

Usulan Perancangan *Planned Maintenance* pada Mesin *Finish Mill* 4.20 Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE) di PT Semen Tonasa

1st Arianne Deapati Intifadhah
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
ariannedeapatii@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Endang Budiasih
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id

3rd Nopendri
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
nopendri@telkomuniversity.ac.id

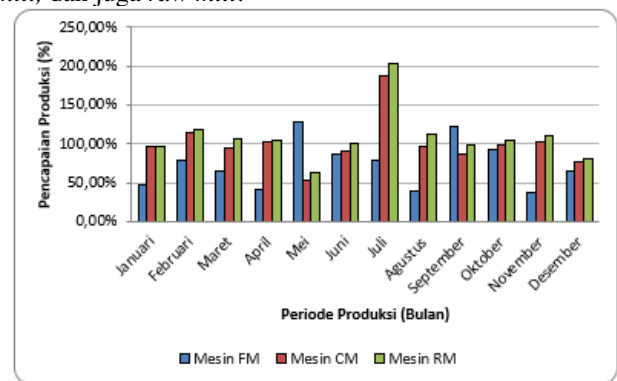
Abstrak—PT Semen Tonasa merupakan produsen semen terbesar di Kawasan Timur Indonesia yang terletak di Kabupaten Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan. Berdasarkan data realisasi dan RKAP produksi semen, pada tahun 2021 diketahui bahwa volume produksi mesin *finish mill* 4.20 tidak mampu mencapai target yang direncanakan salah satunya dikarenakan seringnya terjadi *downtime*. Hal ini menyebabkan tingkat efektivitas mesin tidak optimal. Metode yang digunakan untuk menghitung tingkat efektivitas mesin yaitu metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE) dengan tujuan untuk menghitung tingkat efektivitas mesin yang mempertimbangkan sumber daya (*man, method, material, machine*). Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, nilai OEE dan ORE pada mesin *finish mill* 4.20 dari bulan Januari 2021 – Desember 2021 yaitu sebesar 77,36% dan 50,40%, hal ini menunjukkan bahwa nilai OEE dan ORE masih dibawah standar World Class Manufacturing OEE's Standard yaitu sebesar 85%. Analisis *six big losses* selanjutnya digunakan untuk mengetahui faktor kerugian terbesar dari rendahnya nilai efektivitas mesin *finish mill* 4.20, terdapat dua faktor yang paling berpengaruh yaitu *idling and minor stoppage losses* sebesar 52,40% dan *reduced speed losses* sebesar 31,13%. Untuk mengatasi permasalahan terkait rendahnya nilai efektivitas mesin *finish mill* 4.20 maka diterapkan dua pilar Total Productive Maintenance (TPM) yaitu pilar *planned maintenance* dan *autonomous maintenance*.

Kata kunci — *overall equipment effectiveness* (OEE), *overall resource effectiveness* (ORE), *six big losses*, *total productive maintenance* (TPM)

I. PENDAHULUAN

PT Semen Tonasa merupakan produsen semen terbesar di Kawasan Timur Indonesia Menempati lahan seluas 715 hektar di Kabupaten Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan. Dalam proses produksinya, PT Semen Tonasa mempunyai aliran proses pembuatan semen mulai dari bahan baku yang masih berupa batu kapur dan tanah liat hingga menjadi semen yang sudah siap diedarkan di pasaran. Alur proses produksi di PT Semen Tonasa yang melibatkan cukup banyak mesin

untuk memproduksi semen seperti mesin *finish mill*, *coal mill*, dan juga *raw mill*.



GAMBAR 1
(Pencapaian Produksi Mesin)

Pada Gambar 1 menunjukan periode produksi antara bulan Januari sampai dengan Desember 2021 dapat diketahui bahwa mesin *finish mill* adalah mesin yang paling sering tidak mencapai 100% target pencapaian produksi bulanan dibandingkan dengan mesin *coal mill* dan mesin *raw mill*. Tercatat pada bulan Januari, Februari, Maret, April, Juni, Juli, Agustus, Oktober, November dan Desember mesin *finish mill* menjadi mesin yang tingkat pencapaian produksinya menjadi yang terendah jika dibandingkan dengan kedua mesin lainnya.

Mesin *finish mill* merupakan salah satu komponen penting dalam proses produksi semen, mesin ini berfungsi untuk proses penggilingan akhir *clinker* yang dicampurkan dengan bahan baku lainnya seperti *fly ash*, *gypsum*, *limestone* dan *trass*. Setelah proses penggilingan di mesin *finish mill* ini selesai barulah semen bisa di packing atau digunakan sebagai semen curah.

