

ANALISIS PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE PADA MESIN MIXING BATCHING DENGAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS DI PT. XYZ

Murwan Widyantoro ¹⁾, Alloysius Vendhi Prasmoro ²⁾, Achmad Muhazir ³⁾, Warniningsih ⁴⁾

¹⁾²⁾³⁾ Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya ⁴⁾ Fakultas Teknologi Sumber Daya Alam
email: murwan@dsn.ubharajaya.ac.id ¹⁾, alloysius.vendhi@dsn.ubharajaya.ac.id ²⁾,
achmad.muhammad@ubharajaya.ac.id ³⁾

ABSTRAK

PT XYZ adalah salah satu produsen beton yang berlokasi di Cikarang, Bekasi, Jawa Barat. PT XYZ menggunakan mesin *Batching Plant* untuk memproduksi berbagai ukuran beton. Salah satu masalah yang sering dihadapi di dalam pembuatan beton adalah kerusakan mesin. Kerusakan mesin dapat mengakibatkan penurunan kecepatan mesin dan tidak tercapainya output produksi yang telah ditargetkan oleh perusahaan. Hal ini menyebabkan perusahaan mengalami kerugian baik secara material maupun waktu. Untuk mencegah dan mengurangi kerusakan mesin, PT XYZ telah menerapkan Total Productive Maintenance (TPM). Total Productive Maintenance bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan manufaktur secara menyeluruh. Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan pada PT. XYZ dengan tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui besarnya nilai OEE pada mesin *Batching Plant* kemudian diketahui besar nilai *availability rate* pada bulan Januari-Juni 2018 rata-rata yaitu sebesar 68.85%, pada perhitungan *performance rate* didapatkan hasil rata-ratanya yaitu 75.37 %, kemudian pada perhitungan *Quality Rate* didapatkan hasil rata-ratanya yaitu 89.81 % sedangkan besarnya nilai OEE yang didapatkan pada mesin *Batching Plant* yaitu 55.84 % hal ini masih jauh dari nilai OEE yang ditargetkan oleh mesin *Batching Plant*. Diketahui produk cacat yang dihasilkan selama 6 Bulan terakhir pada Januari-Juni 2018 didapatkan pada diagram pareto tertinggi yaitu pada jenis cacat produk *overflow* yaitu sebesar 47.2%.

Kata kunci : mixing batching, Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness

ANALYSIS OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE APPLICATION IN MIXING BATCHING MACHINE USING OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS METHOD IN PT. XYZ

ABSTRACT

PT XYZ is a concrete producer located in Cikarang, Bekasi, West Java. PT XYZ uses Batching Plant machines to produce various sizes of concrete. One of the problems often faced in the manufacture of concrete is machine failure. Machine failure can result in a decrease in engine speed and not achieving the production output targeted by the company. This causes the company to experience losses both materially and in time. To prevent and reduce machine damage, PT XYZ has implemented Total Productive Maintenance (TPM). Total Productive Maintenance aims to increase the efficiency and effectiveness of the manufacturing company as a whole. Based on research conducted at PT. XYZ with the research objective, namely to determine the value of the OEE value on the Batching Plant machine, then it is known that the value of availability rate in January-June 2018 is an average of 68.85%, in the calculation of the performance rate, the average result is 75.37%, then in the calculation The average Quality Rate yield is 89.81%, while the OEE value obtained on the Batching Plant machine is 55.84%, this is still far from the OEE value targeted by the Batching Plant machine. It is known that defective products produced during the last 6 months in January-June 2018 were found in the highest Pareto diagram, namely the type of defect in overflow products, which was 47.2%.

Keywords: mixing batching, Total Productive Maintenance, Overall Equipment Effectiveness

PENDAHULUAN

PT XYZ adalah salah satu produsen beton yang berlokasi di Cikarang, Bekasi, Jawa Barat. PT XYZ menggunakan mesin *Batching Plant* untuk memproduksi berbagai ukuran beton. Salah satu masalah yang sering dihadapi di dalam pembuatan beton adalah kerusakan mesin. Kerusakan mesin dapat mengakibatkan penurunan kecepatan mesin dan tidak tercapainya output produksi yang telah ditargetkan oleh perusahaan. Hal ini menyebabkan perusahaan mengalami kerugian baik secara material maupun waktu. Untuk mencegah dan mengurangi kerusakan mesin, PT XYZ telah menerapkan Total

Productive Maintenance (TPM). Total Productive Maintenance bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan manufaktur secara menyeluruh.

