

Evaluasi Penerapan *Total Productive Maintenance* Pada Mesin Slitting di Perusahaan Pipa Baja

Eko Risdiyanto¹, Novera Elisa Triana²

^{1,2)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta Barat 11650
41619310064@student.mercubuana.ac.id, novera.elisa@mercubuana.ac.id

Abstrak

Perkembangan jaman dan kemajuan teknologi informasi yang semakin pesat, menjadikan faktor kelancaran proses produksi membutuhkan dukungan mesin-mesin dan peralatan yang baik. Perusahaan Pipa Baja telah melakukan penerapan *Total Productive Maintenance*, tetapi hasil dari proses pemeliharaan ini belum dapat dikatakan maksimal karena *Total Productive Maintenance* yang baru dijalankan belum mendapatkan evaluasi. Salah satu metode mengukur tingkat keberhasilan penerapan TPM adalah melalui pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Perusahaan Pipa Baja merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur yaitu produk pipa baja untuk kebutuhan distribusi air bersih, oil & gas dan struktural. Permasalahan terbesar berdasarkan data lapangan, yang dihadapi perusahaan saat ini ialah tingginya *downtime* mesin Slitting. Efek dari *downtime* tersebut adalah menurunnya performa mesin sehingga menyebabkan rendahnya efektifitas mesin Slitting. Langkah pertama yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* diikuti dengan analisa *Six Big Losses* serta dianalisa akar permasalahan dengan menggunakan *Pareto Chart*, *Fishbone Diagram*.

Kata kunci: *Total Productive Maintenance; Overall Equipment Effectiveness; Six Big Losses*

Abstract

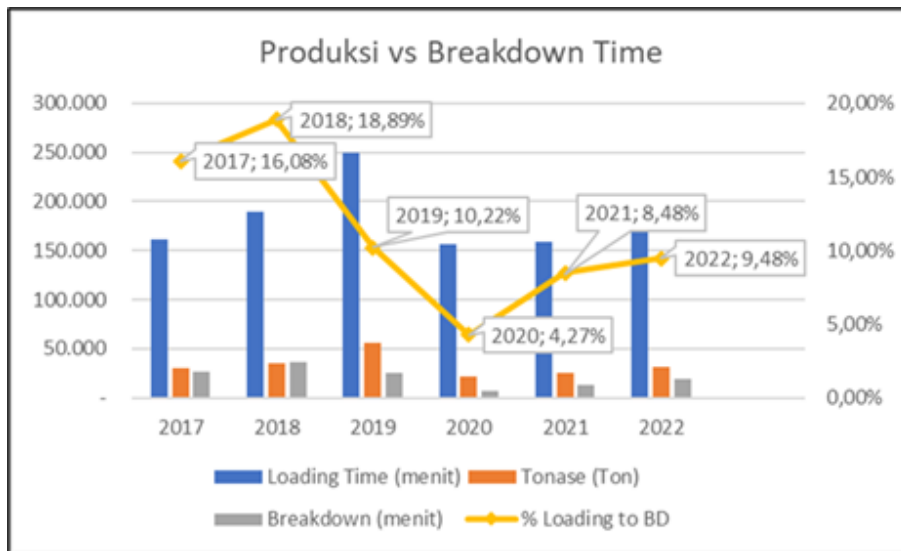
The development of the era and the progress of information technology are currently increasing rapidly, smooth production process requires the support of good machines and equipment. Perusahaan Pipa Baja has implemented Total Productive Maintenance, but the results of this maintenance process not optimal because the method that has just been implemented has not received an evaluation. One method of measuring the success rate of TPM implementation is through measuring the Overall Equipment Effectiveness (OEE) value. Steel Pipe Company is a company engaged in the manufacturing industry, namely steel pipe products for the distribution needs of clean water, oil & gas and structural. The biggest problem, based on field data, that companies are currently facing is the high downtime of slitting machines. The effect of this downtime is a decrease in engine performance resulting in lower slitting machine effectiveness. The first step to be taken in this study is to calculate the Overall Equipment Effectiveness value followed by an analysis of the Six Big Losses and an analysis of the root causes using the Pareto Chart, Fishbone Diagram.

Keyword: *Total Productive Maintenance; Overall Equipment Effectiveness; Six Big Losses*

PENDAHULUAN

Kesiapan mesin produksi menjadi hal pokok untuk kegiatan produksi, dengan kondisi mesin yang baik produk yang dihasilkan akan sesuai dengan standar kualitas dan dapat memenuhi persyaratan atau lebih baik dari yang telah ditetapkan oleh pelanggan (Talaba et al, 2023). Namun kondisi yang sering ditemukan dilapangan berbanding terbalik dengan apa yang diharapkan, usia operasional mesin yang sudah lebih dari 15 tahun serta faktor kelalaian dalam pemeliharaan mesin, tindakan *corrective action* yang lebih sering dilakukan dibandingkan dengan tindakan *preventive action*, dapat menyebabkan efektivitas dari mesin produksi menurun dan menyebabkan pemborosan (Prabowo & Agustini, 2017).

