saat sedang bekerja.
2. *Electrical failure*, yaitu waktu yang digunakan untuk perbaikan, dikarenakan kegagalan komponen kelistrikan mesin.
3. *Time set up* adalah sekumpulan parameter proses yang digunakan untuk menghidupkan mesin saat *start* awal bekerja atau setelah *reset* pada mesin. Hal ini memastikan bahwa kualitas produk pelanggan terpenuhi. Setelah *time set up* selesai, mesin dapat bekerja secara normal.
4. *Change Over*, yaitu waktu yang diperlukan untuk mengubah dari satu spesifikasi produk ke spesifikasi produk lainnya.
5. *Persiapan & Quality Control*, yaitu persiapan box, material, pallet, dll sebelum dimulainya pekerjaan, dan

kontrol kualitas adonan dari *batch* pertama *mixing* yang diproduksi.

Selain waktu mesin, data yang dikumpulkan adalah hasil produksi yang baik dan hasil produksi yang tidak dapat digunakan akibat produk tidak sesuai dengan standard yang diinginkan.

Tabel 2. Data Proses Produksi

No	Qty Planning	Qty Actual (Berat Bersih/ kg)	Qty Broken	Total QTY Actual (kg)	Break down (Jam)	Setup (Jam)
1	33120,0	21960,0	720,2	22680,2	6,0	1
2	30240,0	22609,2	543,6	23152,8	4,0	1
3	21600,0	14573,4	1832,4	16405,8	3,5	1
4	10800,0	8416,5	255,0	8671,5	0,0	0,5
5	9360,0	7700,0	72,1	7772,1	0,0	0,5
6	5760,0	7700,0	172,1	7872,1	0,0	0,5
7	11520,0	6296,3	702,3	6998,6	2,0	1
8	15120,0	11340,3	258,8	11599,1	2,0	1
9	15120,0	11471,0	66,2	11537,2	0,0	1
10	15120,0	12171,5	366,3	12537,8	0,0	0,5
11	21600,0	16963,8	227,9	17191,7	0,0	1
12	3600,0	2293,6	228,8	2522,4	0,5	0,5
13	15118,8	11682,4	340,9	12023,3	1,0	0,5
14	15120,0	1427,9	250,2	1678,1	2,5	1,5
15	18000,0	13433,5	372,5	13806,0	3,5	1
16	22531,3	18645,0	762,9	19407,9	1,0	1
17	17738,8	14323,0	1491,4	15814,4	0,0	1
18	24853,8	21045,0	1362,0	22407,0	6,5	0,5
19	29790,0	20148,0	600,2	20748,2	0,0	1,5
20	17157,5	17721,0	738,5	18459,5	0,0	0,5
21	28735,0	18665,0	443,2	19108,2	4,0	1,5
22	29521,3	18722,0	1534,4	20256,4	4,0	1,5
23	16965,0	15608,0	932,7	16540,7	0,0	0,5
24	16372,5	19222,0	862,3	20084,3	3,0	0,5
25	23815,0	16289,0	1023,7	17312,7	6,5	1
26	21820,0	11536,0	546,8	12082,8	4,0	1,5
27	28580,0	16171,0	747,3	16918,3	2,0	1,5
28	22322,5	13864,0	1299,6	15163,6	2,0	1,5
29	31561,3	18153,0	763,7	18916,7	3,0	1,5

c. Data Planned Downtime

Data Selanjutnya (Tabel 3) adalah *Planned Downtime*, dimana waktu yang digunakan atau disediakan untuk perawatan/ perbaikan mesin, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadi kerusakan mesin saat produksi berlangsung.

d. Pengolahan Data

1) Perhitungan Availability

Availability merupakan ketersediaan mesin atau suatu perbandingan waktu mesin beroperasi dari waktu ke waktu terdapat *loading time* pada prosesnya. Hal ini adalah termasuk dari perhitungan OEE. Berikut adalah rumus untuk menghitung nilai ketersediaan atau *availability* menurut (Wireman, 2004) :

$$\frac{\text{Available Time} - \text{Down Time}}{\text{Available Time}} \times 100\% \quad (11)$$

Untuk melakukan perhitungan *availability*, pertama perlu diketahui waktu tunggu atau *loading time* dan waktu mesin berhenti atau *downtime*. Agar dapat mengetahui nilai *loading Time*, maka waktu kerja mesin dikurangkan dengan *Planned Downtime*. Kemudian nilai *downtime* didapat dari perhitungan total antara waktu *breakdown* dan *set up* mesin.