Data di lapangan menunjukkan jumlah frekuensi kerusakan masih tinggi, yang berarti belum dapat memenuhi Tujuan dari TPM yaitu tanpa *breakdown*. Jumlah frekuensi kerusakan yang terjadi pada bulan Januari 2018 – Juni 2018. Sebagai informasi, mesin akan beroperasi sesuai order yang diterima oleh masing-masing mesin. *Batching Plant Mixing* pada tahun 2018 ini ada satu bulan yang tidak beroperasi karena bertepatan dengan libur panjang lebaran, sehingga order yang telah diterima, akan dikerjakan di bulan berikutnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Total Productive Maintenance (TPM)

Menurut (Nakajima, 1988) dalam (Ansori & Mustajib, 2013) *Total Productive Maintenance* (TPM) merupakan suatu konsep pemeliharaan yang melibatkan seluruh pekerja melalui aktivitas grup kecil. Menurut (Wang, 2011), *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah Konsep program pemeliharaan yang menjadikan pemeliharaan menjadi fokus untuk meminimalkan waktu henti dan memaksimalkan penggunaan peralatan. Tujuan TPM adalah untuk menghindari perbaikan darurat dan meminimalkan perawatan tidak terjadwal. Sedangkan menurut (Peng, 2012) *Total Productive Maintenance* adalah Pendekatan manajemen pemeliharaan yang menggabungkan Preventive Maintenance yang dipraktekkan di Amerika dengan manajemen kualitas TQM milik Jepang dan keterlibatan karyawan total untuk mencapai *zero breakdown* dan *zero defect*.

Menurut (Stamatis, 2010) TPM memiliki lima tujuan:

1. Untuk memaksimalkan efektivitas peralatan
2. Untuk mengembangkan sistem pemeliharaan yang produktif untuk kehidupan peralatan
3. Untuk melibatkan semua departemen yang merencanakan, merancang, menggunakan, atau memelihara peralatan dalam mengimplementasikan TPM
4. Untuk secara aktif melibatkan semua karyawan
5. Untuk mempromosikan TPM melalui manajemen motivasi.

TPM mengidentifikasi tujuh jenis limbah (Muda), dan kemudian bekerja secara sistematis untuk menghilangkannya dengan melakukan perbaikan, terutama melalui pendekatan inkremental Kaizen.

TPM juga memiliki delapan pilar kegiatan, masing-masing ditetapkan untuk mencapai target "nol". Pilar-pilar ini yaitu :

Focused Improvement (Kobetsu – Kaizen) : Ini bertujuan untuk menghilangkan limbah. Limbah dasar adalah

- (1) Transportasi bahan yang tidak perlu: Dalam memindahkan produk antar pabrik, operasi kerja, meja, dan mesin, semua yang ditambahkan adalah waktu tunggu — dengan kata lain, tidak ada nilai yang diciptakan.
- (2) Persediaan di luar batas minimum absolut : Disebabkan oleh produksi berlebih, persediaan mengambil ruang lantai — sesuatu yang selalu ada di pabrik dan kantor. Selalu ada kecenderungan untuk menggunakan persediaan untuk menutupi masalah lain.
- (3) Gerakan karyawan: Saat mencari bagian, membungkuk atau meraih material, mencari alat, dll.
- (4) Menunggu langkah proses selanjutnya: Sambil menunggu, produk hanya menyerap "*overhead*" - hal terakhir yang benar-benar ingin dibayar oleh pelanggan!
- (5) ***Autonomous Maintenance***(**Jishu-Hozen**): Dalam pemeliharaan otonom, operator adalah pemain kunci. Ini melibatkan kegiatan pemeliharaan harian yang dilakukan oleh operator sendiri yang mencegah kerusakan peralatan. Langkah-langkah untuk *Autonomous Maintenance* ini adalah
 - a. Lakukan inspeksi dan pembersihan awal.
 - b. Perbaiki semua sumber kontaminasi.
 - c. Perbaiki semua area yang tidak dapat diakses.
 - d. Kembangkan dan uji semua prosedur untuk pembersihan, inspeksi, dan pelumasan untuk kemungkinan standar.
 - e. Berdasarkan tugas sebelumnya, lakukan dan kembangkan prosedur inspeksi.
 - f. Melakukan inspeksi secara mandiri.
 - g. Menerapkan standarisasi prosedur inspeksi yang dilakukan sebelumnya, dan menerapkan manajemen visual sedapat mungkin di dekat mesin.
 - h. Terus melakukan pemeliharaan otonom untuk perbaikan berkelanjutan.

