

# Analisis Kinerja Mesin Departemen Amonia Menggunakan Metode OEE dan Fuzzy FMEA Pada Kegagalan Berdampak Tinggi di Produsen Pupuk

Eriyan Ochy Arnanda<sup>1</sup>, Yanuar Pandu Negoro<sup>2</sup>, Deny Andesta<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Jl. Sumatra 101 GKB Randuagung, Gresik 61121

Email: [eriyandian21@gmail.com](mailto:eriyandian21@gmail.com)<sup>2</sup>, [yanuar.pandu@umg.ac.id](mailto:yanuar.pandu@umg.ac.id)<sup>2</sup>, [deny\\_andesta@umg.ac.id](mailto:deny_andesta@umg.ac.id)<sup>3</sup>

## ABSTRAK

PT. X tergolong sebagai entitas produsen pupuk berskala nasional yang memiliki permasalahan pada performa mesin seperti kerusakan pada mesin Blackout, LG SOHT 103J, 101J trip FALL 1003, dan Bocoran Line HS. Penelitian ini untuk mengembalikan efektivitas mesin yang lebih baik menggunakan metode OEE dan Fuzzy FMEA, perusahaan belum ada analisis sistematis yang menentukan akar penyebab dan dampak kegagalan tersebut. Hasil yang didapatkan yaitu rata-rata nilai OEE sebesar 75,90%, dimana hasil OEE belum memenuhi standar idealnya sebesar 85%. Selain itu didapat nilai FRPN tertinggi sebesar 253.5 pada Blackout, 101J trip FALL 1003 sebesar 153.5, Bocoran Line HS sebesar 153.5, dan terkecil LG SOHT 103J sebesar 53.5, temuan ini menegaskan dominasi kegagalan berdampak tinggi dalam sistem produksi Amonia kontinu. Dari hasil tersebut diberikan perbaikan penjadwalan *preventive maintenance* dan pemantauan rutin sehingga diharapkan setelah implementasi didapatkan risiko kerusakan menurun, operasi mesin stabil, dan keamanan kerja meningkat. Penelitian ini menunjukkan pentingnya penerapan FMEA berbasis Fuzzy pada proses industri berisiko tinggi, serta kontribusi mendukung keputusan pemeliharaan pada industri pupuk.

**Kata kunci:** Industri Pupuk, Amonia, OEE, Fuzzy FMEA.

## ABSTRACT

*PT. X stands among the major fertilizer producers operating nationally that has problems with machine performance such as damage to Blackout machines, LG SOHT 103J, 101J trip FALL 1003, and HS Line Leaks. This study aims to restore better machine effectiveness using the OEE and Fuzzy FMEA methods. The company does not yet have a systematic analysis to determine the root causes and impacts of these failures. The results obtained show an average OEE value of 75.90%, which does not meet the ideal standard of 85%. Additionally, the highest FRPN value was 253.5 for Blackout, 101J trip FALL 1003 was 153.5, HS Line Leakage was 153.5, and the lowest was LG SOHT 103J at 53.5. These findings confirm the dominance of high-impact failures in the continuous ammonia production system. Based on these results, improvements in preventive maintenance scheduling and routine monitoring were implemented, aiming to reduce the risk of damage, stabilize machine operations, and enhance workplace safety. This study highlights the importance of applying Fuzzy-based FMEA in high-risk industrial processes and its contribution to supporting maintenance decisions in the fertilizer industry.*

**Keywords:** Fertilizer Industry, Amonia, OEE, Fuzzy FMEA.

## Pendahuluan

Proses produksi yang lancar tentunya menghasilkan produk yang semakin meningkat, hal ini berhubungan dengan kinerja mesin yang mendukung juga sehingga dapat beroperasi tanpa adanya kendala [1]. Ketika sebuah mesin rusak, proses produksi akan dihentikan dan akan mengurangi produktivitas departemen. Kegiatan pemeliharaan diperlukan untuk menjaga keandalan sistem dan mencegah penurunan avabilitas sistem karena kerusakan [2]. Mesin adalah alat produksi yang sangat penting karena berkaitan dengan produktivitas perusahaan. Perusahaan dituntut memastikan kesiapan peralatan agar aktivitas manufaktur tidak terhambat karena perawatan mesin adalah fungsi yang sangat penting dalam menjalankan kegiatan produksi [3].