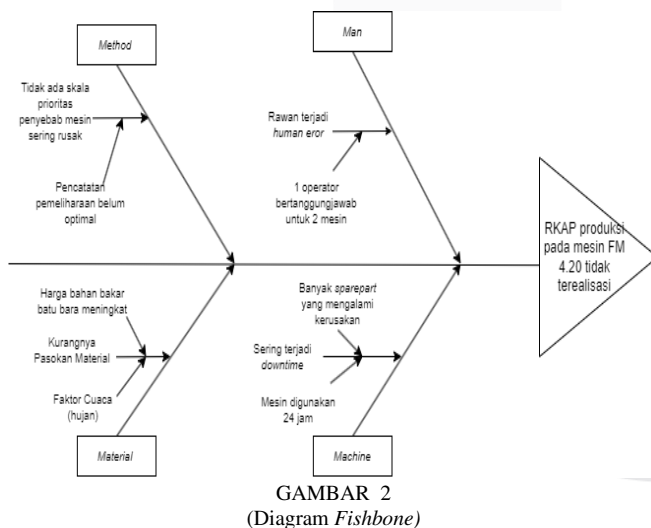
PT Semen Tonasa memiliki RKAP (Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan) yang digunakan untuk menilai pencapaian kinerja perusahaan dalam satu periode pada proses produksinya tersebut.

TABEL 1
(Rekap Produksi *Finish mill* 2021)

Indikator Kinerja	PRODUKSI FINISH MILL		
	Januari - Desember 2021		
	RKAP 2021	REAL 2021	% Real: RKAP
Volume Produksi (Ton Semen)	5.254.223	5.084.258	97
FM 2	417.127	349.462	84
FM 3	438.600	625.136	143
FM 4.19	1.017.600	1.060.851	104
FM 4.20	909.376	630.597	69
FM 5.52	1.212.000	1.261.844	104
FM 5.53	1.259.520	1.156.369	92

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa volume produksi semen pada rancangan RKAP adalah sejumlah 5.254.223 ton sedangkan realisasi volume produksi semen pada mesin *finish mill* hanya sejumlah 5.084.258 ton yang berarti volume produksinya hanya mencapai sekitar 97% dari yang sudah ditargetkan. Hal tersebut dikarenakan tiga dari enam mesin *finish mill* yang ada pada tahun 2021 tidak mampu mencapai target RKAP, antara ketiga mesin yang tidak mencapai target RKAP, mesin *finish mill* 4.20 merupakan mesin yang volume produksinya terendah.

Ketidakmampuan mesin *finish mill* 4.20 untuk mencapai target volume produksi RKAP 2021 bisa diketahui dengan melakukan identifikasi lebih lanjut. Identifikasi permasalahan ini akan direpresentasikan menggunakan diagram *fishbone* untuk mengetahui akar dari permasalahan serta faktor-faktor yang menyebabkan permasalahan terjadi.



Berdasarkan Gambar 2, beberapa faktor yang dapat diidentifikasi menjadi akar permasalahan terkait RKAP produksi mesin *finish mill* 4.20 yang tidak terealisasi yaitu terdiri dari *man*, *method*, *machine*, dan juga *material*. Pada proses identifikasi akar permasalahan dilakukan proses *interview* dengan Bapak Syaiful Bachri selaku operator mesin *finish mill* yang mengatakan bahwa permasalahan RKAP mesin *finish mill* 4.20 yang tidak terealisasi yaitu mesin sering mengalami *breakdown* (*downtime*).

TABEL 2
(Breakdown Time Mesin *Finish Mill* 4.20)

Bulan	Breakdown Time (jam)
Januari	92,2
Februari	99,7
Maret	26,5
April	40,9
Mei	13,6
Juni	34,5
Juli	86,6
Agustus	24,8
September	32,9
Oktober	12,0
November	43,2
Desember	70,3

Pada Tabel I.3 dapat dilihat bahwa total mesin *finish mill* 4.20 mengalami *breakdown* yaitu sebanyak 577,1 jam selama tahun 2021, hal ini disebabkan karena banyak *sparepart* mesin *finish mill* yang mengalami kerusakan sehingga mesin sering mengalami *downtime* yang menyebabkan mesin tidak bekerja secara efektif.

II. KAJIAN TEORI

A. Maintenance

Menurut (Yasin et al., 2021) pemeliharaan adalah kombinasi tindakan teknis dan administratif, termasuk kegiatan pengawasan yang bertujuan untuk memelihara alat atau memperbaiki alat agar dalam kondisi baik sehingga akan berfungsi pada tingkat yang diinginkan.

B. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) menurut (Singh et al., 2013) didefinisikan sebagai ukuran pemanfaatan aset atau peralatan, umumnya OEE digunakan sebagai indikator kinerja pemanfaatan peralatan. OEE memberi tahu apakah peralatan kurang dimanfaatkan atau digunakan berlebihan. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui peralatan mana yang perlu ditingkatkan produktivitasnya ataupun efisiensi mesin. OEE dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan (1)

$$OEE = A \times P \times Q \quad (1)$$

dimana:

A = Availability

P = Performance

Q = Quality

Berdasarkan penghargaan yang pernah diberikan oleh Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), kondisi ideal OEE yaitu pada Gambar 2.1.