- (6) **Planned Maintenance**: untuk mencapai zero breakdown.
- (7) **Education And Training**: untuk meningkatkan produktivitas.
- (8) **Early Equipment / Product Management**: untuk mengurangi pemborosan selama implementasi mesin baru atau produksi produk baru.
- (9) **Quality Maintenance (Hinshitsu-Hozen)**: Ini sebenarnya adalah “pemeliharaan untuk kualitas.” Ini termasuk alat kualitas paling efektif dari TPM: *Poka-yoke* (yang berarti pemeriksaan kesalahan), yang bertujuan untuk mencapai kehilangan nol dengan mengambil tindakan yang diperlukan untuk mencegah kehilangan, karena intervensi manusia dalam desain atau manufaktur atau bahkan keduanya.
- (10) **Safety, Hygiene, And Environment** : untuk mencapai nol kecelakaan terkait pekerjaan dan untuk melindungi lingkungan.
- (11) **Office TPM**: untuk keterlibatan semua pihak dalam TPM karena proses kantor dapat ditingkatkan dengan cara yang sama.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Menurut (Ansori & Mustajib, 2013) *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah nilai dari besarnya efektivitas yang dimiliki oleh sebuah peralatan atau mesin. OEE dapat dihitung dengan mengukur availabilitas dari mesin/peralatan, efisiensi proses kinerja dari proses dan rate dari mutu suatu produk. Menurut (Nakajima, 1988) dalam (Ansori & Mustajib, 2013), kondisi yang ideal untuk OEE setelah dilaksanakannya TPM pada suatu perusahaan adalah :

Availability > 90%

Performance Efficiency > 95%

Quality Rate > 99%

Sehingga kondisi ideal pencapaian OEE adalah > 85%

Adapun rumus OEE adalah sebagai berikut :

$$OEE (\%) = Availability (\%) \times Performance\ rate (\%) \times Quality\ Rate (\%) \dots\dots(1)$$

1. *Availability*

Availability merupakan gambaran dari suatu rasio pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi suatu mesin atau peralatan. Ada 2 komponen yang mempengaruhi *availability* yaitu, *equipment failur* dan *set up and adjustment*. Rumus yang digunakan untuk mengukur *availability* adalah sebagai berikut :

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Downtime}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

Loading Time = waktu yang tersedia - downtime(3)

Downtime = lama trouble mesin + set up(4)

2. *Performance Efficiency*

Performance Efficiency merupakan rasio yang menggambarkan suatu peralatan atau mesin untuk dapat membuat suatu barang atau produk. Ada 2 komponen yang mempengaruhi *performance efficiency* yaitu, *reduce speed* dan *iddling and minor stoppage*. Rumus yang digunakan untuk mengukur *performance efficiency* adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ jam kerja} = 1 - \frac{Total\ delay}{Available\ Time} \times 100$$

$$Waktu\ siklus = \frac{Loading\ Time}{Total\ Produksi}$$

Waktu siklus ideal = Waktu siklus x % Jam kerja

$$Performance = \frac{Processed\ Amount \times Cycle\ Time}{Operation\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

Proccesed Amount = banyak produk yang dihasilkan

Cycle Time = waktu siklus membuat produk

Operation Time = *loading time* – *downtime*

3. *Quality Rate*

Quality Rate merupakan rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan atau mesin dalam menghasilkan suatu produk yang memenuhi standar yang telah ditentukan. Ada 2 komponen yang mempengaruhi *quality rate* yaitu, *defect in procces* dan *reduce yield*. Rumus yang digunakan untuk mengukur *quality rate* adalah sebagai berikut :

$$Quality = \frac{Proccesed\ Amount - Defect\ Amount}{Proccesed\ Amount} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

