
USULAN PERBAIKAN PADA MESIN BAGGING PELLETTIZING 2 DENGAN MENGGUNAKAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS DAN FAULT TREE ANALYSIS DI PT POLYTAMA PROPINDO

Witoyo¹, Hisyam Hermawan², Tri Budi Prasetyo³

^{1 2 3} Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Cirebon

e-mail: witoyo402@gmail.com¹, hisyamhermawan@umc.ac.id², tri.budi@umc.ac.id³

Accepted: 28/2/2026; Published: 2/3/2026

ABSTRAK

Proses *bagging pellet* merupakan tahap penting pada pengemasan yang bertujuan memindahkan produk dari silo ke mesin bagging untuk dimasukkan ke dalam karung 25 kg secara otomatis dan manual. Pada periode Januari–Desember 2024, mesin bagging *Pelletizing 2* di PT Polytama Propindo mengalami 143 kali *breakdown* yang menyebabkan terhentinya proses pengemasan dan kerugian perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kegagalan pada mesin *bagging pelletizing 2* dengan menggunakan metode *failure mode and effect analysis* dan *fault tree analysis* di PT Polytama Propindo. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi mode kegagalan serta faktor penyebabnya. Hasil FMEA menunjukkan nilai RPN tertinggi terdapat pada mesin *sealing* akibat kawat *heater* putus (RPN 189) yang disebabkan setingan temperatur tidak standar, *overheating*, kontaminasi *pellet*, dan kurangnya perawatan. Mode kegagalan berikutnya adalah *bag placer error* (RPN 126) akibat gangguan sensor, PLC, *hose* pecah, dan posisi *bag* tidak sesuai. *Vacuum bag error* memiliki RPN 72 akibat sumbatan *pellet* dan komponen kotor. Conveyor balok macet (RPN 54) disebabkan *gearbox* dan rantai kotor, sedangkan *nozzle 1* dan *weigher filling* memiliki RPN terendah (36) terkait usia pakai dan kerusakan *load cell*. Analisis FTA dengan metode MOCUS mengidentifikasi faktor dominan berupa tidak adanya SOP, kurangnya *preventive maintenance*, setingan mesin tidak standar, kondisi sensor dan komponen yang aus, serta kesalahan operator. Usulan perbaikan difokuskan pada mesin *sealing* dan *bag placer* melalui penyusunan SOP, penetapan standar parameter, peningkatan kompetensi operator, monitoring kinerja, *preventive maintenance* terjadwal, inspeksi material, serta penerapan *checklist* dan audit 5R. Implementasi perbaikan diharapkan mampu menurunkan risiko kegagalan, meningkatkan keandalan mesin, dan menjaga kontinuitas proses pengemasan.

Kata Kunci: Mesin Bagging, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Fault Tree Analysis (FTA), Breakdown, Risiko Kegagalan.

ABSTRACT

The pellet bagging process is an important stage in packaging that aims to transfer products from silos to bagging machines to be automatically and manually placed into 25 kg bags. During the period of January–December 2024, the Pelletizing 2 bagging machine at PT Polytama Propindo experienced 143 breakdowns, which caused the packaging process to stop and resulted in losses for the company. This study aims to identify failures in the Pelletizing 2 bagging machine using the failure mode and effect analysis and fault tree analysis methods at PT Polytama Propindo. This study uses a quantitative and qualitative approach with the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA) methods to identify failure modes and their causes. The FMEA results show that the highest RPN value is found in the sealing machine due to broken heater wires (RPN 189), which is caused by non-standard temperature settings, overheating, pellet contamination, and lack of maintenance. The next failure mode was bag placer error (RPN 126) due to sensor and PLC malfunctions, broken hoses, and

incorrect bag positioning. Vacuum bag error had an RPN of 72 due to pellet blockages and dirty components. The block conveyor jam (RPN 54) was caused by a dirty gearbox and chain, while nozzle 1 and the weigher filling had the lowest RPN (36) related to wear and tear and load cell damage. FTA analysis using the MOCUS method identified the dominant factors as the absence of SOPs, lack of preventive maintenance, non-standard machine settings, worn sensors and components, and operator error. The proposed improvements focus on the sealing machine and bag placer through the development of SOPs, the establishment of standard parameters, the improvement of operator competence, performance monitoring, scheduled preventive maintenance, material inspection, and the implementation of 5R checklists and audits. The implementation of these improvements is expected to reduce the risk of failure, improve machine reliability, and maintain the continuity of the packaging process.

Keywords: *Bagging Machine, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Fault Tree Analysis (FTA), Breakdown, Failure Risk.*

PENDAHULUAN

Dalam industri petrokimia, kelancaran proses produksi sangat bergantung pada keandalan peralatan di setiap tahapan operasional, termasuk tahap pengemasan (*bagging*) yang berperan penting sebagai proses akhir sebelum distribusi. Tahap ini tidak hanya memastikan produk siap dikirim ke pelanggan, tetapi juga menjaga kualitas produk selama proses distribusi. Oleh karena itu, mesin pengemasan harus memiliki tingkat keakuratan, kecepatan, dan ketahanan yang tinggi agar dapat beroperasi secara konsisten dan efisien (Rahmadina et al., 2024). Gangguan atau kerusakan pada mesin pengemasan dapat menghambat distribusi, menurunkan efisiensi operasional, dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Dengan demikian, pemeliharaan dan pengelolaan mesin pengemasan yang optimal menjadi kunci utama dalam menjaga efektivitas dan efisiensi proses produksi serta pemenuhan permintaan pasar secara tepat waktu (Haq et al., 2021).

PT Polytama Propindo didirikan pada tahun 1993 sebagai produsen signifikan resin polipropilena (PP resin) di Indonesia. Polytama merupakan salah satu perusahaan petrokimia terkemuka dan terus berkembang yang menyediakan PP resin di Indonesia dengan merek dagang Masplene. Pada tahun 2017, Polytama meluncurkan inovasi produk terbarunya berupa *granule*. PT Polytama Propindo berlokasi di Desa Limbangan, Kecamatan Juntinyuat, Indramayu, Jawa Barat. Polytama adalah perusahaan dalam industri polipropilena yang memanfaatkan teknologi *LyondellBasell*, salah satu teknologi pengolahan terbaik di dunia (Mansur & Ratnasari, 2015).