Availability	90%
Performance	95%
Quality	99%
OEE	85%

GAMBAR II. 1
(Standar JIPM)

1. *Availability* yaitu rasio yang menunjukkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk pengoperasian mesin atau peralatan.
2. *Performance* yaitu rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan untuk memproduksi barang
3. *Quality* yaitu rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan untuk memproduksi barang sesuai dengan standar yang ditentukan

C. Six Big Losses

Analisis OEE berfokus pada enam kerugian utama (*six big losses*) penyebab peralatan produksi tidak beroperasi secara normal. Dari ke-enam kerugian utama dikelompokkan menjadi tiga yaitu *downtime losses*, *speed losses*, dan *quality losses* (Kumar et al., 2020). Berikut pengelompokan *six big losses* menurut (Stamatis, 2010) dalam buku The OEE Primer, diantaranya adalah:

1. *Equipment failure losses* merupakan kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan mesin dan peralatan, kerusakan mesin yang sering terjadi adalah mesin mati mendadak sehingga proses produksi terhenti.
2. *Set-up and adjustment losses* merupakan kerugian yang terjadi karena adanya penyesuaian dan penyetelan pada mesin atau peralatan.
3. *Idling and minor stoppage losses* merupakan kerugian yang disebabkan mesin berhenti sesaat, hal ini dapat disebabkan karena material datang terlambat ke *workstation*, *error* pada sensor, atau kesalahan *setting*.
4. *Reduce Speed Losses* merupakan kerugian yang terjadi karena penurunan kecepatan mesin sehingga mesin tidak dapat beroperasi dengan maksimal.
5. *Defect losses* adalah kerugian yang disebabkan oleh produk hasil produksi dimana produk tersebut memiliki kekurangan setelah keluar dari proses produksi, kerugian ini dapat berupa adanya cacat pada produk atau pengerjaan ulang (*rework*).
6. *Reduced yield losses* adalah kerugian pada awal waktu produksi hingga mencapai kondisi yang stabil. Kerugian yang diakibatkan karena suatu keadaan dimana produk yang dihasilkan tidak sesuai standar karena terjadi perbedaan kualitas antara waktu mesin pertama kali dinyalakan dengan pada saat mesin tersebut sudah stabil beroperasi.

D. Overall Resource Effectiveness (ORE)

Overall Resource Effectiveness (ORE) adalah metode untuk mengukur tingkat keefektifitasan dalam penggunaan semua sumber daya seperti peralatan, operator, teknisi, manajemen lantai, dan sistem pendukung, metode ini akan sangat membantu dalam pengambilan keputusan untuk analisis lebih lanjut dan terus meningkatkan kinerja sumber daya. (Mohammed Dawood & Khudair, 2019). Menurut (Pandey & Sridhar, 2019) terdapat tujuh faktor untuk mengukur nilai *Overall Resource Effectiveness* (ORE) yaitu:

1. *Readiness* berkaitan dengan total waktu sistem tidak siap untuk beroperasi karena adanya *planned downtime*
2. *Availability of facility* berkaitan dengan total waktu sistem tidak beroperasi karena waktu henti fasilitas. Kerugian yang disebabkan karena adanya kerusakan pada mesin atau tidak tersedianya peralatan, perlengkapan mesin, dan lain-lain yang terkait dengan fasilitas.

3. *Changeover efficiency* berkaitan dengan total waktu sistem tidak beroperasi karena adanya *set-up and adjustment*.
4. *Availability of material* berkaitan dengan total waktu dimana sistem tidak beroperasi dikarenakan adanya *material shortages*. *Material shortages* meliputi tidak tersedianya bahan baku, komponen, atau sub-rakitan
5. *Availability of manpower* (Amp) berkaitan dengan tidak tersedianya operator di *workstation* karena ketidakhadiran.
6. *Performance* menunjukkan kemampuan peralatan untuk memproduksi barang.
7. *Quality* menunjukkan kemampuan peralatan untuk memproduksi barang sesuai dengan standar yang ditentukan

Overall Resource Effectiveness (ORE) dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan II.5.

$$ORE = R \times Af \times C \times Am \times Amp \times P \times Q \quad (2)$$

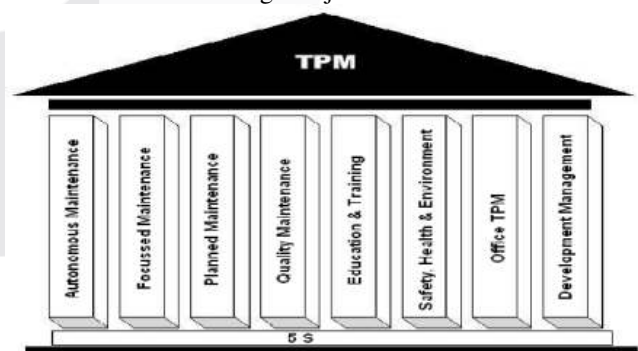
dimana:

- R = *Readiness*
 Af = *Availability of Facility*
 C = *Changeover Efficiency*
 Am = *Availability of Material*
 Amp = *Availability of Manpower*
 P = *Performance*
 Q = *Quality*

E. Total Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) adalah konsep pemeliharaan produktif yang dirancang untuk mencapai efektivitas menyeluruh dari sistem produksi dengan melibatkan semua orang di dalam organisasi (Adesta et al., 2018).

Menurut (Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, et al., 2009) TPM adalah pendekatan inovatif untuk pemeliharaan yang mengoptimalkan efektivitas peralatan, meminimalisir *breakdown*, dan mengenalkan *autonomous maintenance* kepada operator melalui kegiatan sehari-hari yang melibatkan seluruh tenaga kerja.



GAMBAR II. 2
(Pilar TPM)

1. *Autonomous Maintenance* (Jishu Hozen) adalah kegiatan yang dirancang untuk memberdayakan dan mengembangkan operator agar dapat menangani tugas-tugas pemeliharaan kecil sehingga operator bertanggung jawab atas pemeliharaan peralatan mereka untuk mencegahnya memburuk.

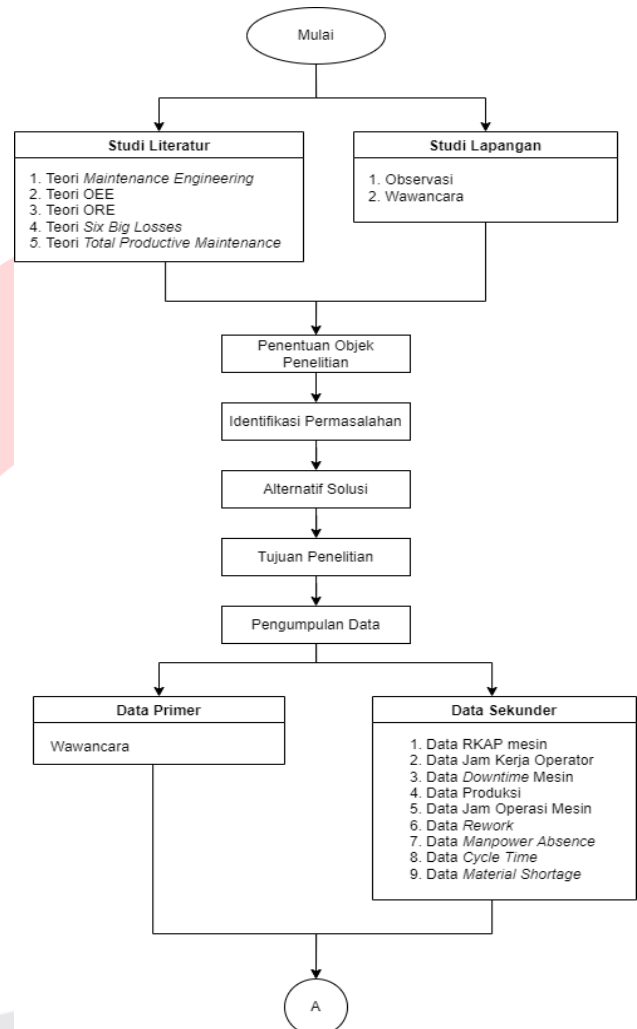
2. *Focussed improvement* bertujuan untuk mengatasi kerugian yang menghambat efisiensi peralatan, kerugian yang disebabkan dari waktu pemuatan mesin (*machine loading time*), serta kerugian utama yang menghambat penggunaan sumber daya produksi (Ben-Daya, Duffuaa, Knezevic, et al., 2009).
3. *Planned maintenance* adalah pemeliharaan yang direncanakan untuk mengidentifikasi masalah dasar peralatan atau mesin, mencapai dan mempertahankan *availability* mesin, mengoptimalkan biaya *maintenance*, meningkatkan keandalan dan kemampuan perawatan mesin, *zero failures and breakdowns*, serta selalu memastikan ketersediaan suku cadang (Roberto et al., 2019)
4. *Quality Maintenance* bertujuan untuk menjaga peralatan agar bekerja dengan kondisi yang baik sehingga produk yang dihasilkan untuk pelanggan berkualitas baik. Dengan kata lain, *quality maintenance* berfokus pada pemantauan kegiatan yang mempengaruhi variabilitas kualitas produk (Shinde dan Prasad 2017).
5. *Education & Training* (ET) bertujuan untuk memiliki karyawan *multi skilled* dan berenergi yang memiliki semangat kerja tinggi dan melakukan semua fungsi yang diperlukan secara mandiri dan efektif. Pendidikan diberikan kepada operator untuk meningkatkan keterampilan mereka seperti mengajarkan teknologi, kualitas kontrol, *interpersonal skills*, *multi skill*, penyesuaian karyawan dengan organisasi serta mengevaluasi kinerja karyawan secara berkala (Roberto et al., 2019)
6. Menurut (Morales Méndez and Rodriguez 2017) tujuan utama SHE yaitu untuk memastikan tempat kerja agar tidak adanya kecelakaan kerja (*zero accidents*), penyakit akibat pekerjaan (*zero occupational diseases*), dan kecelakaan akibat lingkungan kerja (*zero environmental accidents*). Implementasi SHE dapat dilakukan dengan cara menyediakan standar prosedur operasi, menyediakan lingkungan kerja yang sesuai dan aman untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan kerja.
7. *Office TPM* mencakup kerugian fungsional, organisasi kantor yang efisien, penyediaan layanan, dan dukungan untuk departemen produksi yang berfokus di tempat kerja dan prosedur kerja standar organisasi yang efektif (Roberto et al., 2019).
8. *Development managment* berfungsi untuk menggabungkan pengetahuan dan keterampilan manufaktur yang diperoleh dengan cara memelihara peralatan yang ada untuk diterapkan dalam desain peralatan baru (Ahuja 2009). *Development managment* digunakan untuk memastikan bahwa tim dapat mengembangkan produk yang andal dan sesuai dengan spesifikasi yang diberikan (Levitt 2010).