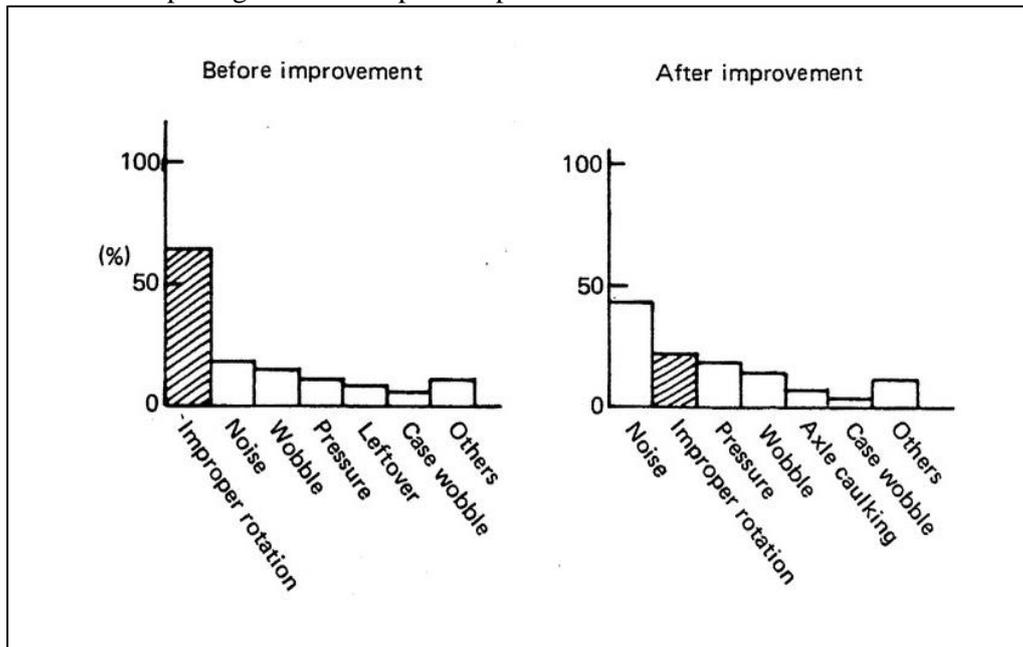
Dimana :

Proccesed Amount= banyak produk yang dihasilkan

Defect Amount= banyak produk yang cacat

Diagram Pareto

Menurut (Ishikawa, 1976) , Setiap bar mewakili satu item yang cacat dan sumbu vertikal menunjukkan tingkat cacat dalam hal persentase. Sumbu horizontal mencantumkan ke minor di sebelah kanan, sisanya diatur berdasarkan urutan besarnya. Jenis Grafik ini disebut Pareto Diagram. Diagram Pareto mengindikasikan masalah mana yang harus kita selesaikan terlebih dahulu untuk menghilangkan cacat dan melakukan peningkatan dalam proses operasi.



Gambar 2.1 Contoh Diagram Pareto
(Sumber : Kaoru Ishikawa, Guide To Quality Control 1976)

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini tergolong kedalam penelitian yang bersifat kuantitatif, karena dalam penelitian ini terdapat data yang harus diolah seccara statistik, dan juga bersifat kualitatif karena banyak menjelaskan teori – teori yang mendukung penelitian.

Data yang perlu diambil adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang didapat dari buku – buku atau laporan perusahaan. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang berhubungan data sebagai berikut:

- (1) Data *maintenance* mesin *Batching Plant*, seperti selang waktu interval kerusakan, waktu perbaikan, pemeliharaan, dan penggantian komponen mesin, jam kerja & hari kerja.
- (2) Data produksi dan *Quality Control* (QC) dari produk yang dihasilkan seperti kapasitas produksi dan jumlah produk yang cacat.