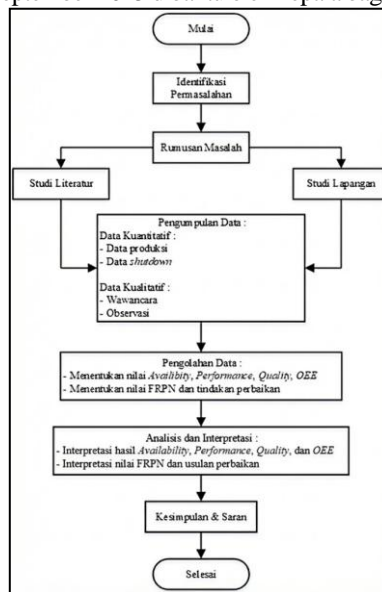
PT. X menjadi entitas industri pupuk utama yang berkontribusi signifikan terhadap ketahanan pangan nasional melalui penyediaan pupuk dan produk kimia lainnya. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan pangan, maka kebutuhan pupuk juga terus bertambah, sehingga keberadaan PT. X menjadi sangat strategis dalam mendukung sektor pertanian nasional. Salah satu unit penting dalam proses produksi pupuk di PT. X adalah pabrik Amonia. Amonia (NH<sub>3</sub>) merupakan bahan baku utama dalam pembuatan urea, ZA (*Zwavelzure Ammoniak*), dan berbagai pupuk serta produk kimia lainnya. Proses produksi Amonia membutuhkan teknologi yang kompleks, mulai dari tahap desulfurisasi gas, *reforming*, *shift conversion*, hingga sintesis Amonia dalam reaktor dengan tekanan dan temperatur tinggi. Keandalan *unit* Amonia sangat berpengaruh terhadap kontinuitas produksi pupuk di PT. X.

Penelitian ini dilakukan pada Departemen Amonia PT. X. Ada beberapa mesin dan *control valve* yang digunakan dalam proses produksi pupuk Amonia. Permasalahan yang sering terjadi itu ada aliran bahan baku yang tidak sesuai, *overpressure*, *overload capacity*, serta berbagai aspek lainnya, sehingga penelitian ini digunakan metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) dan *Fuzzy FMEA* (*Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis*) agar dapat dilakukan identifikasi permasalahan mana yang perlu dilakukan perbaikan secepatnya. Penelitian OEE – FMEA banyak di manufaktur distrik, namun pada proses kontinu berisiko tinggi seperti Amonia, penilaian S/O/D rentan subjektif sehingga perlu Fuzzy, ini dilakukan karena kurangnya identifikasi dan prioritas yang terstruktur terhadap mode kegagalan kritis pada mesin di Departemen Amonia. Meskipun masalah diketahui, belum ada analisis sistematis yang menentukan akar penyebab dan dampak kegagalan tersebut. Tujuannya untuk menghitung OEE bulan Januari hingga September 2025, menentukan mode kegagalan kritis dengan *Fuzzy FMEA*, memberikan tindakan perbaikan yang terstruktur dan terprioritas berbasis FRPN untuk mendukung preventive maintenance di unit Amonia, rekomendasi ini ditujukan untuk mengurangi kerusakan mesin sehingga meningkatkan keandalan sistem, ketersediaan peralatan, serta mengembalikan performa mesin yang lebih baik.

## Metode Penelitian

### Flowchart Diagram

*Flowchart diagram* digunakan untuk merencanakan penyelesaian masalah yang terjadi. Tujuannya untuk memberikan panduan yang jelas dan terstruktur. Penelitian ini dilakukan di Departemen Amonia PT. X secara observasi dan wawancara langsung yang dilaksanakan pada bulan September 2025 dibantu oleh kepala bagian dan operator *maintenance*.