Seiring dengan peningkatan kapasitas produksi propilena di Kilang Pertamina RU-VI Balongan, PT. Polytama Propindo juga meningkatkan kapasitasnya menjadi 200.000 MT per tahun pada tahun 2004. Kapasitas produksi terus meningkat hingga mencapai 240.000 MT per tahun pada tahun 2008 dan 260.000 MT per tahun pada tahun 2018.

Pelletizing 2 adalah *plant* baru di PT. Polytama Propindo yang didirikan pada tahun 2016 dan mulai beroperasi pada tahun 2019 dengan kapasitas produksi sebesar 8 ton per jam. *Plant* ini merupakan bagian penting dari upaya perusahaan untuk meningkatkan volume produksi dan efisiensi proses manufaktur. Dengan teknologi terbaru yang diterapkan, *Pelletizing 2* diharapkan mampu mendukung kebutuhan pasar yang terus berkembang. Saat ini, *plant Pelletizing 2* masih dalam tahap evaluasi khususnya pada proses pengantongan. Proses pengantongan merupakan tahap akhir dalam produksi *pellet* yang bertujuan memastikan produk dikemas dengan baik untuk distribusi (Saputra & Santoso, 2021). Namun, pada proses ini sering terjadi kegagalan pada mesin *bagging 2*, yang mengakibatkan gangguan dalam kelancaran produksi dan potensi kerugian material.

Evaluasi yang dilakukan mencakup analisis penyebab teknis maupun operasional untuk mencari solusi terbaik. Perusahaan berkomitmen untuk melakukan perbaikan dan pengembangan mesin agar proses pengantongan dapat berjalan lebih lancar dan efisien.

Dengan perbaikan ini, diharapkan kualitas produk yang dihasilkan tetap terjaga dan kapasitas produksi dapat mencapai target sesuai dengan standar operasional (Sulistiyono & Saifuddin, 2024).

Proses pengantongan/*bagging mechine pellet* merupakan salah satu proses penting dalam produksi di bagian pengemasan. Proses ini bertujuan untuk memindahkan produk *pellet* dari silo atau *buffer* kemudian di transfer ke mesin *bagging* dan di masukan ke dalam karung dengan berat 25kg (Mansur & Ratnasari, 2015). Proses ini dilakukan dengan sistem robot dan manusia.

PT. Polytama Propindo pada periode Januari sampai Desember tahun 2024 mengalami kegagalan proses pada mesin *bagging* di *plant* baru *pelletizing 2* sehingga mesin dapat mengakibatkan *Breakdown* dan mengakibatkan proses pengemasan berhenti serta membuat rugi perusahaan Total Frekuensi *Breakdown* pada periode Januari sampai Desember tahun 2024 sebanyak 143x. Untuk Mengetahui frekuensi kegagalan ada pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Frekuensi Kerusakan Mesin *Bagging* pada Periode Tahun 2024

Komponen	BULAN												Total	Keterangan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Panel PLC			1	1	1							2	5	Panel plc error
Weiger Filling			2			1							3	Weigher filling over
Nozzle 1	2		1			1	3	1		2	3		13	Ganti Rubber clamp bag
Nozzle 2					1			1	1	2	2	1	7	Ganti rubber clamp bag
Jogger 1						3							3	Seal piston jogger bocor
Jogger 2						1		1					2	Hose pecah
Bag Placer			2	4		2			1	1	3	9	22	Error
Vacum Bag		1	2	1		2	1				1	4	12	Error
Conveyor 1					1					1			2	Adjust stoper
conveyor Balok			1			2		1					4	Conveyor macet
Conveyor mesin sealing			2	2		1		2					7	Conveyor macet
Mesin Sealing	7	2	10	4	4	4	3	8	10	2	4	1	58	Kawat heater putus
Cek Metal													0	
Cheker Weiger			1			1	1		1				4	Calibrasi weigher
Head Print				1							2	2	5	Mesin print plugging
Conveyor Stacking			1										1	Tambal covveyor
Total	9	3	23	13	7	18	8	14	13	8	15	19	148	