(3) Tempat penelitian : PT. XYZ

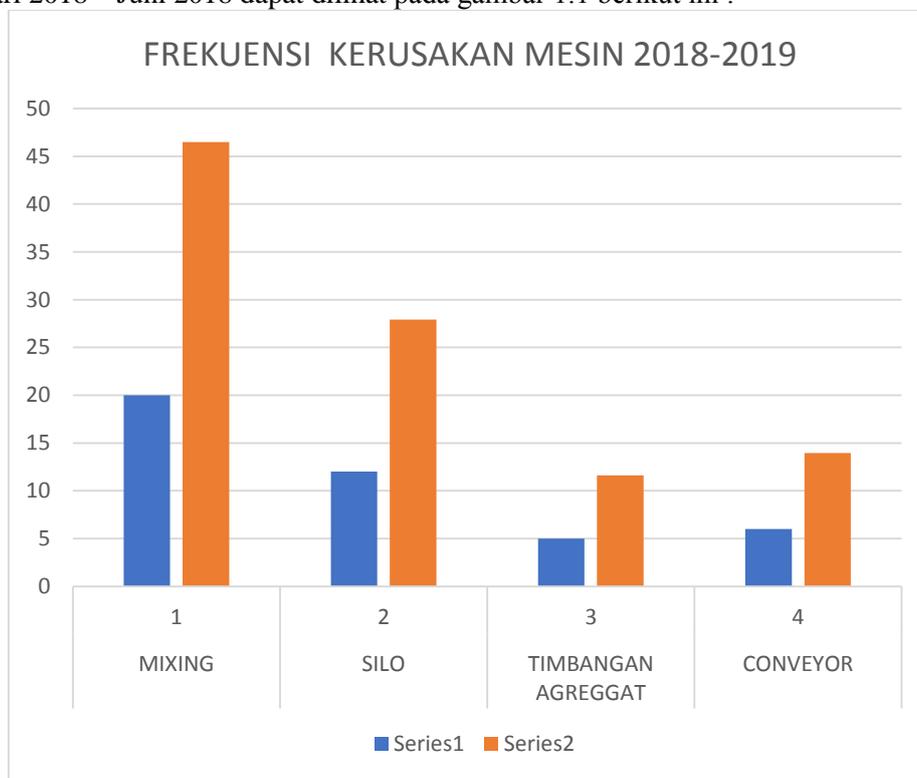
Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

- (1) Perhitungan *Availability Rate*
- (2) *Availability*, adalah rasio waktu *operation time* terhadap *loading time* nya.
- (3) Perhitungan *Performance Rate*
- (4) *Performance Efficiency* adalah rasio kualitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*Operation Time*).
- (5) Perhitungan *Quality Rate*
- (6) *Quality Rate* adalah rasio produk yang baik (*good product*) yang sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditentukan terhadap jumlah produk yang diproses.
- (7) Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)
- (8) Setelah nilai *availability rate*, *performance rate* dan *quality rate* pada mesin *Extruder* diperoleh maka dilakukan perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengetahui besarnya efektifitas penggunaan mesin.

PEMBAHASAN

Data di lapangan menunjukkan jumlah frekuensi kerusakan masih tinggi, yang berarti belum dapat memenuhi Tujuan dari TPM yaitu tanpa *berakdown*. Jumlah frekuensi kerusakan yang terjadi pada bulan Januari 2018 – Juni 2018 dapat dilihat pada gambar 1.1 berikut ini :



KOMPONEN MESIN BATCHING PLANT	NO	Total (MTC)	% Dari Total	% Kumulatif dari Total	UNIT
MIXING	1	20	47	47	PCS
SILO	2	12	28	74	pcs
TIMBANGAN AGREGGAT	3	5	12	86	PCS
CONVEYOR	4	6	14	100	PCS
TOTAL		43	100	307	PCS

Berdasarkan pada tabel diatas diketahui pada mesin *BatchingPlant* terjadi kerusakan pada ke 4 proses yaitu satuan frekuensi artinya kerusakan yang banyak terjadi pada proses mixing yaitu sebanyak 20 kali adapun data yang telah diolah oleh penulis sebagai informasi yang disajikan yaitu:

Tabel 4.2 Data waktu sekunder yang telah diolah

Bulan	Availability Time	Planned Down Time	Loading Time	Down Time
Januari	4224	450	3774	1003
Februari	4224	420	3804	1231
Maret	4224	431	3793	1222
April	4224	428	3796	1295
Mei	4224	415	3809	1090
Juni	4224	420	3804	1255

Berdasarkan pada tabel diatas merupakan keseluruhan dari data masing-masing yaitu didapatkan untuk pengolahan selanjutnya pada perhitungan OEE untuk mesin *BatchingPlant*.

Perhitungan OEE

Perhitungan OEE didapatkan untuk mengetahui analisis keefektifan dan efisiensi peralatan/mesin yang beroperasi oleh karena itu OEE didapatkan dari hasil 3 item perhitungan yaitu *availability rate*, *performance rate* dan *quality rate*.