Perusahaan Pipa Baja adalah industri manufaktur yang memiliki banyak mesin dengan usia operasional lebih dari 15 tahun. Diantaranya adalah mesin *Slitting Line* atau dikenal juga dengan *Slitter* atau *Rewinder Slitter*. Proses produksi sangat berpengaruh pada pencapaian target harian produk, dimana target ini seringkali tidak tercapai dikarenakan permasalahan keterlambatan bahan baku, terjadi masalah pada mesin, masalah pada kualitas produk, dan tidak produktivitasnya suatu individu ketika melakukan pekerjaan (Gunawan et al, 2021), apabila proses *Slitting* ini harus diberikan kepada vendor external. Dan tentunya hal ini akan berdampak terhadap pembengkakan biaya produksi yang harus ditanggung oleh perusahaan, dimana dewasa ini efisiensi adalah bagian penting dari menjalankan bisnis karena menentukan penggunaan yang tepat dari sumber daya perusahaan dan mempengaruhi profitabilitas perusahaan (Al-Homaidi et al., 2020). Mesin *Slitting* yang sudah beroperasi selama sekian tahun ini sering mengalami *downtime* pada mesin produksi dan dianggap menjadi faktor dominan hilangnya efektifitas mesin. Tingginya *downtime* pada mesin merupakan masalah yang harus dihadapi oleh seluruh perusahaan. Kondisi ini tentu akan mengakibatkan proses produksi menjadi tidak efisien.



Gambar 1. Data Produksi vs Downtime Mesin 2017-2022

Berdasarkan data pada kurun waktu tahun 2017-2022 diketahui bahwa persentase *Breakdown Time* mengalami fluktuasi dan tidak memenuhi target yang telah ditentukan oleh perusahaan. Hal ini menandakan bahwa penerapan *Total Productive Maintenance* belum optimal dan jauh dari kata berhasil. *Total Productive Maintenance* sendiri menurut Nakajima bertujuan untuk menggapai keidealan kinerja, serta *zero loss* yang dapat diartikan sebagai tidak adanya cacat, *breakdown time*, kecelakaan kerja, dan kesiapan dalam proses baik dalam produksi maupun *Changeover* (Anthony, 2019). Evaluasi TPM dapat dilakukan

dengan upaya perhitungan nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). *Overall Equipment Effectiveness* adalah sebuah metode untuk mengukur tingkat efektivitas dalam pemakaian suatu mesin/peralatan atau sistem dengan memperhitungkan beberapa sudut pandang dalam proses pengukuran tersebut (Wahid, 2020).

Tujuan Penelitian

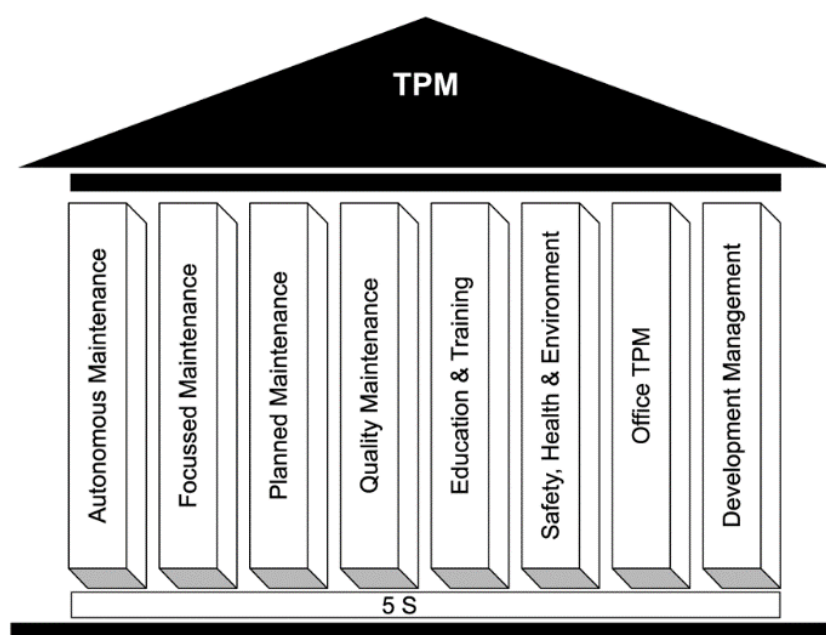
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui evaluasi penerapan *Total Productive Maintenance* dengan mengukur tingkat efektivitas mesin, menggunakan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*, menentukan faktor-faktor *Six Big Losses* sebagai faktor yang berpengaruh terhadap rendahnya nilai *Overall Equipment Effectiveness*, menentukan akar permasalahan dan dapat memberikan usulan perbaikan kepada perusahaan berdasarkan akar permasalahan yang sebenarnya terjadi.

TINJAUAN PUSTAKA

Total Productive Maintenance

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan suatu sistem pemeliharaan mesin yang melibatkan seluruh elemen, dimulai dari manajemen puncak sampai dengan karyawan di lini terdepan, dari operator produksi, *quality control*, pemasaran, dan administrasi. Operator tidak hanya menjalankan mesin, tetapi juga merawat mesin, sehingga dapat menghasilkan hubungan kerjasama yang erat dan menyeluruh antara perawatan dan organisasi produksi yang ditujukan untuk peningkatan kualitas produksi, pengurangan biaya produksi, pengurangan *waste*, peningkatan kemampuan peralatan, serta pengembangan dari keseluruhan sistem perawatan pada perusahaan manufaktur (Nugroho et al, 2020).

Prinsip TPM mengatakan bahwa operator harus mampu melakukan pemeliharaan dan perbaikan ringan apabila terjadi permasalahan pada mesin. Operator harus memiliki sedikit keterampilan *maintenance*. Diperlukan pula ketersediaan peralatan ringan untuk perawatan dan perbaikan. Sehingga masalah yang terjadi pada mesin dapat segera diatasi sebelum bertambah besar. Ketergantungan pada personil *maintenance* dapat dikurangi, sehingga *maintenance* dapat fokus untuk melakukan *predictive maintenance*, dan perbaikan masalah mesin yang lebih besar.