F. Diagram Fishbone

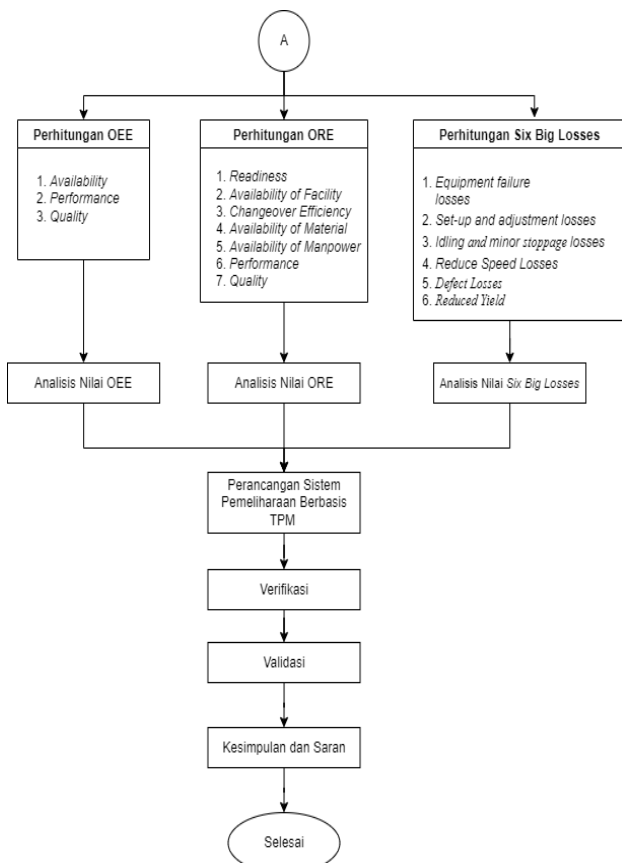
Diagram Sebab-akibat (*Cause and Effect Diagram*) disebut juga diagram tulang ikan (*fishbone chart*) dan berguna untuk memperlihatkan faktor- faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai akibat pada masalah yang kita pelajari.

III. METODE

Tahap perancangan dalam tugas akhir ini dimulai dari tahap pendahuluan, tahap pengumpulan data, pengolahan data, tahap analisis dan tahap penarikan kesimpulan dan saran. Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 menunjukkan tahapan perancangan dalam Tugas Akhir ini.



GAMBAR III. 1
(Tahapan Perancangan (1))



GAMBAR III. 2
(Tahapan Perancangan (Lanjutan))

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Nilai OEE

Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat diperoleh setelah mendapatkan persentase nilai *availability*, *performance*, dan *quality*.

