

Minimizing Production Line Waste Using Waste Assessment Model and Failure Mode and Effect Analysis Method

Meminimasi Pemborosan di Lini Produksi Menggunakan Metode *Waste Assessment Model* dan *Failure Mode and Effect Analysis*

Aries Firmansyah, Nur Rahmawati

**Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jl.Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya**

Email: 22032010034@student.upnjatim.ac.id

Abstract - PT XYZ is a company engaged in the manufacturing industry, which produces feed for chickens and cattle. In carrying out the process to fulfill daily production orders, the production target of 15 batches/hour or 45 tons/hour and the production target of the company's key performance indicator of 42.73 tons/hour, often cannot be achieved. This is due to the presence of seven wastes. The waste consists of over production, unnecessary inventory, defects, unnecessary motion, excessive transportation, inappropriate processing, and waiting. This can be overcome with a lean manufacturing approach through the waste assessment model and failure mode and effect analysis methods. The waste assessment model obtained three main wastes including defects (22.29%), waiting (15.79%), and transportation (15.71%). The FMEA (failure mode and effect analysis) method was applied to identify sub-wastes with high and very high RPN (risk priority number) categories from the defect, waiting, and transportation sub-wastes. Recommendations for improvement have been given, but have not been implemented in the company. It is hoped that the results of this analysis can have a positive impact and help achieve the target for animal feed production.

Keywords: Lean Manufacturing, Waste, Waste Assessment Model, Failure Mode And Effect Analysis

Abstrak – PT XYZ adalah sebuah perusahaan yang bergerak di industri manufaktur, yang memproduksi pakan untuk hewan ternak ayam dan sapi. Dalam menjalankan proses untuk memenuhi order produksi harian, target produksi sebesar 15 batch/jam atau 45 ton/jam dan target produksi dari *key performance indikator* perusahaan sebesar 42,73 ton/jam, seringkali tidak dapat tercapai. Hal ini dikarenakan adanya tujuh *waste*. *Waste* tersebut terdiri dari *over production*, *unnecessary inventory*, *defect*, *unnecessary motion*, *excessive transportation*, *inappropriate processing*, dan *waiting*. Hal ini dapat diatasi dengan pendekatan *lean manufacturing* melalui metode *waste assessment model* dan *failure mode and effect analysis*. *Waste assessment model* memperoleh hasil tiga *waste* utama di antaranya *defect* (22,29%), *waiting* (15,79%), dan *transportation* (15,71%). Metode FMEA (*failure mode and effect analysis*) diaplikasikan untuk mengidentifikasi *subwaste* dengan nilai RPN (*risk priority number*) kategori *high* dan *very high* dari *subwaste defect*, *waiting*, dan *transportation*. Rekomendasi perbaikan sudah diberikan, tetapi belum diterapkan di perusahaan. Diharapkan hasil analisis ini dapat memberikan dampak positif dan membantu pencapaian target produksi pakan ternak.

Kata Kunci: Lean Manufacturing, Pemborosan, Waste Assessment Model, Failure Mode And Effect Analysis

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur memegang peran strategis dalam perekonomian Indonesia, khususnya dalam menciptakan nilai tambah dan menyerap tenaga kerja [1] [2]. Pada triwulan III tahun 2024, industri manufaktur menjadi kontributor utama pertumbuhan ekonomi nasional yang meningkat sebesar 16,70% dibandingkan triwulan II [3]. Hal ini sejalan dengan tantangan di bidang manufaktur yang meningkat pula seperti kompleksitas manufaktur. Untuk menghadapi tantangan ini, perusahaan-perusahaan berusaha meningkatkan

kinerja mereka [4]. Sebagian besar perusahaan industri manufaktur atau yang berfokus pada bidang produksi akan menerapkan *lean manufacturing* dengan tujuan untuk melakukan upaya perbaikan berkelanjutan secara konsisten dengan cara mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan atau *waste* [5][6]. *Lean* merupakan pendekatan berkelanjutan yang bertujuan meminimasi *waste* dan meningkatkan produk untuk memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*) [7].

PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak di industri manufaktur dengan fokus pada

kegiatan produksi pakan ternak. Dalam menjalankan proses produksi pakan ternak, PT XYZ selalu berusaha untuk mencapai target produksi dengan tujuan untuk memenuhi permintaan konsumen dan meningkatkan daya saing [8][9]. Seringkali, target produksi pakan ternak di PT XYZ tidak tercapai. Target produksi dan hasil produksi aktual dari Bulan Januari hingga Oktober 2024 menunjukkan hasil aktual per bulan tidak mencapai target produksi dari perusahaan yaitu sebesar 42,73 Ton/Jam. Target produksi tersebut merupakan target dari *key performance indicator* (KPI) perusahaan. Ini berarti kegiatan produksi tidak sepenuhnya efisien yang diindikasikan adanya pemborosan atau *waste* di lini produksi. *Waste* yaitu tindakan apapun yang tidak menghasilkan nilai tambah dalam proses produksi [10][11]. Aktivitas tanpa nilai tambah di lini produksi menyebabkan munculnya *waste* [12]. *Waste* menurut Taiichi Ohno [13], yang diperkenalkan dalam sistem produksi Toyota, dibagi menjadi 7 jenis yaitu *over production* (O), *unnecessary inventory* (I), *defect* (D), *unnecessary motion* (M), *excessive transportation* (T), *inappropriate processing* (P), dan *waiting* (W).