Sumber Data : PT. Polytama Propindo 2024

Dilihat dari tabel 1, data menunjukkan bahwa tingginya frekuensi kegagalan ada pada periode Januari-Desember sebanyak 148 Kali. Kerusakan pada bulan Januari yaitu sebanyak 9 kali dengan mode kegagalan pada komponen (*Nozzle* 1 2 kali dan *Mesin sealing* 7 kali, kegagalan pada bulan Februari yaitu sebanyak 3 kali mode kegagalan pada komponen (*vacuum bag* 1 kali dan *mesin sealing* 2 kali, kerusakan pada bulan maret sebanyak 23 kali dengan mode kegagalan pada komponen (*plc* 1 kali, *Weigher filling* 2 kali, *nozzle* (1) 1 kali, *bag placer* 2 kali, *vacuum bag* 2 kali *conveyor* balok 1 kali, *conveyor* mesin *sealing* 2 kali), kerusakan bulan April yaitu sebanyak 13 kali dengan mode kegagalan pada komponen (*weigher filling* 1 kali, *bag placer* 4 kali, *vacum bag* 1 kali, *conveyor* balok 1 kali, *conveyor* mesin *sealing* 2 kali, mesin *sealing* 4 kali, *headprint* 1 kali), kerusakan pada bulan mei yaitu sebanyak 7 kali dengan mode kegagalan (*panel plc* 1 kali, *nozzle* (2) 1 kali, *conveyor* 1 kali, mesin *sealing* 4 kali), kerusakan pada bulan juni sebanyak 18 kali dengan mode kegagalan (*weigher filling* (1 kali), *nozzle* 1 (1 kali), *jogger* 1 (3 kali), *jogger* 2 (1 kali), *bag placer* (2 kali), *vacuum bag* (2 kali), *conveyor balok* (2 kali), *coveyor mesin sealing* (1 kali), mesin *sealing* (4 kali), *cheker weigher* (1 kali)), kerusakan pada bulan juli sebanyak 8 kali dengan mode kegagalan (*Nozzle* 1 (3 kali), *vacuum bag* (1 kali), mesin *sealing* (3 kali), *cheker weigher* (1 kali), kerusakan pada bulan Agustus sebanyak 14 kali dengan mode kegagalan (*nozzle* 1 (1 kali), *nozzle* 2 (1 kali), *jogger* 2 (1 kali), *conveyor* balok (1 kali), *conveyor mesin sealing* (2 kali), mesin *sealing* (8 kali)), kerusakan pada bulan September sebanyak 13 kali dengan mode kegagalan (*nozzle* 2 (1 kali), *bag placer* (1 kali), mesin *sealing* (10 kali), *cheker weigher* (1 kali), kerusakan pada bulan Oktober sebanyak 8 kali dengan mode kegagalan (*Nozzle* 1 (2 kali), *nozzle* 2 (2 kali), *bag placer* (1 kali), *conveyor* 1 (1 kali), mesin *sealing* (2 kali)), kerusakan pada bulan November sebanyak 15 kali dengan mode kegagalan (*nozzle* 1 (3 kali), *nozzle* 2 (2 kali), *bag placer* (3 kali), *vacuum bag* (1 kali), mesin *sealing* (4 kali), *head print* (2 kali) kerusakan pada bulan Desember sebanyak 19 kali dengan mode kegagalan (*panel plc* (2 kali), *nozzle* 2 (1 kali), *bag placer* (9 kali), *vacuum bag* (4 kali), mesin *sealing* (1 kali), *head print* (2 kali). Dari kegagalan- kegagalan tersebut dapat mengakibatkan tidak tercapainya target produksi. Untuk data produksi dari periode januari sampai desember ada di bawah ini:

Tabel 2. Data Produksi

No	Periode tahun 2024	Target produksi (Ton)	Hasil produksi (Ton)
1	Jan-24	5,580,000	2,867,425
2	Feb-24	5,220,000	1,758,000
3	Mar-24	5,580,000	4,280,575
4	Apr-24	5,400,000	4,490,975
5	Mei-24	5,580,000	4,757,525
6	Jun-24	5,400,000	3,927,875
7	Juli-24	5,580,000	2,988,550
8	Ags-24	5,580,000	4,266,350
9	Sep-24	5,400,000	4,514,675
10	Okt 24	5,580,000	3,644,025
11	Nov-24	5,400,000	4,034,950
12	Des-24	5,580,000	4,949,975
Total		65,880,000	46,480,900

Sumber Data : PT. Polytama Propindo 2024

Tabel 3. Breakdown Time Mesin Bagging

KOMPONEN	BULAN												TOTAL MENIT
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	MENIT												
Panel PLC			60	40	60							40	200
Weiger Filling			420			390							810
Nozzle 1	210		100			40	100	30		30	110		620
Nozzle 2					30			145	20	45	155	20	415
Jogger 1						55							55
Jogger 2						240		50					290
Bag Placer			250	515		105			95	30	235	868	2098
Vacum Bag		150	140	30		60	30				60	340	810
Conveyor 1					90					20			110
conveyor Balok			210			480		260					950
Conveyor mesin sealing			220	60		120		180					580
Mesin Sealing	690	120	1030	270	320	335	270	715	530	150	330	40	4800
Conveyor Cek Metal													0
Cheker Weiger			210			60	100		60				430
Head Print				30							105	50	185
Conveyor Stacking			60										60
Total	900	330	2640	945	605	1780	500	1380	705	275	995	1358	12413

Sumber Data : PT. Polytama Propindo 2024

Dilihat dari tabel 3 diketahui bahwa dalam periode bulan Januari sampai Desember 2024 mesin yang sering mengalami *Breakdown Time* tertinggi yaitu pada mesin *sealing* dengan waktu *Breakdown Time* 4800 menit, kemudian mesin *bag placer* dengan waktu *breakdown time* 2098 dan *conveyor* balok dengan waktu *breakdown time* tertinggi 950, *Weigher filling* waktu *breakdown time* 810 dan *nozzle 1* *breakdown time* 620. Dilihat dari kerusakan diatas yang seringnya mengalami kegagalan pada mesin *bagging* yaitu pada alat instrumenisasi dan mekanik. kerusakan pada mesin tentu akan mengakibatkan kerugian pada perusahaan dan juga dapat menyebabkan tidak tercapainya target produksi.

Untuk mengatasi masalah tersebut perlu di lakukannya sebuah metode yaitu metode Menurut (Sulistiyono & Saifuddin, 2024) FMEA merupakan metode yang digunakan untuk memberikan evaluasi objek dengan mengidentifikasi potensi penyebab suatu permasalahan yang ada pada perusahaan. FMEA sendiri diselesaikan dengan menggunakan *diagram pareto*, *fishbone diagram*, menghitung RPN (*Risk Priority Number*) dan yang terakhir memberikan solusi atau sebuah alternatif untuk perbaikan terhadap potensi resiko yang akan terjadi dan menurut (Ericson, 2005), Analisis Pohon Kesalahan (*Fault Tree Analysis*) merupakan metode analisis sistem yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dasar serta kemungkinan terjadinya suatu peristiwa yang tidak diharapkan. Metode ini diterapkan untuk mengevaluasi sistem dinamis yang berskala besar dan kompleks guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam serta mencegah potensi terjadinya permasalahan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif (*mix methode*) dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi mode kegagalan serta faktor penyebabnya. Penelitian dilakukan di PT Polytama Propindo yang berlokasi di Jl. Raya Balongan KM 2, Balongan, Kabupaten

Indramayu, Jawa Barat. Penelitian ini berfokus pada mesin *bagging* di PT. Polytama Propindo sebagai objek utama, mengingat peran vitalnya dalam proses pengemasan yang sering mengalami *breakdown* berulang. Masalah utama yang diidentifikasi adalah penurunan produktivitas akibat tindakan pemeliharaan yang masih bersifat reaktif, sehingga diperlukan analisis mode kegagalan yang sistematis. Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui dua sumber, yaitu data primer yang diperoleh dari observasi langsung serta wawancara dengan pihak operasional (Supervisor, *Maintenance*, dan Operator), serta data sekunder yang berasal dari laporan kerusakan internal perusahaan dan literatur terkait.