Gambar 2. Pilar *Total Productive Maintenance*

Oleh karena itu menurut Prabowo et al. (2018) dan Adesta et al. (2018) terdapat 8 pilar *Total Productive Maintenance* yang perlu dijalankan, sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 2 dibawah ini:

Salah satu metode evaluasi penerapan TPM pada suatu perusahaan manufaktur dapat diukur dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (Triana et al, 2019). *Overall Equipment Effectiveness* merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin/peralatan dan kinerjanya secara teori. *Overall Equipment Effectiveness* merupakan metode yang digunakan sebagai tools untuk dapat menghitung nilai efektivitas suatu peralatan produksi dalam penerapan metode *Total Productive Maintenance*. *Overall Equipment Effectiveness* berguna untuk menjaga mesin/peralatan tetap dalam kondisi ideal dengan menghapuskan *Six Big Losses* pada mesin atau peralatan. *The Six Big Losses* merupakan penyebab peralatan produksi tidak beroperasi dengan normal (Febriyanti et al, 2018) yaitu: *Reduce Yield, Setup or Adjustment Loss, Idling Losses, Reduced Speed Loss, Equipment Failure Loss, dan Defect Loss*.

Overall Equipment Effectiveness dapat diperoleh dengan mengalikan *Availability, Performance, dan Quality Rate*, sehingga dapat dirumuskan bahwa formula matematis untuk OEE adalah sebagai berikut (Dawood et al, 2018):

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

Availability merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin dan peralatan. *Availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan terhadap *loading time* (Dipa et al, 2022). Perhitungan nilai *availability* mesin digunakan formula perhitungan sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Downtime}{Loading\ Time} \quad (2)$$

Performance Efficiency Ratio merupakan suatu ratio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. Pada perhitungan nilai *Performance* mesin maka digunakan formula perhitungan berikut ini (Dipa et al, 2022):

$$Performance = \frac{Processed\ Amount \times Ideal\ Cycle\ Time}{Operating\ Time} \quad (3)$$

Rate of quality product adalah rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar (Dipa et al, 2022). Dalam menghitung nilai *Quality* mesin maka membutuhkan nilai-nilai dari:

$$Quality\ Rate = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \quad (4)$$

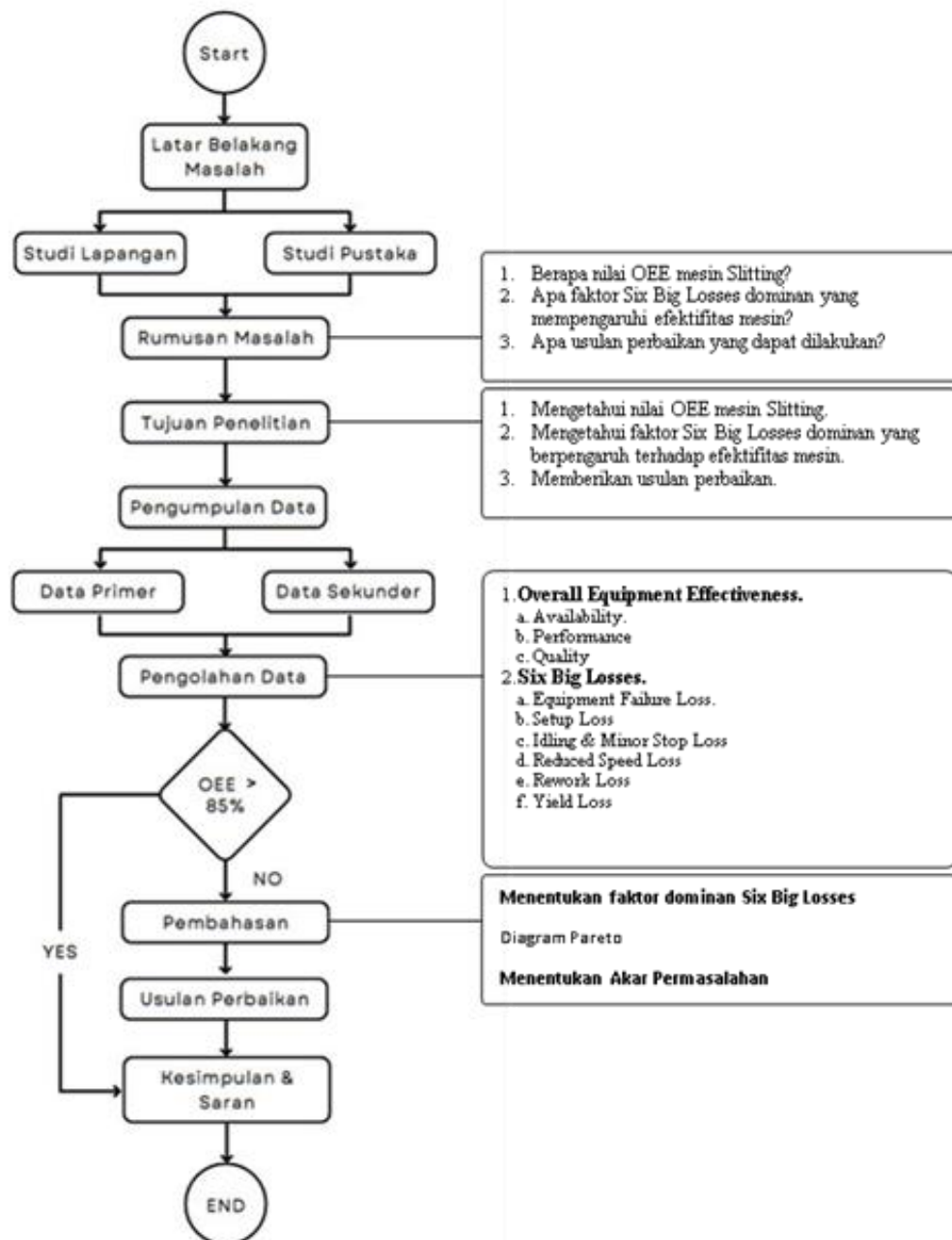
METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini termasuk kedalam penelitian kuantitatif deskriptif, yaitu penelitian yang memberikan penjelasan objektif, komparasi dan evaluasi sebagai bahan pengambilan keputusan dengan menggunakan data berupa angka-angka historis perusahaan. Langkah-langkah pemecahan masalah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2, dibawah ini:

Permasalahan yang dihadapi oleh Perusahaan Pipa Baja saat ini adalah mesin yang digunakan oleh perusahaan dirasa sudah tidak bekerja secara optimal karena sering

mengalami gangguan-gangguan yang disebabkan oleh umur mesin yang sudah tua, walaupun telah dilakukan *Total Productive Maintenance*. Hal tersebut membuat proses produksi menjadi tidak efisien. Untuk melengkapi pengetahuan mengenai masalah yang dihadapi, dilakukan studi literatur untuk mencari dan mengetahui konsep metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Metode ini digunakan karena dapat mengetahui apakah mesin yang digunakan sudah efektif penggunaannya atau belum. Dari studi literatur yang ada, *Overall Equipment Effectiveness* memiliki kelebihan seperti perhitungan yang dilakukan sederhana meskipun data yang dibutuhkan cukup banyak. Pengukuran efektivitas mesin menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* diharapkan dapat mengetahui tingkat efektivitas mesin yang selanjutnya dapat dijadikan acuan untuk melakukan perbaikan.



Gambar 3. Langkah-Langkah Penelitian

Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut:

- a. *Data Plant and Machine Control* (PAMCO), laporan operasional mesin yang dibuat oleh produksi dan *maintenance*, berisi data-data tentang mesin seperti data *running* mesin, data *loading* mesin, *downtime* mesin, waktu *setup* dan lain-lain yang terdiri dalam satuan menit.
- b. Data Rendement adalah data performa produksi (*yield*), dimana data yang ditampilkan berupa total tonase Coil yang diproses, jumlah total produk *waste* (*side trimmer, chamber, dan waving*), dan tonase *finish good*.

Pengolahan Data

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

- a. Perhitungan *Availability Rate, Performance Rate* dan *Quality Rate*.
- b. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Nilai OEE diperoleh dengan mengalikan *availability rate, performance rate* dan *quality rate* pada mesin Slitting.
- c. Analisa korelasi antara *six big losses* dengan OEE untuk menentukan faktor yang signifikan dan paling berpengaruh terhadap rendahnya nilai OEE.

Analisis Pengolahan Data

Dari hasil perhitungan OEE akan dianalisa dan dipilih faktor *six big losses* yang paling signifikan dan paling kuat korelasinya terhadap OEE, dengan menggunakan *pareto diagram*. Kemudian akan ditentukan akar permasalahan dengan menggunakan *fishbone diagram* sehingga dapat memberikan usulan perbaikan untuk dapat meminimalisasi faktor dominan *six big losses*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data historis perusahaan. Data historis yang dikumpulkan adalah data produksi pada jangka waktu Januari 2022 sampai dengan Desember 2022.

Tabel 1. Data PAMCO mesin Slitting (Januari-Desember 2022)

No	Month	Loading Time	Routine Stoppages	Unexpected Stoppages	Running Time
1	Januari	8.060	780	130	6.010
2	Februari	3.340	350	710	1.920
3	Maret	6.910	1.460	2.170	2.820
4	April	16.320	1.960	470	12.260
5	Mei	11.820	1.930	1.730	6.550
6	Juni	14.810	1.160	2.600	9.780
7	Juli	18.260	5.260	2.430	9.360
8	Agustus	17.340	1.240	3.610	11.220
9	September	28.940	3.690	5.240	18.610
10	Oktober	14.390	1.330	1.880	10.030
11	November	13.320	1.440	320	10.510
12	Desember	2.750	440	460	1.620
Total		156.260	21.040	21.750	100.690

Tabel 2. Data *Rendement* Slitting (Januari-Desember 2022)

No	Month	Total Material (Kg)	Waste (Kg)	Finish Good (Kg)
1	Januari	2.123.867	50.567	2.073.300
2	Februari	349.840	7.550	342.290
3	Maret	747.387	18.977	728.410
4	April	3.875.756	91.166	3.784.590
5	Mei	1.852.508	43.518	1.808.990
6	Juni	3.611.260	81.930	3.530.990
7	Juli	3.152.897	87.587	3.065.310
8	Agustus	3.664.547	90.527	3.574.020
9	September	6.090.210	135.925	5.944.375
10	Oktober	2.392.732	39.222	2.353.510
11	November	3.513.740	66.020	3.447.720
12	Desember	412.275	11.195	401.080
Total		31.787.019	724.184	31.054.585

Perhitungan *Availability Rate*

Perhitungan nilai *Availability Rate* pada mesin Slitting dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Nilai *Availability Rate*

No	Month	Loading Time	Routine Stoppages	Unexpected Stoppages	Running Time	Availability Rate
1	Januari	8.060	780	130	6.010	74,57%
2	Februari	3.340	350	710	1.920	57,49%
3	Maret	6.910	1.460	2.170	2.820	40,81%
4	April	16.320	1.960	470	12.260	75,12%
5	Mei	11.820	1.930	1.730	6.550	55,41%
6	Juni	14.810	1.160	2.940	9.780	66,04%
7	Juli	18.260	5.260	2.430	9.360	51,26%
8	Agustus	17.340	1.240	3.610	11.220	64,71%
9	September	28.940	3.690	5.240	18.610	64,31%
10	Oktober	14.390	1.330	1.880	10.030	69,70%
11	November	13.320	1.440	320	10.510	78,90%
12	Desember	2.750	440	460	1.620	58,91%
		156.260	21.040	22.090	100.690	64,44%