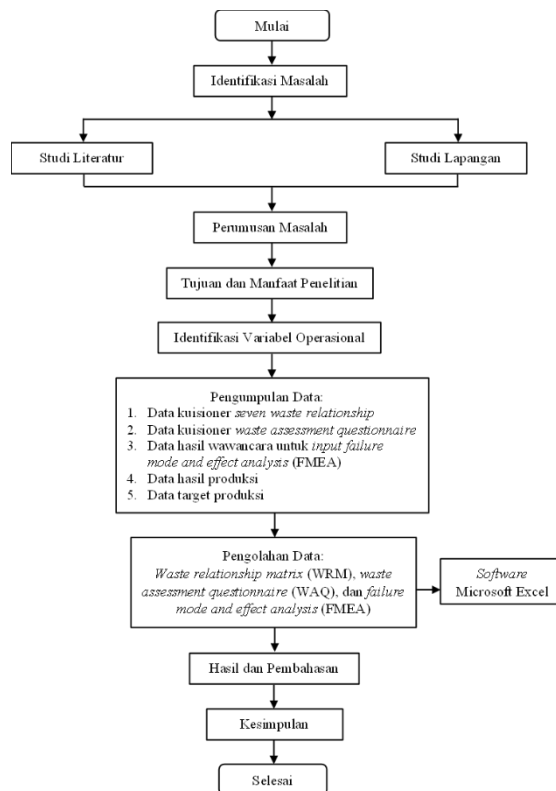
Lean manufacturing dengan menggunakan metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) dan *waste assessment model* (WAM) merupakan cara untuk mengatasi masalah ini. WAM adalah metode untuk menganalisis dan menentukan *waste* kritis [14][15], sedangkan FMEA adalah metode yang bertujuan untuk menghilangkan *waste* atau kegagalan dengan memprioritaskan nilai *risk priority number* (RPN) yang diperoleh dari perkalian antara *severity*, *occurrence*, dan *detection* [16][17].

Diharapkan PT XYZ dapat mengurangi *waste* pada lini produksi melalui kajian ini. Ketika diketahui tingkat *waste* yang terjadi, dilakukan analisis usulan perbaikan sesuai dengan nilai prioritas pemborosan yang terjadi [18]. Dengan demikian, diharapkan perusahaan mampu mengimplementasikan usulan perbaikan untuk menghilangkan *waste* yang telah dianalisis. Target akhirnya adalah perusahaan mampu mencapai target produksi dan bersaing dengan kompetitor [19]. Dengan demikian, diharapkan kajian ini dapat memberikan peningkatan kinerja bagi perusahaan.

2. METODE PELAKSANAAN

Kajian ini menggunakan dua sumber data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui penyebaran kuesioner dan wawancara kepada karyawan yang berhubungan langsung dengan lini produksi. Data sekunder

diperoleh melalui buku, artikel penelitian, laporan, dan data *history* perusahaan. Data sekunder ini berkaitan dengan topik pembahasan. Tahapan pemecahan masalah ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penyelesaian Masalah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dikumpulkan melalui proses identifikasi *waste* menggunakan enam pertanyaan beserta skor yang dikembangkan oleh Rawabdeh [20] untuk masing-masing korelasi antar *waste* (Tabel 1). Data dari kuesioner *seven waste relationship matrix* (Tabel 2), yang diisi oleh tiga responden yaitu tiga kepala sub departemen produksi, *quality control*, dan *warehouse*, diolah dengan menjumlahkan skor enam pertanyaan untuk setiap hubungan. Nilai total yang dihasilkan, yang merepresentasikan derajat korelasi antar *waste*, diikuti dengan konversi ditunjukkan pada Tabel 3. *Waste relationship matrix* merupakan tahap selanjutnya (Tabel 4) yang dibuat dengan menggunakan data dari kuesioner hubungan tujuh *waste*. Selanjutnya, *waste relationship matrix* dikonversi ke nilai numerik berdasarkan acuan A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2, dan X = 0 (Tabel 5).