Populasi penelitian mencakup 16 pekerja dari 4 grup di PT. Polytama Propindo, dengan pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Sampel yang dipilih terdiri dari 4 responden ahli, yaitu Operator Mesin *Bagging*, *Foreman Pelletizing 2*, Supervisor *Pelletizing 2*, dan bagian *Maintenance*, yang dinilai paling representatif dalam memberikan informasi teknis. Analisis data dilakukan menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Langkah pertama adalah mengidentifikasi mode kegagalan pada mesin *Bagging Pelletizing 2*, yang kemudian dilanjutkan dengan pemberian bobot nilai 1 hingga 10 pada tiga parameter utama: *Severity* (tingkat keparahan), *Occurrence* (frekuensi kejadian), dan *Detection* (tingkat deteksi). Tingkat risiko dari setiap kegagalan dihitung menggunakan rumus $RPN = S \times O \times D$. Skor *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi akan menjadi prioritas utama dalam pemberian usulan perbaikan. Sebagai tahap akhir, peneliti merumuskan usulan perbaikan yang komprehensif menggunakan kerangka analisis 5W+1H (*What, Why, Where, When, Who, How*) untuk meningkatkan efisiensi sistem pemeliharaan mesin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Pengolahan Data

1. Analisa Identifikasi Kerusakan pada Mesin *Bagging*

Setelah dilakukan pengambilan data penelitian pada Mesin *Bagging Pelletizing 2* di PT Polytama Propindo selama periode Januari hingga Desember 2024, diperoleh data 16 komponen mesin *bagging*. Berdasarkan hasil identifikasi, terdapat 15 komponen yang sering mengalami kerusakan. Komponen dengan frekuensi kerusakan tertinggi adalah Mesin *Sealing* sebanyak 58 kali kerusakan, diikuti oleh *Bag Placer* sebanyak 22 kali kerusakan, *Nozzle 1* sebanyak 13 kali kerusakan, *Vacuum Bag* sebanyak 12 kali kerusakan, dan *Nozzle 2* sebanyak 7 kali kerusakan. Selanjutnya, *Conveyor* Mesin *Sealing* mengalami 7 kali kerusakan, *Head Print* dan Panel PLC masing-masing sebanyak 5 kali kerusakan, *Checker Weigher* dan *Conveyor* Balok masing-masing sebanyak 4 kali kerusakan, *Weigher Filling* dan *Jogger 1* masing-masing sebanyak 3 kali kerusakan, serta *Jogger 2* dan *Conveyor 1* masing-masing sebanyak 2 kali kerusakan. Total waktu *breakdown* yang tercatat selama periode penelitian adalah sebesar 12.413 menit.

2. Analisa FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk memberikan pembobotan terhadap tingkat keparahan (*severity*), peluang terjadinya kegagalan (*occurrence*), dan kemampuan pendeteksian (*detection*), sehingga diperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN).

a. Evaluasi Komponen (S,O,D)

Berdasarkan hasil penilaian, berikut adalah ringkasan kondisi pada setiap mesin:

Tabel 4. Evaluasi Komponen (S,O,D)

Komponen	<i>Severity</i> (S)	<i>Occurrence</i> (O)	<i>Detection</i> (D)	Penyebab & Dampak Utama
Mesin <i>Sealing</i>	9	7	3	Kawat <i>heater</i> putus; proses berhenti total

Mesin <i>bag placer</i>	9	7	2	<i>Errorr</i> sensor/PLC; karung tidak masuk <i>nozzle</i>
Mesin <i>vacuum bag</i>	9	4	2	Tersumbat pellet/solenoid kotor.
<i>Nozzle</i> 1	9	4	1	<i>Rubber</i> pecah; bag sobek & produk hilang
<i>Weigher Filling</i>	9	2	2	<i>Load cell</i> rusak; berat tidak akurat
<i>Conveyor Balok</i>	9	2	3	<i>Gear box</i> pecah/rantai kotor; aliran terhenti

b. *Risk Priority Number (RPN)*

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), diperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yang menjadi prioritas perbaikan utama.

- 1) Mesin *sealing* memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, yaitu sebesar 189, dengan mode kegagalan berupa putusnya kawat *heater*. Kondisi ini menunjukkan bahwa kegagalan tersebut memiliki tingkat risiko yang tinggi terhadap kelancaran proses pengemasan.
- 2) Mesin *bag placer* merupakan komponen dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, yaitu sebesar 126. Tingginya nilai RPN tersebut menunjukkan bahwa mode kegagalan berupa terjadinya *bag placer error* memiliki tingkat risiko yang cukup signifikan. Kondisi ini berpotensi mengganggu kelancaran proses pengemasan karena dapat menyebabkan terhentinya alur produksi.