Perhitungan *Performance Rate*

Perhitungan nilai *Performance Rate* pada mesin Slitting dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Nilai *Performance Rate*

No	Month	Running Time (menit)	Raw Material (Kg)	Ideal Capacity (Kg/min)	Actual Capacity (Kg/min)	Performance Rate
1	Januari	6.010	2.123.867	492,9	353,4	71,70%
2	Februari	1.920	349.840	492,9	182,2	36,97%
3	Maret	2.820	747.387	492,9	265,0	53,77%
4	April	12.260	3.875.756	492,9	316,1	64,14%
5	Mei	6.550	1.852.508	492,9	282,8	57,38%
6	Juni	9.780	3.611.260	492,9	369,2	74,92%
7	Juli	9.360	3.152.897	492,9	336,8	68,34%
8	Agustus	11.220	3.664.547	492,9	326,6	66,27%
9	September	18.610	6.090.210	492,9	327,3	66,40%
10	Oktober	10.030	2.392.732	492,9	238,6	48,40%
11	November	10.510	3.513.740	492,9	334,3	67,83%
12	Desember	1.620	412.275	492,9	254,5	51,63%

Perhitungan *Quality Rate*

Perhitungan nilai *Quality Rate* pada mesin Slitting dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Nilai *Quality Rate*

No	Month	Total Material (Kg)	Waste (Kg)	Finish Good (Kg)	Quality Rate
1	Januari	2.123.867	50.567	2.073.300	97,62%
2	Februari	349.840	7.550	342.290	97,84%
3	Maret	747.387	18.977	728.410	97,46%
4	April	3.875.756	91.166	3.784.590	97,65%
5	Mei	1.852.508	43.518	1.808.990	97,65%
6	Juni	3.611.260	80.270	3.530.990	97,78%
7	Juli	3.152.897	87.587	3.065.310	97,22%
8	Agustus	3.664.547	90.527	3.574.020	97,53%
9	September	6.090.210	145.835	5.944.375	97,61%
10	Oktober	2.392.732	39.222	2.353.510	98,36%
11	November	3.513.740	66.020	3.447.720	98,12%
12	Desember	412.275	11.195	401,080	97,28%
		31.787.019	732.434	31.054.585	97,70%

Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*

Perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin Slitting dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness*

No	Month	Availability Rate	Performance Rate	Quality Rate	OEE
1	Januari	74,57%	71,70%	97,62%	52,19%
2	Februari	57,49%	36,97%	97,84%	20,79%
3	Maret	40,81%	53,77%	97,46%	21,39%
4	April	75,12%	64,14%	97,65%	47,05%
5	Mei	55,41%	57,38%	97,65%	31,05%
6	Juni	66,04%	74,92%	97,78%	48,37%
7	Juli	51,26%	68,34%	97,22%	34,06%
8	Agustus	64,71%	66,27%	97,53%	41,82%
9	September	64,31%	66,40%	97,61%	41,67%
10	Oktober	69,70%	48,40%	98,36%	33,18%
11	November	78,90%	67,83%	98,12%	52,52%
12	Desember	58,91%	51,63%	97,28%	29,59%
		64,44%	64,05%	97,70%	40,32%

Perhitungan *Six Big Losses*

Six Big Losses adalah 6 jenis kerugian yang dapat mengakibatkan mesin atau peralatan tidak optimal dan tidak efektif. Rugi-rugi mesin ini adalah *Equipment Failure Losses*, *Setup Losses*, *Reduced Speed Losses*, *Idling & Minor Stoppages Losses*, *Yield Losses*, dan *Rework Losses*.

Tabel 7. Perhitungan Nilai *Six Big Losses*

No	Month	Equipment Failures	Setup & Adj. Losses	Reduced Speed	Idling & Min. Losses	Yield Losses
1	Januari	1,61%	9,68%	21,10%	14,14%	1,27%
2	Februari	21,26%	10,48%	36,23%	10,78%	0,46%
3	Maret	1,88%	38,49%	18,87%	18,81%	0,56%
4	April	2,08%	12,81%	26,94%	9,99%	1,13%
5	Mei	12,27%	16,33%	23,62%	15,99%	0,75%

Tabel 8. Perhitungan Nilai *Six Big Losses* (Lanjutan)

No	Month	Equipment Failures	Setup & Adj. Losses	Reduced Speed	Idling & Min. Losses	Yield Losses
6	Juni	4,79%	7,29%	16,56%	21,88%	1,10%
7	Juli	9,47%	28,64%	16,23%	10,62%	0,97%
8	Agustus	15,22%	7,04%	21,83%	13,03%	1,06%
9	September	2,83%	13,23%	21,61%	19,63%	1,02%
10	Oktober	2,43%	9,17%	35,97%	18,69%	0,55%
11	November	0,00%	12,09%	25,38%	9,01%	1,01%
12	Desember	7,64%	16,00%	28,49%	17,45%	0,83%
		14,14%	14,42%	23,16%	15,24%	0,95%

Analisa Overall Equipment Effectiveness



Gambar 4. Grafik Perhitungan Overall Equipment Effectiveness.

Berdasarkan hasil pengolahan data perhitungan nilai Overall Equipment Effectiveness, maka didapatkan analisa sebagai berikut:

- Pada periode Januari – Desember 2022 diperoleh hasil persentase dari perhitungan nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) yang berkisar antara 20,79%-52,52%. Dan dari sekian data hasil perhitungan nilai OEE, diperoleh rata-ratanya yaitu sebesar 40,32%.
- Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) yang tertinggi yaitu berada pada periode November 2022 dengan persentase sebesar 52,52%. Nilai OEE tertinggi ini disebabkan oleh minimnya waktu non produktif disertai banyaknya produk yang diproses.
- Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) yang terendah yaitu berada pada periode Februari 2022 dengan persentase sebesar 20,79%. Nilai terendah ini disebabkan oleh banyaknya waktu yang terbuang sia-sia karena waktu non produktif dari mesin yang tidak banyak melakukan operasi.