Tabel 1. Pertanyaan dan Bobot Hubungan 7 Waste

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah i merupakan penyebab j	a. Sering	=4
		b. Sesekali	=2
		c. Tidak sering	=0
2	Bagaimana bentuk keterkaitan antara i dan j	a. Kenaikan i diiringi kenaikan j	=2
		b. kenaikan i tidak mempengaruhi j	=1
		c. Hubungan antara i dan j tergantung pada kondisi	=0
3	Bagaimana i berdampak pada j	a. Jelas terlihat secara langsung	=4
		b. Munculnya membutuhkan waktu	=2
		c. Jarang terlihat	=0
4	Mengeliminasi dampak i terhadap j dapat dilakukan dengan	a. Metode Keteknikan	=2
		b. Langsung dan praktis	=1
		c. Solusi yang terarah	=0
5	Akibat pengaruh i terhadap j berdampak pada	a. Hanya kualitas produk	=1
		b. Hanya produktivitas sumber daya	=1
		c. Hanya waktu tunggu (<i>leadtime</i>)	=1
		d. Kualitas produk dan produktivitas sumber daya	=2
		e. Kualitas produk dan waktu tunggu	=2
		f. Produktivitas sumber daya dan waktu tunggu	=2
		g. Kualitas produk, produktivitas sumber daya, dan waktu tunggu	=4
6	Besarnya dampak i terhadap j sebanding dengan peningkatan waktu tunggu (<i>lead time</i>)	a. Sangat tinggi	=4
		b. Sedang	=2
		c. Rendah	=0

Waste relationship matrix memberikan nilai awal untuk penilaian WAQ, yang disesuaikan dengan setiap jenis pertanyaan yang diajukan. Kuesioner terdiri dari 68 pertanyaan, dimana terdapat pertanyaan bertanda "From" mengartikan bahwa satu jenis *waste* bisa memicu *waste* lainnya. Di sisi lain, jenis *waste* yang

dipengaruhi oleh jenis *waste* lain melalui pertanyaan yang ditandai dengan "To". Kuesioner WAQ diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, yaitu *man*, *material*, *machine*, dan *method*. Tiga pilihan jawaban (Ya, Sedang, dan Tidak) diberikan untuk setiap pertanyaan dengan bobot skor 1; 0,5; dan 0. Bobot skor ini dibagi menjadi dua kategori. Kategori A dan B memiliki sistem pembobotan yang berlawanan. Pada kategori A, jawaban "Ya" menunjukkan adanya limbah dan diberi skor 1, sementara pada kategori B, jawaban "Ya" menunjukkan tidak adanya limbah dan diberi skor 0." Jawaban "Sedang" memiliki skor 0,5 pada kedua kategori, sedangkan jawaban "Tidak" diberi skor 0 pada kategori A dan 1 pada kategori B. Tabel 6 menyajikan jumlah pertanyaan (Ni) pada kuesioner, yang telah dikelompokkan berdasarkan jenis pertanyaan. Untuk memperhitungkan pentingnya setiap pertanyaan, bobot telah dimasukkan pada setiap pertanyaan dalam kuesioner *waste relationship matrix*.

Tabel 2. Nilai Konversi Seven Waste Relationship

Interval Skor	Sifat Hubungan	Kode
17 – 20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13 – 16	<i>Especially Important</i>	E
9 – 12	<i>Important</i>	I
5 – 8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1 – 4	<i>Unimportant</i>	U

Tabel 3. Waste Relationship Matrix

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	A	I	O	O	O	X	A
I	U	A	U	U	E	X	X
D	O	I	A	A	I	X	A
M	X	U	O	A	X	I	E
T	O	I	I	E	A	X	E
P	O	I	E	E	X	A	I
W	I	I	E	X	X	X	A

Tabel 4. Waste Matrix Value

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Skor	Persentase (%)
O	10	6	4	4	4	0	10	38	15,32
I	2	10	2	2	8	0	0	24	9,68
D	4	6	10	10	6	0	10	46	18,55
M	0	2	4	10	0	6	8	30	12,10
T	4	6	6	8	10	0	8	42	16,94
P	4	2	8	8	0	10	6	38	15,32
W	6	6	8	0	0	0	10	30	12,10
Skor	30	38	42	42	28	16	52	248	100,00
Persentase (%)	12,10	15,32	16,94	16,94	11,29	6,45	20,97	100,00	

Tabel 5. Jumlah Pertanyaan WAQ

No.	Jenis Pertanyaan (i)	Total (Ni)
1	From Over production	3
2	From Inventory	6
3	From defect	8
4	From Motion	11
5	From Transportation	4
6	From Process	7
7	From Waiting	8
8	To Defect	4
9	To Motion	9
10	To Transportation	3
11	To Waiting	5
Jumlah Pertanyaan		68