TABEL IV. 1
(Nilai OEE Mesin *Finish Mill* 4.20)

Bulan	Availability	Performance	Quality	OEE
Januari	98,84%	70,97%	99,08%	69,50%
Februari	98,83%	91,24%	98,75%	89,03%
Maret	98,59%	58,62%	98,85%	57,12%
April	98,91%	58,36%	99,66%	57,53%
Mei	99,62%	67,13%	98,98%	66,20%
Juni	98,65%	90,74%	99,11%	88,71%
Juli	98,85%	91,77%	98,75%	89,58%
Agustus	99,36%	49,96%	99,43%	49,36%
September	99,46%	96,21%	98,98%	94,71%
Oktober	99,25%	97,10%	98,90%	95,30%
November	98,90%	79,85%	99,01%	78,18%
Desember	98,05%	95,46%	98,91%	92,58%
Average	98,94%	78,95%	99,03%	77,36%

Tabel IV.1 menunjukkan nilai OEE mesin *finish mill* 4.20 yaitu 77,36% yang berarti nilai OEE masih belum memenuhi standar JIPM yaitu 85%. Penyebab nilai OEE masih dibawah standar dikarenakan rendahnya nilai *performance* mesin. Nilai *performance* mesin yang rendah disebabkan karena mesin sering mengalami kerusakan secara tiba-tiba (*downtime*).

B. Perhitungan Nilai ORE

Nilai *Overall Resource Effectiveness* (ORE) dihitung berdasarkan tujuh faktor yaitu *readiness*, *availability of*

facility, *changeover efficiency*, *availability of material*, *availability of manpower*, *performance* (P), dan *quality*

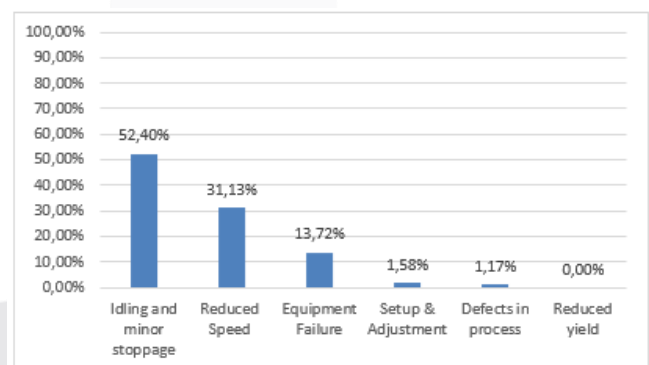
TABEL IV. 2
(Nilai ORE Mesin *Finish Mill* 4.20)

Bulan	Readiness	Availability of Facility	Changeover Efficiency	Availability of Material	Availability of Manpower	Performance	Quality	ORE (%)
Januari	93,69%	84,88%	83,89%	82,32%	100,00%	70,97%	99,08%	38,62%
Februari	93,02%	81,77%	80,81%	78,56%	100,00%	91,24%	98,75%	43,50%
Maret	93,69%	95,63%	94,30%	91,92%	100,00%	58,62%	98,85%	45,01%
April	93,48%	93,06%	92,04%	76,03%	100,00%	58,36%	99,66%	35,41%
Mei	93,69%	97,77%	97,40%	93,33%	100,00%	67,13%	98,98%	55,33%
Juni	93,48%	94,15%	92,88%	92,47%	100,00%	90,74%	99,11%	67,98%
Juli	93,69%	85,80%	84,82%	65,05%	100,00%	91,77%	98,75%	40,20%
Agustus	93,69%	95,93%	95,31%	90,87%	100,00%	49,96%	99,43%	38,67%
September	93,48%	94,42%	93,91%	92,44%	100,00%	96,21%	98,98%	72,96%
Oktober	93,69%	98,04%	97,30%	83,91%	100,00%	97,10%	98,90%	72,01%
November	93,48%	92,67%	91,65%	79,66%	100,00%	79,85%	99,01%	50,00%
Desember	93,69%	88,47%	86,75%	62,93%	100,00%	95,46%	98,91%	42,73%
Average	93,57%	91,88%	90,92%	82,46%	100,00%	78,95%	99,03%	50,40%

Pada tabel IV.2 dapat dilihat nilai faktor ORE pada mesin *finish mill* 4.2, faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai *overall resource effectiveness* yaitu nilai *performance* dan *availability of material*. Nilai *availability of material* rendah disebabkan karena tidak tersedianya bahan baku, komponen, atau sub-rakitan.

C. Perhitungan Nilai *Six Big Losses*

Nilai *six big losses* dihitung untuk mengetahui faktor penyebab kerugian terbesar pada suatu mesin. Terdapat enam faktor penyebab kerugian (*losses*) yaitu *equipment failure losses*, *set-up, and adjustment*, *idling and minor stoppage*, *reduced speed losses*, *defect losses* dan *reduce yield*.