Tabel 3 Data *Planned Downtime*

No	Planned Downtime (Jam)
1	1
2	2
3	2
4	1
5	1
6	1
7	1
8	2
9	2
10	2
11	2
12	1
13	2,5
14	1
15	3
16	1
17	1
18	2
19	2,5
20	1
21	2,5
22	2
23	1
24	1
25	2,5
26	2
27	2
28	1
29	2,5

$$Avaibility = \frac{Loading\ Time - Planned\ Downtime}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (12)$$

$$Avaibility = \frac{18.17\ jam - 1\ jam}{18.17} \times 100\% = 94,50\%$$

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil nilai *availability* mesin produksi *Line 1* yaitu 94,50%. Perhitungan yang sama dilakukan untuk mendapatkan nilai *availability* dan hasilnya bisa dilihat pada Tabel 4.

2) Perhitungan *Performance*

Performance didapatkan dari waktu yang dihasilkan dari banyaknya produk, hal ini digunakan untuk waktu ideal berdasarkan waktu yang tersedia dalam melangsungkan proses produksi (Wireman, 2004). Menurut (Hermanto, 2016)

Performance=

$$\frac{Processed\ Amount \times Ideal\ Cycle\ Time}{Operation\ Time} \times 100\% \quad (13)$$

Processed amount atau yang dikenal juga dengan jumlah produksi total/kotor, nilai ini didapatkan dari *run time* dibagi dengan *ideal cycle time*. Nilai *run time* ini dihasilkan dari waktu kerja mesin dikurang dengan total *downtime*. Pada PT XYZ *ideal cycle time* ditentukan yaitu 0,03 jam. Berikut contoh perhitungan *Performance* :

$$Performance = \frac{22680.2\ kg - 0.03\ jam}{20.13 \times 60\ menit} \times 100\% = 65,22\%$$

Tabel 4. Data Perhitungan *Availability*

No	Planned Downtime (Jam)	Loading Time (Jam)	Availability (%)
1	1	18,17	94,50%
2	2	15,50	87,10%
3	2	10,50	80,95%
4	1	5,25	80,95%
5	1	4,42	77,36%
6	1	2,33	57,14%
7	1	5,67	82,35%
8	2	6,75	70,37%
9	2	6,75	70,37%
10	2	6,75	70,37%
11	2	10,50	80,95%
12	1	1,08	7,69%
13	2,5	6,25	60,00%
14	1	7,75	87,10%
15	3	7,42	59,55%
16	1	12,04	91,69%
17	1	9,27	89,21%
18	2	12,38	83,85%
19	2,5	14,74	83,04%
20	1	8,93	88,80%
21	2,5	14,13	82,31%
22	2	15,08	86,74%
23	1	8,82	88,66%
24	1	8,47	88,20%
25	2,5	11,28	77,84%
26	2	10,63	81,18%
27	2	14,54	86,24%
28	1	11,92	91,61%
29	2,5	15,76	84,14%

Berdasarkan perhitungan dihasilkan nilai persentase dari *performance* mesin produksi *Line* yaitu 65,22%. Berikutnya dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus diatas, dengan hasilnya terlihat pada Tabel 5.

3) Perhitungan *Quality*

Rate of quality product merupakan perbandingan jumlah produk yang lebih baik terhadap jumlah total produk yang sedang diproses. Rumus untuk menghitung nilai *quality* adalah sebagai berikut :

$$\frac{Jumlah\ Produk\ Baik}{Jumlah\ Produk\ Kotor} \times 100\% \quad (14)$$

Untuk mendapatkan nilai persentase dari *quality* seperti diatas dihasilkan dari perhitungan *total quantity actual*, berat kotor dikurangi dengan *broken*/hasil produksi yang tidak sesuai standart yang selanjutnya akan didapatkan hasil produksi bersih. Nilai *quality* didapatkan dari nilai jumlah produksi bersih dibagi dengan jumlah produksi kotor. Dibawah ini merupakan contoh perhitungan nilai *quality* :

$$Quality = \frac{21960\ kg}{22680.2\ kg} \times 100\% = 96,82\%$$

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan nilai *quality* mesin produksi yaitu 96,82%. Kemudian dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus diatas untuk mendapatkan nilai *quality* seperti terlihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Data Perhitungan *Performance*