Tabel 6. Bobot Awal Berdasarkan Waste Relationship Matrix

No.	Jenis Pertanyaan (i)	Bobot Awal Setiap Jenis Waste						
		O	I	D	M	T	P	W
1	To Motion	4	2	10	10	8	8	0
2	From Motion	0	2	4	10	0	6	8
3	From Defect	4	6	10	10	6	0	10
4	From Motion	0	2	4	10	0	6	8
5	From Motion	0	2	4	10	0	6	8
6	From Defect	4	6	10	10	6	0	10
7	From Process	4	2	8	8	0	10	6
8	To Waiting	10	0	10	8	8	6	10
9	From Waiting	6	6	8	0	0	0	10
10	From Transportation	4	6	6	8	10	0	8
11	From Inventory	2	10	2	2	8	0	0
12	From Inventory	2	10	2	2	8	0	0
13	From Defect	4	6	10	10	6	0	10
14	From Inventory	2	10	2	2	8	0	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...
68	From Defect	4	6	10	10	6	0	10

No.	Jenis Pertanyaan (i)	Bobot Awal Setiap Jenis <i>Waste</i>						
		O	I	D	M	T	P	W
Total Skor		280	290	486	438	316	262	434

Bobot setiap baris dibagi dengan total pertanyaan dalam kategori tersebut (Ni). Sebagai contoh, untuk pertanyaan "To Motion" (Tabel 7, baris pertama), terdapat 9 pertanyaan (Tabel 6) untuk perhitungannya adalah $O = 4/9 = 0,44$; $I = 2/9 = 0,22$; $D = 10/9 = 1,11$; dan seterusnya. Perhitungan ini dilakukan untuk memperoleh hasil jumlah skor (Sj) dan frekuensi (Fj) pada setiap jenis waste, yang disajikan pada Tabel 8. Skor total (Sj) pada masing-masing bobot pada bagian waste dihitung, bersamaan dengan frekuensi (Fj) untuk setiap bobot. Nilai awal setiap baris dikalikan dengan bobot dari kuesioner WAQ. Hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 8. Nilai awal (Yj) dan nilai akhir (Yj Final) untuk setiap jenis limbah dihitung. kemudian, probabilitas interaksi antar masing-masing waste (Pj) digunakan untuk menentukan urutan prioritas setiap jenis limbah. Perhitungan ini dilakukan untuk memperoleh hasil akhir dari waste assessment model yang tersajikan pada Tabel 9.

Hasil metode penilaian waste (WAM) menunjukkan beberapa jenis waste kritis dengan ranking 3 paling tinggi yaitu defect sebesar 22,29%, waiting sebesar 15,79%, dan excessive transportation sebesar 15,71% (Tabel 10). Berdasarkan data tersebut, metode analisis kegagalan dan efeknya (FMEA) dengan parameter severity, occurrence, dan detection diaplikasikan untuk memperoleh nilai RPN (risk priority number) berdasarkan hasil waste paling kritis yang identifikasinya meliputi potential effect, potential cause, dan control untuk setiap waste.

Tabel 7. Perhitungan Skor Total (Sj) dan Frekuensi (Fj) Setiap Jenis Waste

No.	Jenis Pertanyaan (i)	Ni	Bobot Awal Tiap Jenis Waste						
			O	I	D	M	T	P	W
1	To Motion	9	0,44	0,22	1,11	1,11	0,89	0,89	0,00
2	From Motion	11	0,00	0,18	0,36	0,91	0,00	0,55	0,73
3	From Defect	8	0,50	0,75	1,25	1,25	0,75	0,00	1,25
4	From Motion	9	0,00	0,18	0,36	0,91	0,00	0,55	0,73
5	From Motion	9	0,00	0,18	0,36	0,91	0,00	0,55	0,73
6	From Defect	8	0,50	0,75	1,25	1,25	0,75	0,00	1,25
7	From Process	7	0,57	0,29	1,14	1,14	0,00	1,43	0,86
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
68	From Defect	8	0,50	0,75	1,25	1,25	0,75	0,00	1,25
Total Skor (Sj)			53,96	52,97	80,92	63,59	62,36	38,23	72,66
Frekuensi (Fj)			57	63	68	56	42	36	50

Tabel 8. Perhitungan Skor Total (Sj) dan Frekuensi (Fj) Berdasarkan Bobot WAQ

No.	Rata-rata Jawaban	Bobot Awal Tiap Jenis Waste						
		O	I	D	M	T	P	W
1	0,5	0,22	0,11	0,56	0,56	0,44	0,44	0,00
2	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,17	0,08	0,13	0,21	0,21	0,13	0,00	0,21
4	0,17	0,00	0,03	0,06	0,15	0,00	0,09	0,12
5	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,17	0,08	0,13	0,21	0,21	0,13	0,00	0,21
7	0,33	0,19	0,10	0,38	0,38	0,00	0,48	0,29
...	...	...	...	...	...	...	...	...
68	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Skor (Sj)		12,37	14,55	17,20	11,74	14,95	5,58	14,59
Frekuensi (Fj)		38	39	41	33	26	19	28