GAMBAR IV. 1
(Grafik *Six Big Losses*)

Gambar IV.1 menunjukkan bahwa dua penyebab kerugian terbesar pada mesin *finish mill* 4.20 adalah faktor *idling and minor stoppage* sebesar 52,40% dan *reduced speed* sebesar 31,13%. *Idling and minor stoppage* pada mesin *finish mill* 4.20 tinggi disebabkan karena sering terjadi *error* pada mesin, seperti ada komponen yang terlepas, filter *stainer* pada *screw pump* kotor, serta kesalahan pada penyetingan mesin. Sedangkan *reduced speed* disebabkan karena adanya penurunan kecepatan pada mesin yang disebabkan oleh komponen pada mesin aus atau kotor, pelumasan yang buruk, dan kelalaian operator atau teknisi dalam melakukan perawatan.

D. Usulan Perancangan

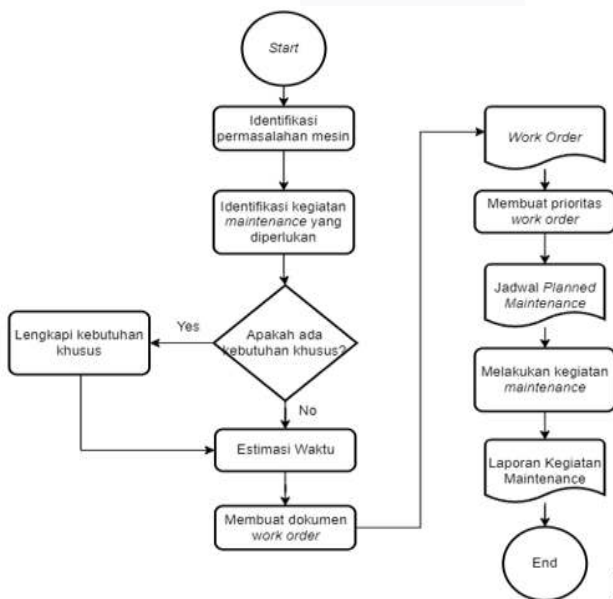
Hasil rancangan yang dibuat dalam penelitian ini disesuaikan dengan hasil perhitungan nilai OEE, ORE, dan *six big losses*.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai OEE, ORE, dan *six big losses* dapat diketahui bahwa nilai OEE mesin *finish mill* 4.20 yaitu 77,36%, nilai ORE 50,40% dan dua faktor yang paling mempengaruhi kerugian *six big losses* yaitu *idling and minor stoppage* sebesar 52,4% dan *reduced speed* sebesar 31,13%. Rancangan ini berupa usulan untuk meningkatkan performansi mesin dengan menerapkan dua pilar TPM yaitu pilar *planned maintenance* dan *autonomous maintenance*. Pada Tabel IV.3 dapat dilihat spesifikasi rancangan mesin *finish mill* 4.20 pada PT Semen Tonasa.

TABEL IV. 3
(Hasil Rancangan)

No	Spesifikasi	Sub Spesifikasi	Tujuan
1	Pilar TPM <i>Planned Maintenance</i>	Melakukan <i>preventive</i> dan <i>predictive maintenance</i>	Meningkatkan nilai <i>performance</i> (OEE)
2	Pilar TPM <i>Autonomous Maintenance</i>	Melakukan kegiatan <i>maintenance</i> sehari-hari oleh operator	Meningkatkan nilai ORE dan mengurangi nilai kerugian <i>six big losses</i>

Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk menerapkan *planned maintenance* yaitu bisa dimulai dengan membuat *workflow planned maintenance* seperti pada Gambar IV.2. *Workflow planned maintenance* dapat digunakan untuk memperjelas alur kerja sehingga dapat memudahkan dalam membuat perencanaan *maintenance*. Alur kerja yang tertata dan terjadwal akan memudahkan proses perawatan mesin baik itu perawatan secara *preventive* maupun perawatan *predictive*.



GAMBAR IV. 2
(Workflow)

Kegiatan *preventive maintenance* mencakup pelumasan peralatan, pembersihan, penggantian suku cadang, pengencangan, dan penyetelan. Selama fase ini, *preventive maintenance* ditetapkan berdasarkan kegiatan pemeliharaan berbasis waktu (TBM). Contoh *sheet* perencanaan kegiatan *preventive maintenance* yang dapat diterapkan pada mesin *finish mill* 4.20 ditunjukkan oleh Gambar IV.3.

PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN								
Mesin		Finish Mill 4.20						
Task		PIC	Frekuensi				Estimasi Waktu (menit)	Progress
Komponen	Jenis Pemeliharaan		D/W/M	Standar	Kondisi Real Mesin	Peralatan/material		
Bucket	Pengecekan oli bearing tension	Fauzi	D	30-39 celsius	42 celsius	Oil viscosity sensor	Penggantian oli	15 menit
Belt Feeding	Pengecekan skat rubber							
	Perbaikan sambungan belt							
Mill	Pengecekan rotor							
	Penggantian nozzle water spray							
	Pengelasan M-roller							
	Test fungsi pump high pressure							

GAMBAR IV. 3
(Sheet Perencanaan Preventive Maintenance)

Preventive maintenance dapat digunakan untuk memeriksa tanda-tanda kerusakan selama proses produksi, *preventive maintenance* dapat menjadi standar untuk tolak ukur produktivitas mesin.