No	Total QTY Actual (kg)	Waktu Actual Produksi (Jam)	Ideal Cycle Time (Menit/kg)	Performance (%)
1	22680,2	20,13	0,03	65,22%
2	23152,8	18,40	0,03	72,82%
3	16405,8	13,99	0,03	67,84%
4	8671,5	5,52	0,03	90,94%
5	7772,1	5,00	0,03	90,00%
6	7872,1	5,06	0,03	90,11%
7	6998,6	7,05	0,03	57,45%
8	11599,1	9,71	0,03	69,11%
9	11537,2	7,68	0,03	86,97%
10	12537,8	7,76	0,03	93,55%
11	17191,7	10,95	0,03	90,87%
12	2522,4	2,46	0,03	59,35%
13	12023,3	8,46	0,03	82,27%
14	1678,1	4,97	0,03	19,54%
15	13806,0	12,49	0,03	63,97%
16	19407,9	13,23	0,03	84,88%
17	15814,4	10,15	0,03	90,15%
18	22407,0	19,97	0,03	64,94%
19	20748,2	13,51	0,03	88,89%
20	18459,5	11,18	0,03	95,53%
21	19108,2	16,56	0,03	66,78%
22	20256,4	17,22	0,03	68,06%
23	16540,7	10,07	0,03	95,04%
24	20084,3	15,12	0,03	76,86%
25	17312,7	17,52	0,03	57,19%
26	12082,8	12,49	0,03	55,97%
27	16918,3	13,29	0,03	73,67%
28	15163,6	12,28	0,03	71,49%
29	18916,7	15,45	0,03	70,87%

Tabel 6. Data Perhitungan *Quality*

No	Total QTY Actual (kg)	Qty Broken	Berat Bersih (kg)	Quality (%)
1	22680,2	720,20	21.960,00	96,82%
2	23152,8	543,60	22.609,15	97,65%
3	16405,8	1.832,40	14.573,38	88,83%
4	8671,5	255,00	8.416,51	97,06%
5	7772,1	72,10	7.699,97	99,07%
6	7872,1	172,10	7.699,97	97,81%
7	6998,6	702,30	6.296,26	89,97%
8	11599,1	258,80	11.340,29	97,77%
9	11537,2	66,20	11.471,04	99,43%
10	12537,8	366,30	12.171,46	97,08%
11	17191,7	227,90	16.963,78	98,67%
12	2522,4	228,80	2.293,63	90,93%
13	12023,3	340,90	11.682,43	97,16%
14	1678,1	250,20	1.427,90	85,09%
15	13806,0	372,50	13.433,47	97,30%
16	19407,9	762,93	18.645,00	96,07%
17	15814,4	1.491,37	14.323,00	90,57%
18	22407,0	1.361,95	21.045,00	93,92%
19	20748,2	600,18	20.148,00	97,11%
20	18459,5	738,47	17.721,00	96,00%
21	19108,2	443,18	18.665,00	97,68%
22	20256,4	1.534,44	18.722,00	92,42%
23	16540,7	932,74	15.608,00	94,36%
24	20084,3	862,25	19.222,00	95,71%
25	17312,7	1.023,71	16.289,00	94,09%
26	12082,8	546,79	11.536,00	95,47%
27	16918,3	747,34	16.171,00	95,58%
28	15163,6	1.299,64	13.864,00	91,43%
29	18916,7	763,65	18.153,00	95,96%

4) Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Setelah mendapatkan nilai dari *availability*, *performance*, dan *Quality*, maka Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai OEE. Rumus untuk mencari perhitungan nilai persentase dari OEE, dirumuskan sebagai berikut (Wireman, 2004) :

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \quad (15)$$

Dari rumus di atas didapatkan nilai OEE pada PT XYZ adalah sebagai berikut :

$$OEE = 94,50\% \times 65,22\% \times 96,82\% = 59,67\%$$

Perhitungan diatas didapatkan nilai persentase OEE mesin produksi yaitu 59,67%, sehingga didapat nilai OEE (Tabel 7)