Tabel 9. Hasil Perhitungan *Waste assessment model*

	O	I	D	M	T	P	W
Skor (Yj)	0,15	0,17	0,13	0,11	0,15	0,08	0,11
Pj Faktor	185,35	148,28	314,13	204,86	191,21	98,86	253,64
Yj Final	28,33	25,22	40,26	22,29	28,38	7,62	28,51
Hasil Akhir (%)	15,69	13,96	22,29	12,34	15,71	4,22	15,79
Ranking	4	5	1	6	3	7	2

Tabel 10. Hasil Analisis Kegagalan dan Efeknya (FMEA) *Waste Kritis Defect*

Potensi Kegagalan	Efek dari Kegagalan	Severity	Penyebab Kegagalan	Occurrence	Kontrol Saat Ini	Detection	RPN
Ukuran pellet tidak sesuai	Pakan ternak tidak memenuhi standar sehingga perlu menuju proses rework	5	Setting kedalaman pisau yang terlalu keluar atau terlalu dalam	2	Melakukan pengecekan produk setelah dilakukan pengasahan pisau dan setting pisau	2	20
Bau pakan ternak tidak sesuai	Pakan ternak tidak memenuhi standar dengan kecacatan tinggi sehingga menjadi afkir	3	Terdapat bahan baku yang hangus seperti kernal dan soya	7	Melakukan pengecekan saat sampling pada mesin pelletmill dan stasiun <i>bagging off</i>	2	42
Terkontaminasi	Pakan ternak tidak sesuai dengan kualitas sehingga menjadi bahan baku repro dan sweeping	5	Terdapat bahan baku yang belum halus	4	Melakukan pengecekan saat sampling pada <i>line pelleting</i> apabila ditemukan kontaminasi hasil <i>pelleting</i> tidak akan dilanjutkan ke proses berikutnya	4	80
Warna pakan ternak tidak sesuai		5	Terdapat bahan baku cair yang belum tercampur merata	4		5	100
Temperatur suhu pakan ternak di atas 39°C	Pakan ternak tidak sesuai spesifikasi dengan kerusakan yang rendah dan masih bisa diperbaiki	4	Produk melalui proses <i>cooling</i> terlalu cepat dan kondisi lingkungan yang panas	6	Melakukan setting ulang mesin cooler melalui sensor suhu	6	144
Berat tidak sesuai toleransi		4	Kalibrasi mesin tidak sesuai dengan bobot yang ditetapkan dan kesalahan saat setting	2	Melakukan kalibrasi rutin dan pelatihan cara setting mesin penimbangan	7	56
Jahitan tidak normal		3	Terdapat jarum patah pada mesin jahit dan benang menyangkut	3	Melakukan <i>maintenance</i> secara rutin	5	45
Kemasan berlubang		2	Terdapat kecacatan karung dari pemasok	4	Karung yang terindikasi cacat tidak digunakan untuk pengemasan produk	3	24
	2	Tergores saat proses pengemasan dan saat pengangkutan atau penyimpanan	5	Fokus atau berhati-hati saat melakukan pekerjaan dan memindahkan produk ke kemasan yang baru	4	50	

Tabel 11. Hasil Analisis Kegagalan dan Efeknya (FMEA) Waste Kritis Waiting

Potensi Kegagalan	Efek dari Kegagalan	Severity	Penyebab Kegagalan	Occurrence	Kontrol Saat Ini	Detection	RPN
Bin bahan baku kosong	Proses <i>dosing</i> terhambat atau bahkan hingga tidak berjalan	6	Stok bahan baku yang dibutuhkan kosong	4	Membuat formula pakan ternak baru dengan komposisi bahan baku yang ada dan nutrisinya tetap sama	3	72
Bin pre-pelletmill penuh	Proses <i>dosing</i> terhambat atau bahkan hingga berhenti	5	Terdapat <i>maintenance</i> rutin pada mesin pelletmill	9	Mengurangi aliran bahan baku dan mengalihkan bahan baku ke bin mesin pelletmill lain	5	225
		5	Adanya hambatan di stasiun pengemasan	3	Monitoring operator dan kondisi line <i>bagging off</i>	4	60
Menunggu hand add premix		4	Kurangnya koordinasi operator	3	Terdapat alarm dan alat komunikasi berupa toa	4	48
		4	Kurangnya persiapan sebelum memulai proses produksi	2	Menyiapkan bahan baku premix ke area kerja dan jumlah job	5	40
Menunggu perbaikan atau <i>maintenance</i> mesin produksi	Proses produksi terkendala pada salah satu lane atau bahkan hingga <i>downtime</i> (seluruh mesin)	7	Terdapat kerusakan yang tidak terduga	7	Adanya <i>preventive maintenance</i>	6	294
	Proses produksi terkendala pada salah satu lane atau bahkan hingga <i>downtime</i> (mesin pelletmill)	6	Terdapat pengisian <i>lubricant</i> secara manual dan komponen mesin pelletmill longgar	9	Adanya jadwal <i>maintenance</i> rutin pada mesin pelletmill	5	270
Pemadaman listrik	Proses produksi terhenti	5	Adanya kerusakan sistem pada supplier listrik	2	Terdapat dua genset untuk cadangan ketika terjadi pemadaman listrik	1	10