3. *Analisa Fault Tree Analysis*

a. *Fault Tree Analysis* Mesin *Sealing* Kawat *Heater* Putus

Pada mesin *sealing* terdapat 4 *event* utama yang berkontribusi terhadap terjadinya kegagalan proses penyegelan. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*), diperoleh minimal *cut set* yang menunjukkan kombinasi penyebab dasar (*basic event*) yang secara langsung dapat memicu terjadinya kegagalan pada mesin *sealing*. Minimal *cut set* tersebut terdiri dari 4 *basic event*, yaitu tidak adanya Standar Operasional Prosedur (SOP) yang jelas sebagai acuan kerja operator, kurangnya kegiatan perawatan (*maintenance*) yang dilakukan secara berkala, serta setingan mesin *jogger* yang tidak sesuai dengan standar operasi. Kondisi-kondisi tersebut menyebabkan proses penyegelan tidak berjalan optimal, meningkatkan potensi kerusakan komponen, dan pada akhirnya dapat menghambat kelancaran proses pengemasan.

b. *Fault Tree Analysis* mesin *Bag Placer Error*

Pada komponen mesin *bag placer* terdapat 8 *basic event* yang berpotensi menyebabkan terjadinya kegagalan fungsi pada sistem. Selanjutnya, dilakukan analisis menggunakan metode *Method of Obtaining Cut Sets* (MOCUS) untuk mengidentifikasi kombinasi kejadian dasar yang secara minimal dapat memicu *top event*. Berdasarkan hasil analisis tersebut, diperoleh minimal *cut set* yang terdiri dari 5 *basic event*. Adapun *basic event* tersebut meliputi sensor dalam kondisi kendor dan kurangnya kegiatan perawatan, sensor mati, bag tersangkut pada bagian *jogger* akibat setelan yang tidak sesuai, faktor usia pakai komponen yang telah melewati batas optimal, serta kondisi *over pressure* yang terjadi selama proses operasi. Kombinasi kejadian-kejadian tersebut menunjukkan bahwa faktor kondisi komponen, pengaturan mesin, serta aspek perawatan memiliki pengaruh signifikan terhadap terjadinya kegagalan pada mesin *bag placer*.

c. *Fault Tree Analysis* mesin *Vacuum Bag Error*

Pada komponen mesin *bag placer* teridentifikasi sebanyak 10 *basic event* yang berpotensi menyebabkan terjadinya kegagalan sistem. Selanjutnya, setelah dilakukan analisis menggunakan metode *Method of Obtaining Cut Sets* (MOCUS), diperoleh minimal *cut set* yang terdiri dari 8 *basic event* dominan yang secara signifikan berkontribusi terhadap terjadinya kegagalan pada komponen tersebut. *Basic event* yang termasuk dalam minimal *cut set* tersebut meliputi tumpahan *pellet* dari *nozzle* ke meja *bag*, operator yang mengabaikan ceceran *pellet* di meja *bag*, adanya debu yang terhisap ke dalam sistem, usia pakai komponen yang sudah mendekati batas operasional, kondisi tekanan berlebih (*over pressure*), kurangnya kegiatan perawatan rutin, serta adanya getaran pada mesin selama proses operasi.

d. *Fault Tree Analysis* mesin *Conveyor Balok Macet*

Pada komponen mesin *conveyor* balok terdapat enam *basic event* yang berpotensi menyebabkan terjadinya kegagalan fungsi pada sistem. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Method of Obtaining Cut Sets* (MOCUS), diperoleh minimal *cut set* yang terdiri dari 5 *basic event* utama. *Basic event* tersebut meliputi kurangnya perawatan rutin, tidak adanya jadwal *preventive maintenance* yang jelas dan terstruktur, proses pembersihan area menggunakan *plant air*, serta tidak tersedianya *cover* pada rantai *conveyor* yang menyebabkan komponen rentan terhadap kontaminasi dan kerusakan. Kondisi ini menunjukkan bahwa faktor perawatan dan pengendalian lingkungan kerja memiliki kontribusi signifikan terhadap potensi kegagalan pada komponen *conveyor* balok.

e. *Fault Tree Analysis* *Nozzle 1 rubber Pecah*

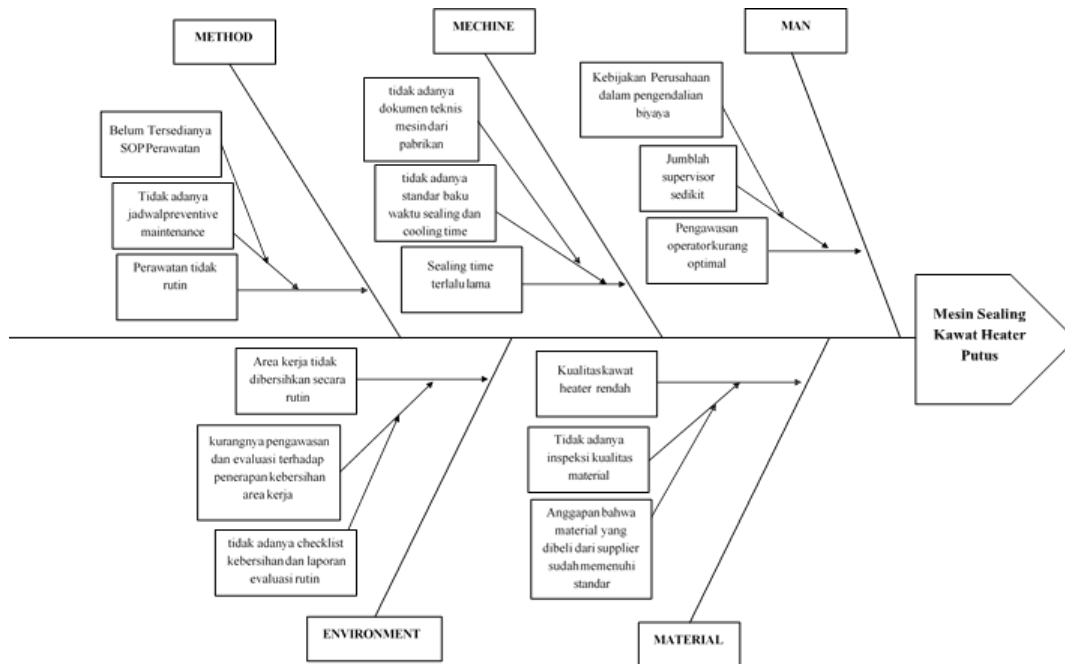
Pada komponen *nozzle 1* teridentifikasi 3 *basic event* yang berkontribusi terhadap terjadinya kegagalan fungsi. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*), diperoleh minimal *cut set* yang terdiri dari 3 *basic event* utama. *Basic event* tersebut meliputi kurangnya pengalaman personel *maintenance*, yang dapat menyebabkan kesalahan dalam penanganan dan perawatan komponen, kurangnya tingkat ketelitian dalam pelaksanaan aktivitas *maintenance*, sehingga potensi kerusakan tidak terdeteksi secara dini, serta faktor usia pakai komponen, di mana *nozzle* telah melewati masa operasional optimalnya sehingga lebih rentan mengalami kegagalan. Ketiga *basic event* ini saling berkaitan dan secara langsung meningkatkan kemungkinan terjadinya kerusakan pada *nozzle 1*.