Tabel 7. Data Perhitungan OEE

No	Availabili ty (%)	Performan ce (%)	Quality (%)	OEE (%)
1	94,50%	65,22%	96,82%	59,67%
2	87,10%	72,82%	97,65%	61,94%
3	80,95%	67,84%	88,83%	48,79%
4	80,95%	90,94%	97,06%	71,45%
5	77,36%	90,00%	99,07%	68,97%
6	57,14%	90,11%	97,81%	50,37%
7	82,35%	57,45%	89,97%	42,56%
8	70,37%	69,11%	97,77%	47,55%
9	70,37%	86,97%	99,43%	60,85%
10	70,37%	93,55%	97,08%	63,91%
11	80,95%	90,87%	98,67%	72,58%
12	7,69%	59,35%	90,93%	4,15%
13	60,00%	82,27%	97,16%	47,96%
14	87,10%	19,54%	85,09%	14,48%
15	59,55%	63,97%	97,30%	37,07%
16	91,69%	84,88%	96,07%	74,77%
17	89,21%	90,15%	90,57%	72,84%
18	83,85%	64,94%	93,92%	51,14%
19	83,04%	88,89%	97,11%	71,68%
20	88,80%	95,53%	96,00%	81,44%
21	82,31%	66,78%	97,68%	53,69%
22	86,74%	68,06%	92,42%	54,57%
23	88,66%	95,04%	94,36%	79,51%
24	88,20%	76,86%	95,71%	64,88%
25	77,84%	57,19%	94,09%	41,88%
26	81,18%	55,97%	95,47%	43,38%
27	86,24%	73,67%	95,58%	60,73%
28	91,61%	71,49%	91,43%	59,88%
29	84,14%	70,87%	95,96%	57,22%

Dari data perhitungan OEE yang terlihat nilai minimum 4,15% yang di pengaruhi loading time (kesiapan mesin), dan nilai maksimum 81,44%, secara umum nilai perhitungan proses produksi harian sebesar 55,86% keefektifannya

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan: Perhitungan tingkat efektivitas mesin dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di PT XYZ pada proses produksi dalam 1 line, yang dapat dilihat dalam hariannya menghasilkan nilai rata-rata sebesar 55.86%, perihail tersebut di pengaruhi oleh rata-rata *availability rate* 78.28%, *performance rate* 74.49%, dan *quality rate* 95.07% Pada PT XYZ dibagian line 1 pada produksi dapat menerapkan proses *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk meningkatkan produktivitas yang dimiliki perusahaan agar dapat menerapkan program tersebut.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih pada Program studi profesi insinyur, fakultas teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

Referensi

- Dewi, N. C. & Rinawati, D. I., (2015) Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses Mesin Cavitec PT. Essentra Surabaya (Studi Kasus PT. Essentra). *Industrial Engineering Online Journal*, 4(4), p. online.
- Hermanto, (2016) Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness pada divisi painting di PT. AIM. *Jurnal Metris*, 17(2016), pp. 97-106..
- Indriawanti, V. & Merita, B., (2020) Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Printing. *Jurnal Teknik Industri*, 10(1).
- Mahfud, E. M., (2017) *Perancangan Sistem Pemeliharaan pada Mesin Tenun Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)*(Studi Kasus: PT Kesono Indonesia), Surabaya: Mahfud, E. M. (2017). Perancangan Sistem Pemeliharaan Pada Mesin Tenun Menggunakan Metode Reliability Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Nakajima, S., (1988) *Introduction to TPM*. 1st ed. University of Minnesota: Productivity Press.
- Nakajima, S., (1989) *TPM development program : implementing total productive maintenance*. 1st ed. s.l.:Productivity Press, Cambridge, Mass., ©1989.
- Pane, K., (2017) *Perencanaan Preventive Maintenance pada mesin chiller dengan metode reliability centered maintenance pada PT. MULTIMAS NABATI ASHA KUALA TANJUNG*, Medan: Fakultas Teknik Universitas Medan.
- Priyanta, D. dkk, (2008) Implementasi Total Productive Maintenance dengan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Menentukan Maintenance Strategy pada Mesin Tube Mill 303 (Studi Kasus PT. Spindo Unit III)". *Journal Department of Marine Engineering Sepuluh Nopember Institute of Technology. Surabaya*.
- Roberts, J., (1997) *Total productive Maintenance (TPM) The Technology Interface*. s.l.:Texas: A&M University..
- Sugiyono, 2007. *Metode penelitian Bisnis*. 1 ed. Bandung: CV Alfabeta.
- Tika, M., (2006) *Metodologi Riset Bisnis. Jakarta : Bumi Akasa, PT..* 1 ed. Jakarta: PT Bumi aksara.
- Wireman, T., 2004. *Total Productive Maintenance*. s.l.:Industrial Press Inc.