Tabel 12. Hasil Analisis Kegagalan dan Efeknya (FMEA) Waste Kritis Excessive Transportation

Potensi Kegagalan	Efek dari Kegagalan	Severity	Penyebab Kegagalan	Occurrence	Kontrol Saat Ini	Detection	RPN
Infisiensi pengangkutan bahan baku ke lantai produksi	Proses produksi terhambat akibat kendala pengangkutan bahan baku	4	Pengambilan dan pencarian bahan baku di warehouse yang luas	5	Terdapat penanda kavling pembagian letak bahan baku	5	100
Bahan baku berceceran saat proses pengangkutan dari forklift dan loader	Suplai bahan baku yang masuk ke dalam line produksi berkurang	3	Adanya karung bahan baku yang berlubang dari proses sampling	9	Belum ada <i>improvement</i> yang dilakukan	3	81
		3	Melebihi kapasitas bucket loader	8	Melakukan pengangkutan bahan baku sesuai dengan kapasitas bucket loader dan bucket digerakkan agar bahan baku yang berlebih jatuh di tempat bahan baku berada	3	72
Mesin transportasi (elevator, chain conveyor, screw) membutuhkan waktu ekstra	Aliran bahan baku khususnya di mesin transportasi jadi terhambat	6	Adanya pengaruh dari bahan baku seperti sifat dan jumlah	7	Melakukan penguraian bahan baku secara manual	5	210

Tabel 13. Usulan Rekomendasi Perbaikan

Waste	Subwaste	RPN	Usulan Perbaikan
Defect	Produk melalui proses <i>cooling</i> terlalu cepat dan kondisi lingkungan yang panas	144	Instalasi <i>turbine ventilator</i>
Waiting	Terdapat <i>maintenance</i> rutin pada mesin <i>pelletmill</i>	225	Pembuatan SOP <i>maintenance</i> dan instalasi bin sementara
	Terdapat kerusakan yang tidak terduga	294	<i>Preventive maintenance</i> dan <i>corrective maintenance</i>
	Terdapat pengisian <i>lubricant</i> secara manual dan part mesin <i>pelletmill</i> longgar	270	Instalasi sistem pelumasan otomatis atau upgrade spesifikasi mesin
Transportation	Adanya pengaruh dari bahan baku seperti sifat dan jumlah	210	Memastikan bahan baku berada dalam kondisi optimal dan memasang knocker di beberapa titik

Berdasarkan nilai RPN (*risk priority number*) dalam metode FMEA didapatkan nilai RPN *high* dan *very high* pada potential cause atau *subwaste* yang akan menjadi fokus usulan perbaikan. Usulan perbaikan ini diusulkan agar dapat diterapkan oleh perusahaan. Tabel 11-13 merupakan analisis usulan perbaikan untuk *waste* dan *subwaste* dengan nilai RPN tertinggi.

Usulan Perbaikan Waste Defect Proses Produksi

Produk melalui proses *cooling* dengan cepat dan kondisi lingkungan yang panas memiliki nilai RPN sebesar 144, termasuk dalam kategori *high*. Untuk perbaikan, disarankan instalasi *turbine ventilator*. Proses pendinginan yang tidak efektif menyebabkan suhu produk di stasiun *bagging off* melebihi batas standar 39°C. Pemasangan *turbine ventilator* bertujuan untuk mengatur sirkulasi udara di area produksi, khususnya di tower produksi, agar suhu lingkungan lebih stabil. Dengan menurunkan suhu di sekitar mesin dan stasiun *bagging off*, *turbine ventilator* diharapkan dapat membantu mengurangi suhu produk.

Usulan Perbaikan Waste Waiting Proses Produksi

Terdapat *maintenance* rutin pada mesin *pelletmill* memiliki nilai RPN sebesar 225, yang tergolong *very high*. Untuk perbaikan, disarankan pembuatan standar operasional prosedur (SOP) dan instalasi bin sementara. Proses *maintenance* ini sering menyebabkan bin *pre-pelletmill* penuh, sehingga menghambat proses *dosing* dan *mixing*, yang berujung pada terjadinya *waste waiting* karena bahan baku tidak memiliki tempat alokasi. Pembuatan SOP bertujuan untuk mempercepat penggantian komponen dan meminimalkan *downtime* mesin *pelletmill*, sehingga proses *maintenance* dapat dilakukan lebih cepat dan efisien. Sementara itu, instalasi bin sementara berfungsi untuk menampung bahan baku dari proses *dosing* dan *mixing* yang tidak bisa dimasukkan ke dalam bin *pre-pelletmill*

utama saat *maintenance* berlangsung, sehingga proses produksi tetap berjalan tanpa hambatan.