f. *Fault Tree Analysis* *Weigher Filling Load cell Rusak*

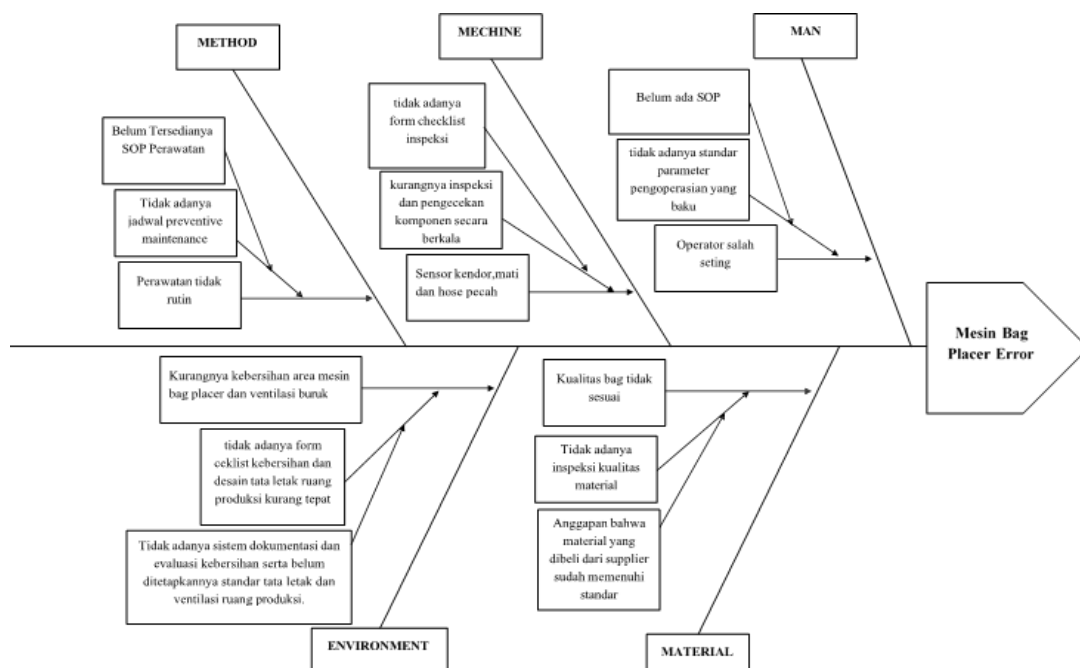
Pada komponen *weigher filling* teridentifikasi sebanyak 6 *event* kegagalan yang berpotensi memengaruhi kinerja proses penimbangan dan pengisian. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Minimal Cut Set* (MOCUS), diperoleh 4 kegagalan tersebut dapat terjadi akibat kombinasi beberapa *basic event* yang saling berkaitan. Minimal *cut set* yang terbentuk terdiri dari faktor yaitu terkontaminasinya debu pada komponen, setingan pnumatik yang tidak sesuai, mekanik yang kurang berpengalaman saat melakukan pemasangan dan penyetelan, operator yang belum berpengalaman dalam pengoperasian mesin, setingan *weigher* yang tidak tepat, serta tidak adanya Standar Operasional Prosedur (SOP) yang pasti.

4. Analisa Diagram *Fishbone*

Berdasarkan hasil identifikasi kegagalan pada mesin *Bagging Pelletizing 2* dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menunjukkan adanya beberapa mode kegagalan yang memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tinggi. Mode kegagalan tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan diagram *fishbone* untuk menelusuri akar penyebab berdasarkan faktor *Man, Machine, Method, Material*, dan *Environment*. Di bawah ini Adalah Analisa hasil dari nilai RPN tertinggi yaitu kegagalan pada mesin *sealing* dan *bag placer* sebagai berikut :

a. Diagram *Fishbone* Mesin SealingGambar 1. Diagram *Fishbone* Mesin Sealing

Berdasarkan gambar 1, menunjukkan bahwa kegagalan kawat heater disebabkan oleh interaksi faktor *Man* (Manusia), Faktor *Machine* (Mesin), *Method* (Metode), *Material* (Bahan), *Environment* (Lingkungan). Secara garis besar kawat heater sering putus karena pengaturan mesin yang tidak standar, sistem perawatan yang lemah (reaktif), dan kualitas material yang tidak terverifikasi. Semuanya dipicu oleh kurangnya pengawasan dan ketiadaan pedoman baku (SOP/Checklist).

b. Diagram *Fishbone* Mesin Bag PlacerGambar 2. Diagram *Fishbone* Mesin Bag Placer

Berdasarkan gambar 2, menunjukkan bahwa Penyebab utama *Bag Placer Error* adalah kurangnya standarisasi dokumentasi (SOP, parameter baku, dan *checklist* inspeksi/kebersihan). Hal ini menciptakan celah pada aspek pengawasan manusia, keandalan mesin, dan kualitas material yang digunakan.

5. Analisa Usulan Menggunakan 5W+1H

Selanjutnya, hasil *fishbone* dijabarkan secara sistematis melalui analisis 5W+1H guna memperjelas hubungan sebab-akibat dari setiap permasalahan yang terjadi.