Analisa Six Big Losses

Diketahui bahwa total *time loss* sebanyak 93.253 menit atau 1.544 jam. Total *Time Loss* sebagai faktor pengaruh hilangnya efektifitas mesin terdiri dari *Reduced Speed Losses* sebesar 36.197 menit, *Equipment Failures Losses* sebesar 9.220 menit, *Setup & Adjustment Losses* sebesar 22.540 menit, *Idling and Minor Stoppage Losses* sebesar 23.810 menit, dan

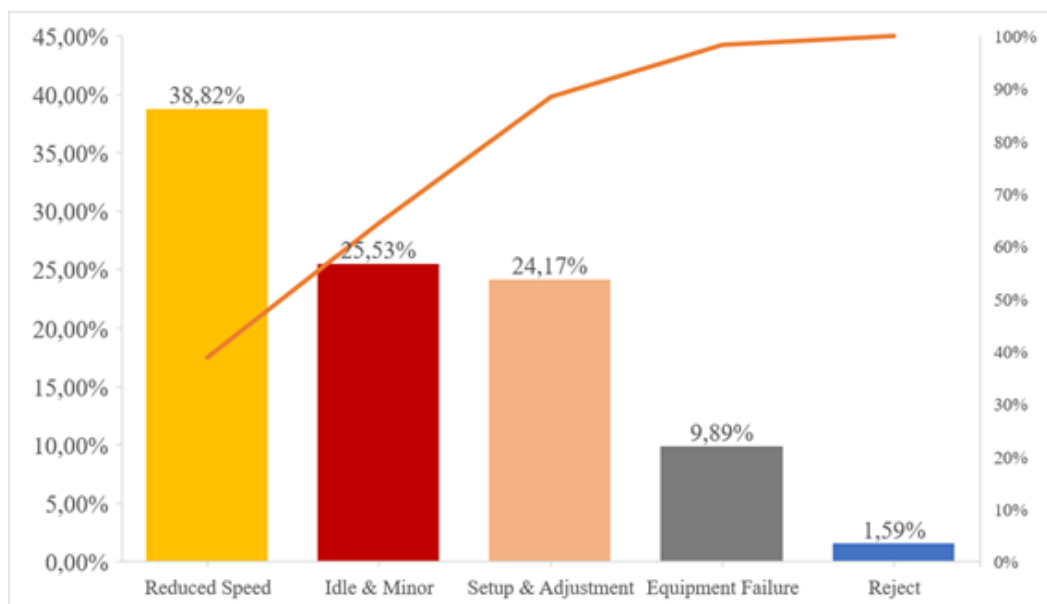
Yield Losses sebesar 1.486 menit. Sebagai mana ditunjukkan oleh Tabel 8. Perhitungan Total Time Loss.

Tabel 9. Perhitungan Total Time Loss

No	Factor	%	Total Time Loss (minute)
1	Reduced Speed Losses	23,16%	36.197
2	Idle & Minor Stoppages	15,24%	23.810
3	Setup & Adjustment	14,42%	22.540
2	Equipment Failures	5,90%	9.220
5	Yield Losses	0,95%	1.486
6	Rework Losses	0,00%	0
Total			93.253

Pareto Diagram

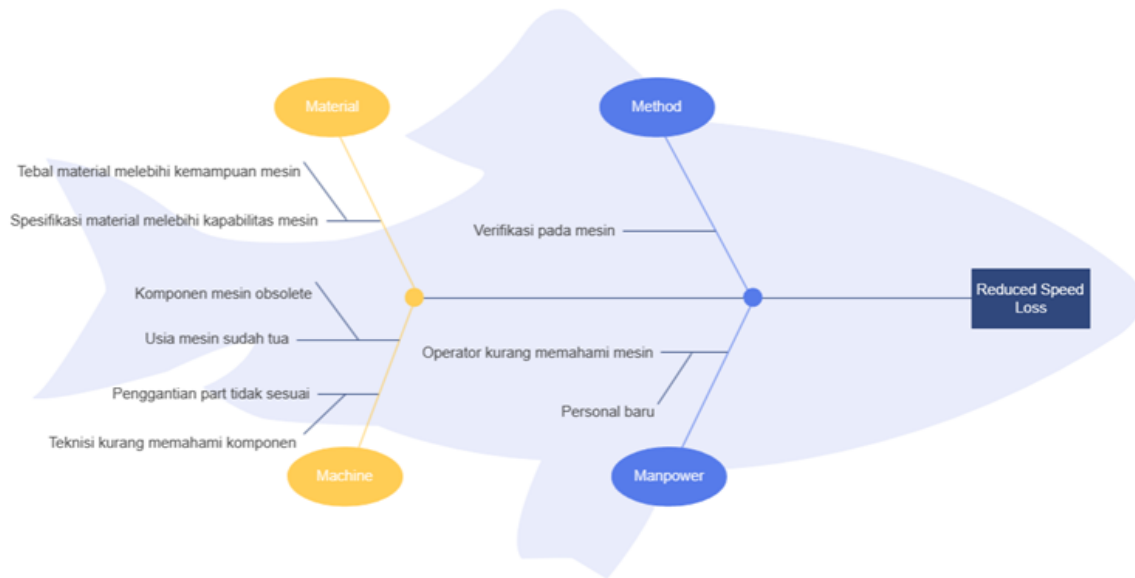
Faktor Six Big Losses dominan berdasarkan Pareto Diagram yang mempengaruhi hilangnya efektivitas mesin Slitting adalah faktor Reduced Speed Loss, hal ini berbanding terbalik dengan paradigma yang ada di perusahaan pipa baja dimana Equipment Failure selalu menjadi kambing hitam. Hasil ini sesuai dengan perhitungan Overall Equipment Effectiveness dimana nilai Performance Rate menjadi nilai terendah yang berpengaruh terhadap hilangnya efektifitas mesin Slitting.



