

BAB V ANALISA PEMBAHASAN

5.1 Analisa Hasil Perhitungan *Overall Environment Equipment Effectiveness* (OEEE)

Setelah dilakukan perhitungan dengan metode OEEE (*Overall Environment Equipment Effectiveness*) yang telah dilakukan pada bab 4 dimana dilakukan untuk kelima mesin pada proses produksi bola plastik pada CV. Kiki pada bulan Februari – April 2025. Untuk nilai OEEE ini diperoleh berdasarkan pada perhitungan dengan mengalikan antara nilai *availability rate*, *performance rate*, *quality rate* yang kemudian dikalikan dengan nilai *sustainability* untuk setiap aspek lingkungan yaitu konsumsi listrik. Berdasarkan pada nilai OEEE yang didapatkan, maka dilakukan analisa dengan berdasarkan pada standar OEEE yang terdapat pada (Domingo & Aguado, 2015) yang berjudul *Overall Environmental Equipment Effectiveness as a Metric of a Lean and Green Manufacturing System* sebagai berikut:

- a. Jika nilai OEEE $< 60\%$ dengan status *Low Competitiveness* yang berarti mesin atau proses produksi memiliki OEEE yang kurang dari 60% dan efektivitas sangat rendah. Dimana banyak waktu produksi yang hilang karena *downtime*, kecepatan produksi yang tidak optimal, banyak produk yang cacat, atau adanya *losses* pada *availability*, *performance*, dan *quality*.
- b. Jika nilai OEEE $60\% < \text{OEEE} < 70\%$ dengan status *Moderate Competitiveness* yang berarti masih banyak ruang untuk dilakukannya perbaikan pada mesin.
- c. Jika nilai OEEE $> \text{OEEE} < 85\%$ dengan status *Improving Competitiveness* maka proses produksi sudah cukup baik dengan *downtime* yang berkurang, kecepatan produksi mendekati ideal, produk cacat yang rendah, tetapi masih belum mendekati nilai sempurna.
- d. Jika nilai OEEE $> 85\%$ dengan status *High Competitiveness* yang menunjukkan proses produksi yang sangat baik dengan *downtime* dan kecepatan yang hilang kecil dan kualitas produk yang dihasilkan tinggi.

Berdasarkan pada perhitungan pada OEEE pada bab 4 sebelumnya, didapatkan bahwa terdapat dua mesin dari lima mesin pada produksi bola plastik di CV. Kiki yang berada di bawah standar yaitu 85%. Kedua mesin tersebut yaitu mesin *crusher* yang memperoleh nilai OEEE untuk konsumsi listrik sebesar 55% Sedangkan untuk mesin kedua adalah mesin *extruder* yang memperoleh nilai OEEE konsumsi listrik sebesar 62%. Berdasarkan dengan perolehan nilai kedua mesin tersebut yang diketahui masih dibawah standar OEEE. Kemudian untuk kedua mesin dengan nilai OEEE dibawah standar, selanjutnya dilakukan analisa lanjutan dengan *Six Big Losses* untuk menentukan jenis kerugian atau *losses* manakah yang paling sering terjadi pada mesin yang kemudian akan dilakukan perbaikan pada jenis *losses* tersebut.

5.2 Analisa *Six Big Losses*

Berdasarkan pada perhitungan *six big losses* pada Bab 4 dimana diperoleh untuk dua mesin yaitu mesin *crusher* dan *extruder* dimana memperoleh nilai *losses* tertinggi pada jenis *losses reduce speed*. Pada mesin *crusher*, jenis *losses* tertinggi terdapat pada *reduce speed* yang disebabkan karena sering terjadinya *downtime* mendadak pada mesin karena *belt* yang longgar, pisau/ *blade* yang tumpul, dan desain *hopper* atau mesin yang kurang optimal. Selain itu faktor manusia sebagai operator yang mengalami kelelahan dan kurangnya pelatihan dapat menjadi penyebab meningkatnya terjadinya pemberhentian pada mesin.

Losses reduce speed yang menunjukkan bahwa kecepatan produksi untuk bola plastik berada di bawah standar. Sedangkan untuk mesin *extruder* yang juga memiliki jenis *losses* yang sama. Dimana pada *losses reduce speed* terjadi dimana mesin beroperasi dibawah kecepatan normal mesin karena tidak adanya prosedur pengoperasian mesin yang seragam antar operator, adanya kesalahan pada komposisi *slurry*, dan inspeksi pada hasil *slurry* sebelum masuk kedalam mesin *mixing* yang terlewat. Berdasarkan hasil analisa *six big losses* tersebut disimpulkan bahwa untuk kedua mesin yaitu mesin *crusher* dan *extruder* memiliki dominasi *losses* atau kerugian pada *performance losses* atau kinerja.