Terdapat kerusakan yang tidak terduga memiliki nilai RPN sebesar 294, yang termasuk dalam kategori RPN *very high* yang dapat menghambat proses produksi serta menyebabkan *downtime*, berpotensi menimbulkan *waste waiting*. Meskipun *preventive maintenance* sudah diterapkan, proses penggantian atau pemeliharaan tidak dilakukan secara langsung ketika ada indikasi kerusakan pada mesin atau komponen. Oleh karena itu, perlu adanya pelaksanaan *preventive maintenance* bersamaan dengan *corrective maintenance*. Jika terdapat indikasi kerusakan, langkah *corrective maintenance* harus segera diambil untuk mencegah kerusakan tak terduga dan *downtime* yang tidak direncanakan, sehingga dapat mengurangi atau mencegah kerusakan lebih lanjut.

Terdapat pengisian *lubricant* secara manual dan komponen mesin *pelletmill* yang longgar dengan nilai RPN sebesar 270, yang termasuk dalam kategori RPN *very high* yang dapat mengakibatkan terhambatnya proses produksi *line pelleting* serta *waste waiting* akibat menunggu perbaikan. Untuk mengatasi masalah ini, langkah perbaikan yang diusulkan adalah instalasi sistem pelumasan otomatis atau *upgrade* spesifikasi mesin *pelletmill* 2. Tujuannya adalah untuk mengurangi atau menghilangkan *waste waiting* yang disebabkan oleh pengisian *lubricant* manual dan memperkuat komponen mesin yang longgar akibat gerakan saat beroperasi. Dengan adanya sistem pelumasan otomatis dan komponen yang lebih kokoh, pekerjaan pelumasan manual dapat diminimalkan, dan pengencangan komponen longgar dapat dilakukan lebih efektif, sehingga waktu tunggu dapat dikurangi atau dihilangkan.

Usulan Perbaikan Waste Transportation Proses Produksi

Adanya pengaruh dari bahan baku seperti sifat dan jumlah memiliki nilai RPN sebesar 210, yang termasuk dalam kategori RPN *very high*.

Untuk perbaikan, penting untuk memastikan bahan baku berada dalam kondisi optimal. Bahan baku yang mudah menggumpal, seperti *palm kernel*, dapat menghambat aliran dan menyebabkan masalah dalam proses produksi. Kondisi ini disebabkan oleh rapat massa yang tinggi akibat kelembapan saat penyimpanan dan pemadatan dari tumpukan, serta jumlah bahan baku yang dialirkan secara besar-besaran. Langkah perbaikan meliputi pencegahan terhadap sifat bahan baku dengan menginstal ventilasi yang memadai, seperti *turbine ventilator*, untuk mengontrol kelembapan di gudang dan menetapkan batas masa simpan guna menjaga kualitas. Selain itu, saat bahan baku lembab dan memiliki rapat massa tinggi, sebaiknya dimasukkan ke dalam intake secara bertahap untuk mencegah penggumpalan yang dapat mengganggu mesin transportasi.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil dari kajian ini, dapat disimpulkan bahwa identifikasi *waste* melalui *waste assessment model* menghasilkan adanya tiga *waste* kritis pada lini produksi, yaitu *waste defect* (22,29%), *waste waiting* (15,79%), dan *waste transportation* (15,71%). Untuk mengatasi masalah ini, metode FMEA berperan dalam perbaikan yang mengacu pada nilai RPN dengan kategori *high* dan *very high*. Perbaikan terhadap *waste defect*, untuk mengatasi masalah proses pendinginan yang terlalu cepat dan kondisi lingkungan panas, meliputi instalasi *turbine ventilator* dengan nilai RPN 144. *Waste waiting*, yang mencakup *maintenance* rutin pada mesin *pelletmill* dengan nilai RPN 225, akan diperbaiki dengan pembuatan SOP *maintenance* dan instalasi bin sementara. Selain itu, kerusakan tidak terduga dengan nilai RPN 294 akan diatasi dengan *preventive* dan *corrective maintenance*, serta pengisian *lubricant* secara manual dan *part* mesin *pelletmill* yang longgar dengan nilai RPN 270 melalui instalasi sistem pelumasan otomatis atau *upgrade* spesifikasi mesin. Untuk *waste transportation*, yang dipengaruhi oleh sifat dan jumlah bahan baku dengan nilai RPN 210, perbaikan dilakukan dengan memastikan bahan baku dalam kondisi optimal. Diharapkan penelitian ini dapat membantu untuk mencapai target produksi pakan ternak dengan mengimplementasikan usulan perbaikan yang diusulkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Aisyah and P. Saputro, "The Contribution Of Manufacturing Industry Sub-Sector In Employment And Its Determinants," *Univ. Res. Colloquium*, pp. 322–330, 2021.
- [2] T. W. Permana, G. Yudoko, and E. A. Prasetyo, "Forecasting the potential output and growth of the manufacturing industry: a case study of Indonesia's manufacturing sector," *J. Ekon. Stud. Pembang.*, vol. 24, no. 2, pp. 368–389, 2024, doi: 10.18196/jesp.v24i2.18716.
- [3] Dwitri Waluyo, "Pendorong Utama Pertumbuhan Ekonomi yang Stabil," INDONESIA.GO.ID. Accessed: Dec. 13, 2024. [Online]. Available: <https://indonesia.go.id/kategori/editorial/8770/pendorong-utama-pertumbuhan-ekonomi-yang-stabil?lang=1>
- [4] H. D. Saptioratri Budiono, R. Nurcahyo, and M. Habiburrahman, "Relationship between manufacturing complexity, strategy, and performance of manufacturing industries in Indonesia," *Heliyon*, vol. 7, no. 6, p. e07225, 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e07225.
- [5] D. Rahmasari, W. Sutopo, and J. M. Rohani, "Implementation of *Lean manufacturing Process* to Reduce Waste: A Case Study," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1096, no. 1, p. 012006, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1096/1/012006.
- [6] A. C. Qomarotun Nurlaila, Rosdita Indah Yuniawati, Leni Susanti, *LEAN MANUFACTURING*. Bandung: Tohar Media, 2023.
- [7] Vincent Gaspersz, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2007.
- [8] F. Rosin, P. Forget, S. Lamouri, and R. Pellerin, "Impacts of Industry 4.0 technologies on Lean principles," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 58, no. 6, pp. 1644–1661, 2020, doi: 10.1080/00207543.2019.1672902.
- [9] A. Wahid, "Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Produksi Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Proses Produksi Botol (PT. XY Pandaan – Pasuruan)," *J. Teknol. Dan Manaj. Ind.*, vol. 6, no. 1, pp. 12–16, 2020, doi: 10.36040/jtmi.v6i1.2624.
- [10] Khairunnisa, J. Hidayati, and A. Shalihin, "Reducing waste order production process more efficient approach effective and lean manufacturing (Journal Review)," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 725, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899x/725/1/012001.
- [11] Y. D. Pristyanto, "Eliminating Production Process Waste with Lean Six Sigma in the