Gambar 5. Pareto Diagram Six Big Losses.

Fishbone Diagram

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap permasalahan tingginya loss time pada Reduced Speed Loss akan dianalisa dengan Fishbone Diagram. Faktor yang dianalisa antara lain Man, Method, Machine, dan Material.



Gambar 6. *Fishbone Diagram Reduced Speed Losses*

Berdasarkan *fishbone diagram* yang telah dibuat, berdasarkan 4 kategori penyebab tingginya *time loss* yang disebabkan oleh *Reduced Speed Loss* adalah sebagai berikut:

a. *Man.*

Pengaturan personal Slitting hanya terdapat untuk pengaturan 1 shift kerja. Apabila terjadi lonjakan kebutuhan skelp pada proses mesin Slitting, maka akan diberlakukan kerja overshift atau lembur. Perekrutan personal kontrak dengan jangka waktu tertentu memerlukan pendidikan dan adaptasi, sehingga berpengaruh terhadap produktifitas mesin.

b. *Machine.*

Mesin Slitting sudah digunakan semenjak tahun 1998, terdapat beberapa komponen kritikal yang *obsolete*. Seringkali improvement ini dilakukan namun mengubah pengontrolan mesin operator memerlukan adaptasi dan tingkat ketelitian yang tinggi untuk dapat mengontrol mesin Slitting.

c. *Method.*

Minor stop yang dilakukan untuk melakukan proses verifikasi seperti lebar dan ketebalan hasil skelp yang harus dilakukan pada 3 titik untuk setiap proses, hal ini tentu akan menurunkan tingkat produktifitas mesin Slitting. Terlebih apabila banyaknya skelp yang dislitt adalah 14 jalur hal ini tentu akan memakan waktu proses, dimana waktu yang seharusnya digunakan untuk memproses skelp.

d. *Material.*

Kebutuhan akan spesifikasi produk yang semakin lama semakin meningkat, menyebabkan mesin sering “dipaksa” untuk dapat mengolah raw material diluar kapabilitas mesin. Hal ini tentu akan menyebabkan setiap komponen mesin “*Overload*” menurunnya produktifitas karena mesin harus beroperasi dengan kecepatan yang diturunkan diluar standar mesin dan akan memperpendek usia pakai mesin slitting.

Usulan Perbaikan

Berdasarkan analisa diagram pareto mengenai *Six Big Losses* telah diperoleh hasil yang memberikan pengaruh terbesar dalam rendahnya efektivitas mesin Slitting yaitu pada *Reduced Speed Losses* dan kemudian menganalisa penyebab-penyebab *Reduced Speed Losses* menggunakan *Fishbone Diagram*. Oleh karena itu, masalah ini harus segera

diperbaiki sebagai langkah awal dalam usaha meningkatkan efektivitas mesin Slitting yaitu dengan menggunakan metode 5W+1H. Usulan perbaikan dengan menggunakan 5W+1H dapat dilihat pada Tabel 9 berikut ini:

Tabel 10. Usulan Perbaikan dengan Metode 5W+1H

Permasalahan	Pernyataan	Deskripsi	Tindakan
<i>Man</i>			
Operator kurang memahami mesin	<i>What</i> (apa)	Apa yang harus dilakukan	Melakukan program pelatihan terhadap operator
	<i>Why</i> (mengapa)	Mengapa perlu dilakukan perbaikan	Meningkatkan produktivitas operator dan waktu proses
	<i>Where</i> (dimana)	Dimana perbaikan dilakukan	Operator mesin Slitting
	<i>When</i> (kapan)	Kapan perbaikan dilakukan	Segera
	<i>Who</i> (siapa)	Siapa yang melakukan perbaikan	Maintenance
	<i>How</i> (bagaimana)	Bagaimana perbaikan dilakukan	Membuat instruksi kerja yang mendetail tentang pengoperasian mesin
<i>Material</i>			
Spesifikasi material melebihi kapabilitas mesin	<i>What</i> (apa)	Apa yang harus dilakukan	Meningkatkan kemampuan mesin
	<i>Why</i> (mengapa)	Mengapa perlu dilakukan perbaikan	Mempertahankan <i>durability</i> mesin Slitting
	<i>Where</i> (dimana)	Dimana perbaikan dilakukan	Mesin Slitting
	<i>When</i> (kapan)	Kapan perbaikan dilakukan	Bertahap
	<i>Who</i> (siapa)	Siapa yang melakukan perbaikan	Maintenance
	<i>How</i> (bagaimana)	Bagaimana perbaikan dilakukan	Melakukan <i>improvement</i> pada komponen mesin dan/atau pembelian mesin
<i>Method</i>			
Verifikasi manual pada mesin	<i>What</i> (apa)	Apa yang harus dilakukan	Re-layout proses verifikasi
	<i>Why</i> (mengapa)	Mengapa perlu dilakukan perbaikan	Mencegah kelelahan dan meningkatkan produktivitas
	<i>Where</i> (dimana)	Dimana perbaikan dilakukan	Operator Mesin Slitting
	<i>When</i> (kapan)	Kapan perbaikan dilakukan	Segera
	<i>Who</i> (siapa)	Siapa yang melakukan perbaikan	Produksi
	<i>How</i> (bagaimana)	Bagaimana perbaikan dilakukan	Verifikasi dilakukan pada <i>storage</i> sebelum atau sesudah proses
<i>Machine</i>			
Usia mesin sudah tua	<i>What</i> (apa)	Apa yang harus dilakukan	Modernisasi komponen mesin Slitting
	<i>Why</i> (mengapa)	Mengapa perlu dilakukan perbaikan	Mencegah proses produksi melambat bahkan terhambat.
	<i>Where</i> (dimana)	Dimana perbaikan dilakukan	Mesin Slitting
	<i>When</i> (kapan)	Kapan perbaikan dilakukan	Bertahap
	<i>Who</i> (siapa)	Siapa yang melakukan perbaikan	Maintenance
	<i>How</i> (bagaimana)	Bagaimana perbaikan dilakukan	Penggantian komponen mesin dengan yang lebih update