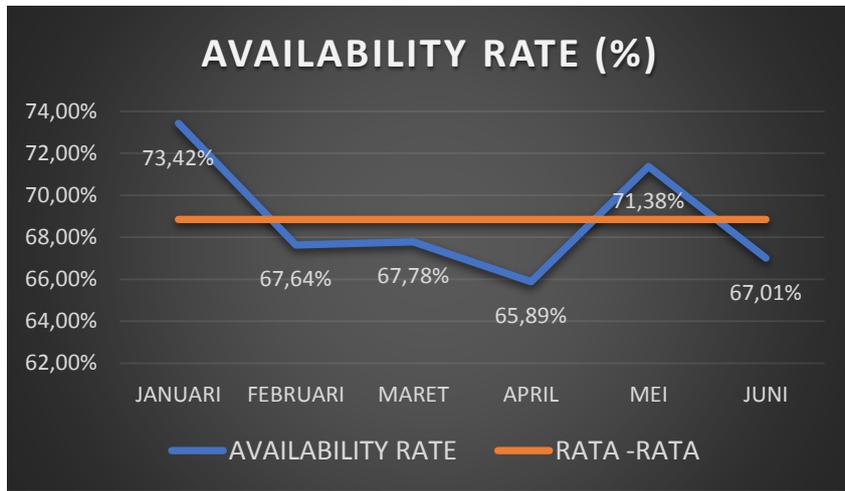
Menghitung Availability Rate

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

Tabel 4.3 Tabel Perhitungan Availability Rate

Bulan	Availability Time	Planned Down Time	Loading Time	Down Time	Avaibility
Januari	4224	450	3774	1003	73.42%
Februari	4224	420	3804	1231	67.64%
Maret	4224	431	3793	1222	67.78%
April	4224	428	3796	1295	65.89%
Mei	4224	415	3809	1090	71.38%
Juni	4224	420	3804	1255	67.01%
Rata-Rata	-	-	-	-	68.85%

Pada tabel 4.3 diatas didapatkan *availability rate* terendah yaitu pada bulan April yaitu dengan nilai sebesar 65.89% sedangkan *availability rate* tertinggi yaitu pada bulan Januari dengan nilai 73.42% dan rata-rata *availability rate* pada 6 Bulan pertama di tahun 2018 yaitu sebesar 68.85%.



Gambar 4.1 Grafik Availability Rate

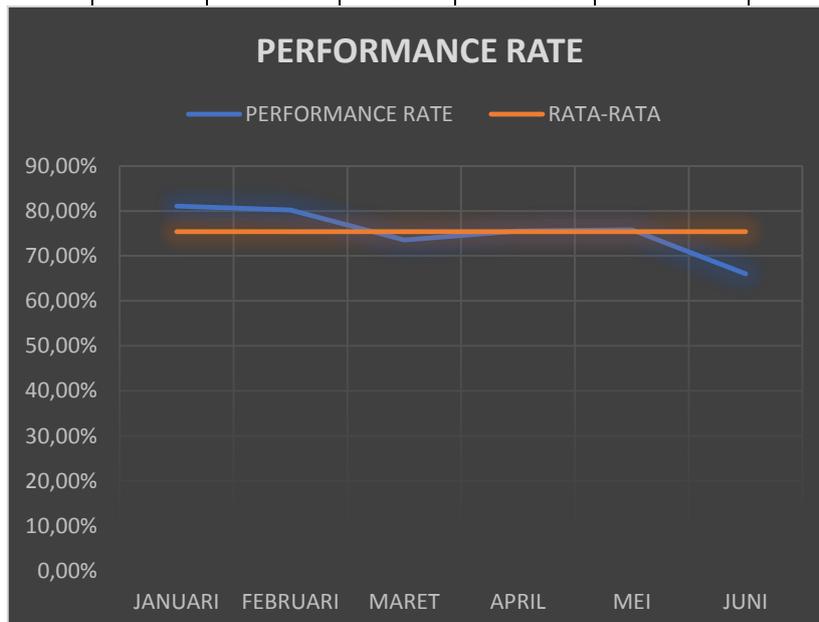
Menghitung Performance Rate

$$Performance = \frac{Processed\ Amount \times Cycle\ Time}{Operation\ Time} \times 100\%$$

Perhitungan untuk performance rate yaitu rasio perbandingan antara kuantitas atau banyaknya output yang dihasilkan terhadap waktu siklus dalam kemampuan mesin/peralatan dalam menghasilkan output.