Pada Analisa *six big losses* tidak terdapat faktor yang berkaitan dengan aspek lingkungan seperti konsumsi listrik, tetapi *losses* seperti *reduce speed* yang memperoleh nilai tertinggi pada kedua mesin memiliki kaitan dengan aspek lingkungan. Hal ini dapat terjadi karena walaupun mesin berhenti sebentar, listrik tetap terpakai sehingga konsumsi energi meningkat dan apabila adanya *overfeeding* pada mesin yang menyebabkan mesin harus berjalan lebih lama dan konsumsi Listrik juga meningkat dan limbah juga akan meningkat karena hasil *rework* yang tidak bisa lolos standar secara keseluruhan dan hasil yang tidak seragam. Sementara itu, pada kondisi *reduce speed*, mesin berjalan lebih lambat dari kapasitas optimal, menyebabkan energi per unit produk meningkat dan hasil pencampuran/crushing menjadi tidak seragam.

Dengan demikian, walaupun aspek lingkungan tidak dihitung secara langsung dalam Six Big Losses, hasil analisis menunjukkan adanya keterkaitan erat antara losses produksi dengan efisiensi lingkungan. Perbaikan pada losses utama (idling dan *reduce speed*) secara otomatis akan meningkatkan nilai OEEE, khususnya pada indikator efisiensi listrik.

5.3 Analisa Diagram Pareto dan *Fishbone*

a. Diagram Pareto

Berdasarkan hasil pada kedua mesin yang berada dibawah standar nilai OEEE yaitu 85% yang terdapat pada mesin *crusher* dan *extruder*. Maka selanjutnya dilakukan analisa lanjutan untuk menentukan jenis kerugian atau *losses* yang sering terjadi pada kedua mesin dengan menggunakan diagram pareto. Berdasarkan pada perhitungan pada *six big losses* didapatkan nilai rata-rata perhitungan untuk masing-masing *losses* yaitu diperoleh jenis kerugian terbesar untuk mesin *crusher* dan *extruder* adalah *reduce speed losses*. Berdasarkan pada diagram pareto untuk mesin *crusher* untuk jenis kerugian yang menjadi prioritas untuk dilakukan perbaikan yaitu *reduce speed* dengan nilai 31,40%. Sedangkan untuk mesin *extruder* jenis kerugian *reduce speed* memperoleh nilai persentase sebesar 39,85%. Dimana untuk kedua *losses*

pada kedua mesin tersebut berada pada garis 80% dan melewati 80% sehingga perlu untuk dilakukannya perbaikan segera pada mesin.

b. Diagram *Fishbone*

Berdasarkan nilai *losses* tertinggi pada mesin *crusher* dan *extruder* dengan jenis *losses* yaitu *reduce speed* maka selanjutnya akan dilakukan analisa dengan diagram *fishbone* untuk mengetahui penyebab terjadinya kerugian tersebut. Hal ini dilakukan karena jenis *losses* tersebut menjadi penyebab rendahnya nilai OEEE yang diperoleh pada kedua mesin pada Bab 4, maka diperlukan peningkatan dan perbaikan pada *losses* tersebut agar efektivitas mesin dapat meningkat. Pada diagram *fishbone* dilakukan analisa dengan menggunakan lima faktor yaitu manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan yang dimana kelima faktor ini dapat menjadi penyebab terjadinya *losses* pada mesin tersebut. Berikut ini adalah penjelasan untuk masing-masing faktor:

- **Mesin *Crusher (Reduce Speed)***

Jenis kerugian *reduce speed* pada mesin *crusher* karena mesin yang mengalami penurunan kecepatan sehingga tidak beroperasi dengan kecepatan normal. Pada diagram *fishbone*, penyebab tingginya terjadi kerugian *reduce speed* dapat dianalisa dengan lima faktor yaitu manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan. Pada faktor manusia, dimana operator sering mengalami kelelahan, kurang adanya *training/* pelatihan, dan kebiasaan operator sehingga terjadinya masalah pada mesin akibat kurangnya pelatihan pada operator mesin dan kebiasaan operator yang menyebabkan menurunnya kecepatan mesin. Pada faktor mesin, terdapat dinamo yang tidak sesuai, *bearing* aus, dan pisau tumpul. Hal ini dapat terjadi karena adanya *overfeeding* pada saat pemasukan material pada mesin dan adanya material yang terkontaminasi benda asing sehingga menyebabkan penurunan kecepatan mesin. Pada faktor material terdapat *sorting* yang tidak dilakukan dan adanya paparan sinar matahari dan hujan saat proses penyimpanan. Dimana hal ini dapat menyebabkan kualitas

material yang berubah dan plastik berbeda-beda sehingga menyebabkan performa mesin yang menurun. Pada faktor metode adanya ketiadaan pengawasan harian dan *sorting* yang tidak dilakukan sehingga menyebabkan masalah pada mesin. Pada faktor lingkungan terdapat pencahayaan dan ventilasi yang kurang dan kebersihan area kerja yang juga rendah dan menyebabkan kerusakan minor yang mengakibatkan penurunan kecepatan pada mesin. Semua faktor ini menyebabkan mesin *crusher* yang bekerja dibawah kecepatan ideal dan meningkatkan kerugian pada *reduce speed*.