Tabel 5. 5W + 1H Mesin Sealing

Keterangan:

- *Where* : Mesin *bagging pelletizing 2*
- *When* : Sebelum terjadinya kerusakan

Faktor	What	Why	Who	How
<i>Man</i>	Pengawasan operator kurang optimal	Jumlah supervisor sedikit, kebijakan perusahaan dalam pengendalian biayanya	Operator dan supervisor	Menambah fungsi pengawasan melalui penunjukan <i>leader shift</i> , peningkatan kompetensi operator, serta penerapan sistem monitoring kinerja operator
<i>Machine</i>	<i>sealing time</i> terlalu lama	tidak adanya standar baku waktu <i>sealing</i> dan <i>cooling time</i> , tidak adanya dokumen teknis mesin dari pabrikan	Operator produksi dan teknisi <i>maintenance</i>	Menetapkan standar parameter waktu <i>sealing time</i> dan <i>cooling time</i> , melakukan uji coba setting optimal, serta menyusun dokumen teknis mesin
<i>Method</i>	perawatan tidak rutin	belum tersedianya SOP perawatan, tidak adanya jadwal <i>preventive maintenance</i>	Bagian <i>maintenance</i>	Menyusun SOP perawatan, membuat jadwal <i>preventive maintenance</i> , dan menerapkan form <i>checklist</i> perawatan
<i>Material</i>	kualitas kawat <i>heater</i> rendah	tidak adanya inspeksi kualitas material, Anggapan bahwa material yang dibeli dari supplier sudah memenuhi standar	Bagian <i>Purchasing</i>	Menerapkan <i>incoming material inspection</i> , menetapkan spesifikasi teknis material, dan evaluasi <i>supplier</i> secara berkala
<i>Environment</i>	tidak adanya <i>checklist</i> kebersihan dan laporan evaluasi rutin	kurangnya pengawasan dan evaluasi terhadap penerapan kebersihan area kerja, area kerja tidak dibersihkan secara rutin	Operator	Membuat <i>checklist</i> kebersihan harian, audit 5R

(Sumber : Data Primer Diolah 2025)

Tabel 6. 5W + 1H Mesin Bag Placer

Keterangan:

- *Where* : Mesin *bagging pelletizing 2*
- *When* : Saat produksi berlangsung

Faktor	What	Why	Who	How
<i>Man</i>	operator salah <i>setting</i> mesin	tidak adanya standar parameter pengoperasian yang baku, belum ada SOP	Operator	Menyusun SOP pengoperasian mesin, menetapkan standar parameter <i>setting</i> , serta melakukan pelatihan dan sertifikasi operator secara berkala
<i>Machine</i>	sensor kendor, mati dan <i>hose</i> pecah	kurangnya inspeksi dan pengecekan komponen secara berkala, tidak adanya <i>form checklist</i> inspeksi	Operator dan Bagian <i>maintenance</i>	Membuat <i>form checklist</i> inspeksi harian, melakukan pengecekan kondisi sensor dan <i>hose</i> secara rutin, serta penggantian komponen berdasarkan umur pakai
<i>Method</i>	perawatan tidak rutin	tidak adanya jadwal <i>preventive maintenance</i> , belum tersedianya SOP perawatan	Bagian <i>maintenance</i>	Menyusun jadwal <i>preventive maintenance</i> yang terstruktur, membuat SOP perawatan mesin, dan menerapkan sistem monitoring pelaksanaan <i>maintenance</i>
<i>Material</i>	Kualitas <i>bag</i> tidak sesuai	Anggapan bahwa material yang dibeli dari <i>supplier</i> sudah memenuhi standar, Tidak adanya inspeksi kualitas material	Bagian Gudang & QC	Melakukan inspeksi kualitas material sebelum digunakan, menetapkan standar spesifikasi <i>bag</i> , serta evaluasi berkala terhadap kinerja <i>supplier</i>
<i>Environment</i>	Kurangnya kebersihan area mesin <i>bag placer</i> dan ventilasi buruk	tidak adanya <i>form checklist</i> kebersihan dan desain tata letak ruang produksi kurang tepat, Tidak adanya sistem dokumentasi dan evaluasi kebersihan serta belum ditetapkannya standar tata letak dan ventilasi ruang produksi.	Operator	Membuat <i>checklist</i> kebersihan area, menetapkan standar tata letak dan ventilasi, serta melakukan audit kebersihan dan <i>housekeeping</i> secara rutin.

(Sumber : Data Primer Diolah 2025)

Usulan Perbaikan Mesin *Sealing*

Usulan perbaikan mesin *sealing* dapat dilakukan dengan menambah fungsi pengawasan melalui penunjukan *leader shift*, peningkatan kompetensi operator, serta penerapan sistem monitoring kinerja operator. Selain itu, perlu ditetapkan standar parameter waktu *sealing time* dan *cooling time*, dilakukan uji coba untuk menentukan setting optimal, dan disusun dokumen teknis mesin secara lengkap. Untuk menjaga kondisi mesin tetap prima, disarankan menyusun SOP perawatan, membuat jadwal *preventive maintenance*, serta menerapkan *form checklist* perawatan secara rutin. Dari sisi material, penerapan *incoming material inspection*, penetapan spesifikasi teknis material, dan evaluasi *supplier* secara berkala perlu dilakukan. Tidak kalah penting, kebersihan dan kerapian area produksi harus dijaga melalui pembuatan *checklist* kebersihan harian dan pelaksanaan audit 5R secara konsisten.