Tabel 4.4 Perhitungan *Performance rate*

Bulan	Operasi on Time	Data Output Produksi	Cycle Time	Performance Rate
Januari	2771	214	0.175	81.09%
Februari	2573	188	0.183	80.23%
Maret	2571	175	0.18	73.51%
April	2501	182	0.173	75.54%
Mei	2719	192	0.179	75.84%
Juni	2549	155	0.181	66.04%



Pada tabel diatas didapatkan *Performance rate* terendah yaitu pada bulan Maret yaitu dengan nilai sebesar 73.51 % sedangkan *Performance rate* tertinggi yaitu pada bulan Januari dengan nilai 81.09 % dan rata-rata *availability rate* pada 6 Bulan pertama di tahun 2018 yaitu sebesar 75.37 %.

Menghitung Quality Rate

$$Quality = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Proceesed\ Amount} \times 100\%$$

Perhitungan pada *quality rate* merupakan perbandingan kemampuan mesin dalam menghasilkan output produk yang sesuai dengan standar yang ditetapkan. Adapun perhitungannya pada mesin Batching Plant dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Perhitungan *Quality Rate*

Bulan	Data Output Produksi	Reject	Quality Rate
Januari	214	14	93.46%
Februari	188	17	90.96%
Maret	175	21	88.00%
April	182	16	91.21%
Mei	192	19	90.10%
Juni	155	23	85.16%

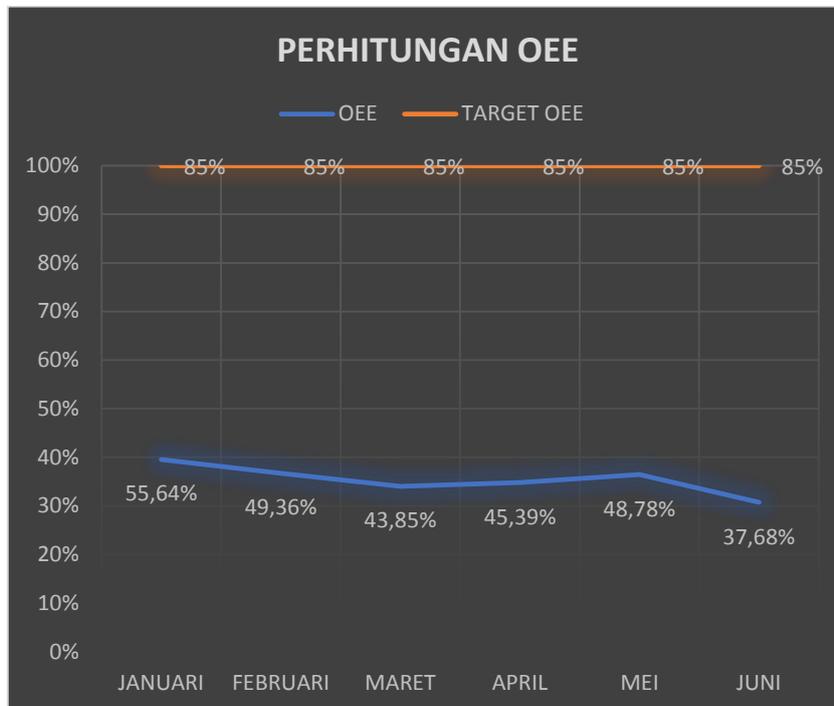
Berdasarkan pada tabel 4.5 didapatkan *Quality* terendah yaitu pada bulan Juni yaitu dengan nilai sebesar 85.16 % sedangkan *Quality* tertinggi yaitu pada bulan Januari dengan nilai 93.46 % dan rata-rata *availability rate* pada 6 Bulan pertama di tahun 2018 yaitu sebesar 89.81 %.