- Mesin *Extruder (Reduce Speed)*

Jenis kerugian *reduce speed* pada mesin *extruder* karena mesin yang sering mengalami penurunan kecepatan sehingga tidak beroperasi dengan kecepatan normal. Pada diagram *fishbone*, penyebab tingginya terjadi kerugian *reduce speed* dapat dianalisa dengan lima faktor yaitu manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan. Pada faktor manusia, dimana operator sering mengalami kelelahan, kurang adanya *training/* pelatihan, dan terjadinya *human error* sehingga menyebabkan kesalahan saat pengoperasian mesin. Pada faktor mesin, terdapat *overheating*, kabel kontrol longgar, dan pengaduk yang tumpul/ macet. Hal ini dapat terjadi karena adanya *overfeeding* pada saat pemasukan material pada mesin dan adanya material yang terkontaminasi benda asing sehingga menyebabkan penurunan kecepatan mesin. Pada faktor material terdapat *slurry* yang terkontaminasi dan komposisi yang salah. Dimana hal ini dapat menyebabkan kualitas *slurry* rendah dan *slurry* yang terlalu kental. Pada faktor metode adanya ketiadaan pengawasan harian dan *sorting* yang tidak dilakukan sehingga menyebabkan masalah pada mesin. Pada faktor lingkungan terdapat pencahayaan dan ventilasi yang kurang, kebersihan area kerja yang juga rendah, dan posisi mesin yang berdekatan sehingga menyebabkan kerusakan minor yang mengakibatkan penurunan kecepatan pada mesin. Semua faktor ini menyebabkan mesin *extruder* yang bekerja dibawah kecepatan ideal dan meningkatkan kerugian pada

reduce speed.

5.4 Analisa *Fault Mode Effect Analysis* (FMEA)

Pada perhitungan *Fault Mode Effect Analysis* (FMEA) yang dimana ditentukan berdasarkan tiga prioritas utama berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yang akan menjadi prioritas untuk dilakukan perbaikan segera. Untuk mesin *crusher* dengan *losses reduce speed* dimana didapatkan untuk nilai RPN tertinggi yaitu pada mesin yang tidak stabil dengan nilai RPN 294. Dimana dengan mesin yang tidak stabil akan menyebabkan kinerja mesin yang tidak optimal dan menyebabkan *downtime* yang meningkat akibat mesin yang berhenti secara mendadak. Pada mesin *extruder* dengan *losses reduce speed* dimana didapatkan untuk nilai RPN tertinggi yaitu pada kualitas *slurry* rendah dengan nilai 336. Jika kualitas *slurry* rendah pada saat proses pelelehan akan menyebabkan proses pelelehan material yang tidak optimal karena performa mesin yang menurun karena *slurry* yang terkontaminasi atau terlalu kental.

5.5 Analisa Usulan Perbaikan

Penelitian difokuskan pada mesin dengan jenis *losses* tertinggi yaitu mesin *crusher* dan *extruder* yang memperoleh *reduce speed* tertinggi dimana sebelum dilakukan analisa dengan *six big losses*, dilakukan perhitungan dengan metode OEEE yang mempertimbangkan tiga faktor utama yaitu *availability*, *performance*, dan *quality* yang kemudian ditambahkan dengan aspek lingkungan berupa konsumsi listrik. Diketahui untuk jenis *losses reduce speed* termasuk pada *performance rate* maka untuk jenis *losses* nya akan menyebabkan menurunnya kinerja mesin. Pada penentuan solusi perbaikan ini juga didasarkan pada 8 pilar *Total Productive Maintenance* (TPM) sebagai landasan dan implementasi. Berikut analisa solusi perbaikan dari kedua mesin yang didapatkan dari perhitungan nilai RPN pada metode FMEA:

- **Mesin *Crusher***
 - ▶ Mesin Tidak Stabil

Pada perhitungan FMEA, mesin tidak stabil menjadi urutan

tertinggi dengan nilai RPN sebesar 294. Dimana dampak dari mesin yang mengalami penurunan performa dan *downtime* yang bertambah, dengan nilai *severity* (S) sebesar 7 yang termasuk kategori tinggi. Penyebab utamanya adalah dinamo yang tidak stabil dan umur mesin yang sudah tua yang memiliki nilai *occurrence* (O) sebesar 7 yang termasuk kategori cukup tinggi. Dan deteksi masalah yang tergolong rendah karena pengecekan dilakukan secara manual oleh operator dan mendapatkan nilai *detection* (D) sebesar 6. Dengan mengalikan ketiga nilai tersebut maka didapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 294.