Usulan perbaikan Mesin *Bag Placer*

Usulan perbaikan pada *Bag placer* yang dapat diterapkan meliputi penyusunan SOP pengoperasian mesin dan penetapan standar parameter settingan mesin, serta pelaksanaan pelatihan dan sertifikasi operator secara berkala untuk meningkatkan kompetensi SDM. Selain itu, perlu dibuat *form checklist* inspeksi harian, dilakukan pengecekan rutin terhadap kondisi sensor dan *hose*, serta penggantian komponen berdasarkan umur pakai. Jadwal *preventive maintenance* yang terstruktur juga harus disusun, didukung dengan SOP perawatan mesin dan sistem monitoring pelaksanaan *maintenance* untuk memastikan kinerja mesin tetap optimal. Kualitas material perlu diperiksa sebelum digunakan dengan menetapkan standar spesifikasi *bag*, serta dilakukan evaluasi berkala terhadap kinerja *supplier*. Terakhir, perlu dibuat *checklist* kebersihan area, penetapan standar tata letak dan ventilasi ruang produksi, serta audit kebersihan dan *housekeeping* secara rutin untuk menjaga kondisi lingkungan kerja yang aman dan efisien.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, kegagalan pada Mesin *Bagging Pelletizing 2* di PT Polytama Propindo terjadi pada beberapa komponen utama, yaitu mesin *sealing*, *bag placer*, *vacuum bag*, *conveyor* balok, *nozzle 1*, dan *weigher filling*. Setiap kegagalan berdampak pada terganggunya proses produksi, penurunan efisiensi, serta kualitas dan kuantitas hasil pengemasan. Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa kegagalan dengan risiko tertinggi adalah kawat heater putus pada mesin *sealing* (RPN 189), diikuti *error* pada *bag placer* (RPN 126). Sementara itu, *vacuum bag* dan *conveyor* balok berada pada tingkat risiko sedang, sedangkan *nozzle 1* dan *load cell weigher filling* termasuk risiko rendah.

Analisis FTA dan MOCUS mengidentifikasi bahwa penyebab utama kegagalan meliputi kurangnya perawatan, tidak adanya SOP yang jelas, kesalahan pengaturan parameter mesin, faktor usia pakai komponen, serta kurangnya kompetensi operator dan teknisi. Beberapa faktor teknis seperti *overheat*, *sensor kendur*, *hose* pecah, penumpukan debu, hingga kesalahan penyetelan turut menjadi *basic event* yang memicu kegagalan sistem.

Berdasarkan nilai RPN tertinggi, usulan perbaikan difokuskan pada mesin *sealing* dan *bag placer* melalui penyusunan dan penerapan SOP, penetapan standar parameter mesin, peningkatan kompetensi operator, penguatan sistem monitoring, serta pelaksanaan *preventive maintenance* yang terjadwal. Selain itu, pengawasan material, evaluasi *supplier*, dan penerapan kebersihan serta audit rutin juga menjadi bagian penting dari perbaikan. Dengan langkah tersebut, diharapkan kinerja mesin lebih optimal, risiko kegagalan menurun, dan proses produksi menjadi lebih aman serta efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Ericson, C. A. (2015). *Hazard analysis techniques for system safety*. John Wiley & Sons.
 Haq, I. S., Darma, A. Y., & Batubara, R. A. (2021). Penggunaan Metode Failure Mode and

- Effect Analysis (FMEA) dalam Identifikasi Kegagalan Mesin untuk Dasar Penentuan Tindakan Perawatan di Pabrik Kelapa Sawit Libo. *Jurnal Vokasi Teknologi Industri (Jvti)*, 3(1).
- Ichsan, M. R. U. (2024). Analisis Pengendalian Kerusakan Kantong Pada Proses Pengantongan Pupuk ZA Plus dengan Metode SPC dan FMEA di PT. X. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(2), 1004-1015.
- Irfanto, R. (2022). the Analysis Cause of Casting Repair Work With Pareto Chart in Project X. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(1), 106-117.
- Mansur, A., & Ratnasari, R. (2015). Analisis Risiko Mesin Bagging Scale Dengan Metode Fuzzy Failure Mode and Affact Analysis (Fuzzy-Fmea) Di Area Pengantongan Pupuk Urea Pt. Pupuk Sriwijaja. *Teknoin*, 21(4).
- Noviarni, S., Febianti, E., & Ferdinant, P. F. (2017). Analisis Efektifitas Mesin Bagging dengan Penerapan Total Productive Maintanance (TPM) pada PT. Lotte Chemical Titan Nusantara. *Jurnal Teknik Industri Untirta*.
- Noviarni, S., Febianti, E., & Ferdinant, P. F. (2017). Analisis Efektifitas Mesin Bagging dengan Penerapan Total Productive Maintanance (TPM) pada PT. Lotte Chemical Titan Nusantara. *Jurnal Teknik Industri Untirta*.
- Pratiwi, S. V. I., & Murnawan, H. . (2024). Analisa Perbaikan Mesin Cutting Guna Mengurangi Frekuensi Kerusakan dan Jam Perbaikan Mesin . *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 7(2), 1083–1092.
- Rakhmadina, C. A., Triardianto, D., & Ibad, R. I. N. (2024, December). Penerapan Metode FMEA dan 5W1H dalam Analisis Kerusakan dan Perencanaan Kegiatan Perawatan pada Mesin Petik Teh Tipe Double di PT XYZ: Application of FMEA and 5W1H Methods in Failure Analysis and Maintenance Activity Planning for Double Tea Plucking Machines at PT XYZ. In *NaCIA (National Conference on Innovative Agriculture)* (pp. 202-214).
- Rohani, Q. A., & Suhartini, S. (2021, March). Analisis Kecelakaan Kerja Dengan Menggunakan Metode Risk Priority Number, Diagram Pareto, Fishbone, Five Whys Analysis. In *Prosiding SENASTITAN: Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan* (Vol. 1, No. 1, pp. 136-143).
- Saputra, R., & Santoso, D. T. (2021). Analisis Kegagalan Proses Produksi Plastik Pada Mesin Cutting Di Pt. Fkp Dengan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis Dan Diagram Pareto. *Barometer*, 6(1), 322-327.
- Sulistiyono, W. A., & Saifuddin, J. A. (2024). Pengendalian Kualitas dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Pada Pembongkaran Bahan Baku Impor di PT X. *Sammajiva: Jurnal Penelitian Bisnis dan Manajemen*, 2(1), 30-38.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)