Kegiatan *planned maintenance* juga dapat dilakukan dengan *predictive maintenance* yang berguna untuk mengantisipasi kegagalan mesin sebelum terjadi kerusakan dan memberikan kesempatan bagi perusahaan untuk melacak kondisi mesin serta memberikan peringatan sebelum kerusakan terjadi. Menurut (Higgins et al., 2008) *predictive maintenance* dapat diterapkan dengan menggunakan teknik pemantauan dan diagnostik lainnya. Teknik ini meliputi: *vibration monitoring*, termografi, dan juga tribologi.

Penerapan *autonomous maintenance* juga dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai efektivitas mesin dan mengurangi nilai *six big losses*. *Autonomous maintenance* akan lebih efektif ketika operator diberikan pelatihan-pelatihan dasar seperti cara melakukan pelumasan pada mesin dengan benar, standar pembersihan mesin, perawatan dasar pada mesin secara mandiri, dan melakukan dokumentasi kegiatan *autonomous maintenance*.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data menggunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE), rata-rata nilai OEE pada mesin *finish mill* 4.20 dari bulan Januari hingga Desember 2021 adalah sebesar 77,36%. Hal ini menyatakan bahwa tingkat efektivitas mesin *finish mill* belum memenuhi *World Class Manufacturing OEE's standard* (JIPM) yaitu sebesar 85%, sedangkan nilai rata-rata ORE pada mesin *finish mill* 4.20 dari bulan Januari hingga Desember 2021 adalah sebesar 50,40%. Nilai ORE lebih rendah dibandingkan nilai OEE disebabkan karena pengukuran nilai ORE tidak hanya melibatkan mesin tetapi juga melibatkan sumber daya.

Berdasarkan hasil perhitungan *six big losses*, terdapat dua faktor kerugian terbesar terhadap rendahnya nilai efektivitas mesin *finish mill* 4.20 yaitu *idling and minor stoppage* dan *reduced speed*. Nilai *idling and minor stoppage* yaitu sebesar 52,40% dan nilai *reduced speed* yaitu sebesar 31,13%. Pilar TPM *planned maintenance* dan *autonomous maintenance* diterapkan untuk mengatasi permasalahan

terkait rendahnya nilai efektivitas mesin *finish mill* 4.20. Penerapan pilar *planned maintenance* dilakukan dengan membuat *workflow planned maintenance* sebagai acuan alur pemeliharaan, membuat *preventive plan* agar operator atau teknisi mengetahui jadwal perbaikan yang telah dijadwalkan serta perusahaan dapat memiliki dokumentasi yang lebih detail, dan memberikan saran melakukan *predictive maintenance* untuk meminimalkan kerusakan yang tidak terjadwal (*breakdown*).

Penerapan pilar *autonomous maintenance* disarankan agar operator dapat melakukan beberapa tugas pemeliharaan rutin seperti pembersihan harian, pemeriksaan, pengencangan, dan pelumasan yang dibutuhkan oleh peralatan atau mesin, sehingga dapat dengan cepat melihat dan mendeteksi jika ada anomali yang terjadi pada mesin *finish mill* 4.20.

REFERENSI

- Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Knezevic, J., Ait-Kadi, D., & Raouf, A. (2009). Handbook of maintenance management and engineering. In *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. Springer London. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0>
- Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Raouf, A., Knezevic, J., & Editors, D. A.-K. (2009). *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. Springer.
- Higgins, L. R., Wikoff, D. J., York, N., San, C., Lisbon, F., Madrid, L., City, M., New, M., San, D., & Seoul, J. (2008). *MAINTENANCE ENGINEERING HANDBOOK R. Keith Mobley Editor in Chief Seventh Edition*.
- Kumar, R., Mathiyazhagan, P. K., Kumar, R., & Davim, J. P. (2020). *Advances in Industrial and Production Engineering*. <http://www.springer.com/series/11693>
- Mohammed Dawood, L., & Khudair, A. A. (2019). Evaluation of Overall Resource Effectiveness for Job Shop Production System. *Anbar Journal of Engineering Science*, 7. <http://www.uoanbar.edu.iq/Evaluate/>
- Pandey, R., & Sridhar, K. (2019). EVALUATING THE PERFORMANCE OF PLANT BY OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS & OVERALL RESOURCE EFFECTIVENESS: A CASE STUDY. *INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY (IRJET)*, 06(06).
- Roberto, J., Jorge, D.-R., García-Alcaraz, L., & Martínez-Loya, V. (2019). *Impact Analysis of Total Productive Maintenance Critical Success Factors and Benefits*.
- Stamatis, D. (2010). *The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*.