Perbaikan terhadap jenis *losses* ini dapat dilakukan dengan melakukan jadwal pelumasan setiap minggu pada *bearing* dan *belt* untuk menjaga performa mesin *crusher* dan memastikan kapasitas material yang di inputkan pada mesin tidak *overload*. Selain itu perbaikan pada *losses* ini dilakukan dengan pendekatan pada 8 pilar TPM (*Total Productive Maintenance*). Dimana pilar *autonomous maintenance* dapat diterapkan dengan melatih operator untuk mengetahui penurunan performa mesin baik dari getaran, suara, atau beban. Perbaikan ini didasarkan pada penelitian oleh (Wardani, Atmaji, & Alhilman, 2021). *Planned maintenance* dilakukan dengan melakukan pelumasan dan pengecekan mesin setiap seminggu sekali untuk menghindari kerusakan, serta penggantian dinamo setiap sebulan sekali untuk mencegah terjadinya *overheat* pada dinamo. Menurut penelitian Zahra Fatemi (2022) menjelaskan dengan pelumasan yang dilakukan pada mesin akan mengurangi *reduce speed* karena pelumasan yang buruk akan menyebabkan gesekan tinggi, keausan, serta masalah pada *bearing* yang mengganggu proses produksi. Untuk *education & training* dilakukan dengan memberikan pelatihan kepada operator untuk dapat menghindari terjadinya kerusakan pada mesin. Perbaikan ini didasarkan pada penelitian Pada Mulia Raja, dkk (2022).

- **Mesin *Extruder***

- ▶ **Kualitas *Slurry* Rendah**

Pada perhitungan FMEA, mesin tidak stabil menjadi urutan tertinggi dengan nilai RPN sebesar 336. Dimana dampak dari mesin yang mengalami penurunan performa dan *downtime* yang bertambah, dengan nilai *severity* (S) sebesar 8 yang termasuk kategori tinggi. Penyebab utamanya adalah *slurry* yang terkontaminasi debu dan benda asing yang memiliki nilai *occurrence* (O) sebesar 7 yang termasuk kategori cukup tinggi. Dan deteksi masalah yang tergolong rendah karena pengecekan dilakukan secara manual oleh operator dan mendapatkan nilai *detection* (D) sebesar 6. Dengan mengalikan ketiga nilai tersebut maka didapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebesar 336. Perbaikan terhadap jenis *losses* ini dapat dilakukan dengan melakukan inspeksi *slurry* sebelum memasuki mesin *mixing* untuk mencegah adanya benda asing yang ikut tercampur kedalam *slurry*. Kemudian dengan menambahkan *mesh screen* yang berupa saringan untuk menyaring *slurry* sebelum masuk ke mesin *mixing*.

Selain itu perbaikan pada *losses* ini dilakukan dengan pendekatan pada 8 pilar TPM (*Total Productive Maintenance*). Dimana pilar *autonomous maintenance* dapat diterapkan dengan melatih operator untuk mengetahui inspeksi yang dilakukan pada *slurry* sebelum masuk kedalam mesin *mixing*. Menurut penelitian oleh (Al-Amery, Mohammad, & Al-Rashed, 2021). Untuk *Focused Maintenance* dilakukan dengan pemasangan atau penambahan berupa sensor arus untuk mendeteksi kekentalan *slurry*, *magnetic trap* untuk mencegah adanya benda asing yang masuk sehingga menyebabkan pengaduk tersangkut dan menurunkan kecepatan mesin, dan menambahkan pengaduk tambahan agar pencampuran *slurry* lebih menyatu. Menurut penelitian Nueasri (2025) menjelaskan dengan adanya penambahan fitur

seperti sensor pada mesin akan membantu dalam mendeteksi gangguan pada mesin dan menurunkan *losses*. Untuk *education & training* dilakukan dengan memberikan pelatihan kepada operator terkait karakteristik *slurry* yang baik dan sesuai standar. Perbaikan ini didasarkan pada penelitian Md. Mahraj Uddin, dkk (2021). Dimana menjelaskan dengan adanya pelatihan akan memungkinkan deteksi pada permasalahan mesin dan mengetahui terkait inspeksi yang dilakukan operator.