- Gresik Ceramic Industry," vol. 07, no. 02, pp. 120–132, 2024.
- [12] Y. Silambi and R. Indiyanto, "Lean manufacturing Analysis to Minimize Waste on The Production Process," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 13, no. 1, pp. 707–719, 2024, doi: 10.33022/ijcs.v13i1.3768.
- [13] Ester Maria Elizabeth, "Reduksi Waste Dengan Penerapan *Lean manufacturing* Pada Proses Produksi Glassfibre Reinforced Concrete (Grc) Krawangan Di Pabrik Xyz," *J. Optim. Syst. Ergon. Implement.*, vol. 1, no. 02, 2024, doi: 10.54378/joseon.v1i02.7501.
- [14] B. Bizuneh and R. Omer, "Lean waste prioritisation and reduction in the apparel industry: application of *Waste assessment model* and value stream mapping," *Cogent Eng.*, vol. 11, no. 1, p., 2024, doi: 10.1080/23311916.2024.2341538.
- [15] R. Kusumawardani, H. Supriyanto, and M. R. Suryanto, "Utilizing Lean Six Sigma and *Waste assessment model* to Reduce Waste in the Hot Rolled Coil Production," *E3S Web Conf.*, vol. 517, 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202451714003.
- [16] D. H. Stamatis, *Failure mode and effect analysis: FMEA from Theory to Execution*. Milwaukee USA: ASQ Quality Press, 2003.
- [17] M. R. B. Robin E. Mcdermott, Raymond J. Mikulak, *The Basicss of FMEA 2nd Edition*. USA: CRC Press, 2009.
- [18] D. E. Adhella Ika Putri, "Waste Analysis In Delivery Process Using The Lean Distribution Method," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 13, no. 3, pp. 4068–4077, 2024, [Online]. Available: <http://ijcs.stmikindonesia.ac.id/ijcs/index.php/ijcs/article/view/3135>
- [19] I. T. B. Widiwati, S. D. Liman, and F. Nurprihatin, "The implementation of Lean Six Sigma approach to minimize waste at a food manufacturing industry," *J. Eng. Res.*, no. January, 2024, doi: 10.1016/j.jer.2024.01.022.
- [20] I. A. Rawabdeh, "A model for the assessment of waste in job shop environments," *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 25, no. 8, pp. 800–822, 2005, doi: 10.1108/01443570510608619.

Ruang kosong ini untuk menggenapi jumlah halaman sehingga jika dicetak dalam bentuk buku, setiap judul baru akan menempati halaman sisi kanan buku.