Tabel 11. Usulan Perbaikan dengan Metode 5W+1H (Lanjutan)

Permasalahan	Pernyataan	Deskripsi	Tindakan
Hasil penggantian part tidak sesuai	<i>Machine</i>		
	<i>What</i> (apa)	Apa yang harus dilakukan	Memberikan program training terhadap teknisi mesin secara berkala
	<i>Why</i> (mengapa)	Mengapa perlu dilakukan perbaikan	Meningkatkan kemampuan dan pengetahuan tentang part mesin.
	<i>Where</i> (dimana)	Dimana perbaikan dilakukan	Teknisi mesin Slitting
	<i>When</i> (kapan)	Kapan perbaikan dilakukan	Segera
	<i>Who</i> (siapa)	Siapa yang melakukan perbaikan	Supervisor Maintenance
	<i>How</i> (bagaimana)	Bagaimana perbaikan dilakukan	Program pelatihan untuk mempelajari fungsi dan cara kerja part mesin.

PENUTUP

Hasil dari penelitian ini mendapatkan nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* 40,32% dimana nilai ini masih sangat jauh dari standar OEE dunia sebesar 85%. Dimana faktor *Reduced Speed Losses* dengan nilai 23,16% menjadi penyebab dominan terhadap rendahnya nilai OEE mesin Slitting selama tahun 2022. Peneliti dapat memberikan saran kepada perusahaan, berupa perhitungan OEE sebaiknya digunakan sebagai standarisasi untuk menentukan efektifitas mesin di Perusahaan Pipa Baja. Berdasarkan kesimpulan yang telah disampaikan, faktor *Equipment Failures* bukan menjadi faktor dominan rendahnya efektifitas mesin melainkan *Reduced Speed Losses*. Selain itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menghitung *Life Cycle Costing* (LCC)

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Homaidi, E. A., Farhan, N. H., Al-ahdal, W. M., Khaled, A. S., Qaid, M. M. (2020). Factors Affecting Profitability of Indian Listed Firms: A Panel Data Approach. *IJBEX*, 23(1), 1-17.
- Adesta, E. Y. T., Prabowo, H. A., Agusman, D. (2018). Evaluating 8 Pillars of Total Productive Maintenance (TPM) Implementation and Their Contribution to Manufacturing Performance. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 290(24), 1-9.
- Anthony, M. (2019). Analisis Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dan Six Big Losses Pada Mesin Cold Leveller PT. KPS. *Jati Unik (Jurnal Ilmu Teknik dan Manajemen Teknik)*, 2(2), 94-103.
- Dawood, L. M., & Abdullah, Z. H. (2018). Study Impact of Overall Equipment and Resource Effectiveness onto Cement Industry. *Journal of University of Babylon*, 26(3), 187–198.
- Dipa, M., Dewi Lestari, F., Faisal, M., & Fauzi, M. (2022). Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Six Big Losses Pada Mesin Washing Vial di PT. XYZ. *Jurnal Bayesian: Jurnal Ilmiah Statistika Dan Ekonometika*, 2(1), 61–75.
- Febriyanti, D., & Fatma, E. (2018). Analisis Efektivitas Mesin Produksi Menggunakan Pendekatan Failure and Mode Effect Analysis dan Logic Tree Analysis. *Jiems (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, 11(1), 39–47.

- Gunawan, A., Kusnadi, K., Hamdani, H. (2021). Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Dengan Metode Marvin E. Mundel pada CV. Mulia Tata Sejahtera. *Jurnal Serambi Engineering*, 3(6), 2135-2143.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. In B. Norman (Ed.), Preventative Maintenance Series. Productivity Press.
- Nugroho, Y., Amrina, Uly & Alfa, Bonitasari. (2020). A Recommendation of Breakdown Maintenance on Vehicle Engine Camshaft Line Using Reliability Centered Maintenance and FMEA Method. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 12(3), 355-363.
- Triana, Novera & Amrina, Uly. (2019). Menghitung Efektifitas Mesin Laser Cutting Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness. *Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI)*, 13(2), 212–222.
- Prabowo, H. A., & Agustiani, M. (2017). Evaluasi Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Melalui Pendekatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin High-speed Wrapping di PT. TES. *Jurnal Penelitian Dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI)*, 12(1), 50–62.
- Prabowo, H. A., Suprpto, Y. B., & Farida, F. (2018). The Evaluation of Eight Pillars Total Productive Maintenance (TPM) Implementation and Their Impact on Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Waste. *SINERGI*, 22(1), 13–18.
- Talaba, G., Pattiapon, M., & Camerling, B. (2023). Analisis Efektivitas Maintenance Mesin Vertimill Dengan Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada PT. Nusa Halmahera Minerals (NHM). *I Tabaos*, 3(1), 17-22.
- Wahid, A. (2020). Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Produksi Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Proses Produksi Botol (PT. XY Pandaan – Pasuruan). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, 1(6), 12-16.