Menghitung OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

Perhitungan nilai OEE didapatkan dari hasil ketiga perhitungan yang telah didapatkan yaitu seperti terlihat pada tabel 4.6

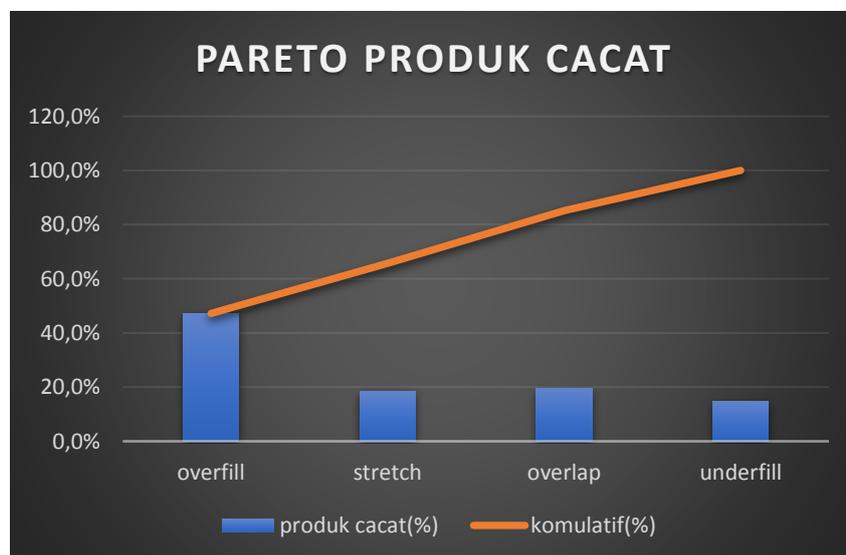
Bulan	Avaibility	Performance Rate	Quality Rate	OEE
Januari	73.42%	81.09%	93.46%	55.64%
Februari	67.64%	80.23%	90.96%	49.36%
Maret	67.78%	73.51%	88.00%	43.85%
April	65.89%	75.54%	91.21%	45.39%
Mei	71.38%	75.84%	90.10%	48.78%
Juni	67.01%	66.04%	85.16%	37.68%

Berdasarkan pada tabel 4.6 didapatkan OEE terendah yaitu pada bulan Juni yaitu dengan nilai sebesar 37.86 % sedangkan OEE tertinggi yaitu pada bulan Januari dengan nilai 93.46 % dan rata-rata *availability rate* pada 6 Bulan pertama di tahun 2018 yaitu sebesar 55.84 %. Hal ini dapat dilihat bahwa pada mesin Batching Plant masih jauh dari nilai OEE yang diharapkan yaitu



Pareto Diagram

Pareto diagram digunakan untuk mengetahui seberapa besar produk cacat yang dihasilkan. Adapun seperti terlihat pada gambar dibawah ini dengan persen kumulatif. Pada tabel terlihat banayaknya produk cacat yang dihasilkan yaitu karena overill sebesar 47.2 %. Hal ini juga berpengaruh Pada hasil nilai OEE yang telah didapatkan pada mesin Batching Plant pada bulan Januari-Juni 2018 masih jauh dari nilai OEE yang diharapkan hal ini karena dikarenakan sering terjadinya kerusakan yang diakibatkan oleh faktor-faktor sehingga menghasilkan data reject produk yang tentu saja merugikan perusahaan



KESIMPULAN

Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan pada PT. XYZ penulis mendapatkan hasil penelitan yaitu: Pada mesin Batching Plant diketahui besar nilai availability rate pada bulan Januari-Juni 2018 rata-rata yaitu sebesar 68.85%, pada perhitungan performance rate didapatkan hasil rata-ratanya yaitu 75.37 %, kemudian pada perhitungan Quality Rate didaptkan hasil rata-ratanya yaitu 89.81 % sedangkan besarnya nilai OEE yang didapatkan pada mesin Batching Plant yaitu 55.84 % hal ini masih jauh dari nilai OEE yang ditargetkan oleh mesin Batching Plant.

Diketahui produk cacat yang dihasilkan selama 6 Bulan terakhir pada Januari-Juni 2018 didapatkan pada diagram pareto tertinggi yaitu pada jenis cacat produk overfill yaitu sebesar 47.2%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, N., & Mustajib, M. I. (2013). *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ishikawa, K. (1976). *Guide To Quality Control*. Tokyo: Asian Productivity Organization.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM (Total Productive Maintenance)*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Peng, K. (2012). *Equipment Management in the Post-Maintenance Era A New Alternative to Total Productive Maintenance (TPM)*. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Stamatis, D. H. (2010). *The OEE Primer : Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Wang, J. X. (2011). *LEAN MANUFACTURING Business Bottom-Line Based*. Boca Raton, Florida: CRC Press, Taylor & Francis Group.