Gambar 1. Flowchart Diagram

### Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Ukuran untuk menentukan secara teoritis tingkat produktivitas peralatan atau mesin [4]. OEE adalah perkiraan sistem alur manufaktur yang berfungsi mengevaluasi performa lintas divisi serta mengidentifikasi tahapan yang tidak bernilai tambah untuk diperbaiki atau dieliminasi, dan relevan diterapkan karena tingkat kedalamannya perhitungan [5]. Nilai OEE dapat dihitung dengan menggunakan konsep 3 faktor utama, yaitu kualitas, kinerja, dan ketersediaan [6].

1. **Availability ratio** : indikator yang mencerminkan tingkat penggunaan waktu operasional mesin. Indikator ini menunjukkan berapa lama mesin dapat beroperasi [7], waktu yang diperlukan untuk *setup*, *adjustment*, dan *downtime*.

$$Availability\ ratio = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} = \frac{Loading\ Time - Downtime}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (1)$$

$$Loading\ Time = Availability\ Time - Planned\ Downtime \quad (2)$$

2. **Performance ratio** : ukuran yang menilai performa serta produktivitas peralatan produksi. [8]

$$Performance\ ratio = \frac{Ideal\ Cycle\ Time \times Processed\ Amount}{Operation\ Time} \times 100\% \quad (3)$$

3. **Quality ratio** : ukuran kuantitatif yang merepresentasikan kondisi alat yang digunakan untuk membuat produk sesuai standar [9].

$$Quality\ ratio = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100\% \quad (4)$$

Nilai masing-masing indikator dapat dimasukkan ke dalam rumus OEE [10].

$$OEE (\%) = Availability(\%) \times Performance (\%) \times Quality (\%) \quad (5)$$

Berikut standar kelas dunia dari OEE dengan beberapa nilai standar lainnya sebagai berikut [11].

**Tabel 1.** Level Standar OEE

Indikator OEE	Nilai Standar
<i>OEE</i>	85%
<i>Quality Ratio</i>	99%
<i>Performance Ratio</i>	95%
<i>Availability Ratio</i>	90%

**Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

Metode sistematis yang menggunakan pendekatan pembelajaran analitis guna mengidentifikasi pola kegagalan yang mungkin dan konsekuensinya. Pengaruh yang ditimbulkan terhadap keberhasilan sistem menentukan bagaimana kegagalan dapat digolongkan [12]. Tujuannya adalah untuk menemukan dampak atau efek yang dapat mengakibatkan cacat pada hasil atau tahapan produksi dengan menilai reliabilitas sistem guna mengukur konsekuensi kegagalan [13]. Berikan nilai pada masing-masing mode kegagalan berdasarkan tingkat keparahan, tingkat kejadian, dan tingkat deteksi untuk mengidentifikasi kegagalan. Dengan menggunakan pengukuran risiko relatif [14]. RPN dihitung untuk menentukan area mana yang paling rentan terhadap kerusakan dan tahap awal sebelum memberikan rekomendasi perbaikan ( $RPN = SxOxD$ ) [15].

1. **Severity** peringkat yang mengacu pada konsekuensi terberat dari suatu bentuk kegagalan yang berfungsi sebagai dasar pengukuran tingkat dampak dengan skala *relative* 1 hingga 10 [16]. Tabel 2 menunjukkan tingkat keseriusan berdasarkan kriteria *Severity*.

**Tabel 2.** *Severity*

Efek	Intensitas dampak FMEA	Ranking
Tidak ada dampak	Tidak ada konsekuensi	1
Akibatnya sangat kecil	Tidak ada hasil, dan karyawan tidak tahu ada masalah	2
Akibat minimal	Tidak ada hasil, dan karyawan tahu ada masalah	3
Akibat minor	Perubahan fungsi dan banyak pekerja menyadari adanya masalah	4
Akibat moderat	Mengurangi kenyamanan fungsi penggunaan	5
Akibat signifikan	Kehilangan nyaman fungsi penggunaan	6
Akibat major	Pengurangan fungsi utama	7
Akibat ekstrem	Kehilangan fungsi utama	8
Akibat serius	Kehilangan fungsi utama dan menimbulkan peringatan	9
Akibat dari risiko	Tidak bekerja sama sekali	10

2. **Occurance** guna mengukur probabilitas terjadinya kegagalan dan menunjukkan kemungkinan kegagalan. Untuk melakukan ini, peringkatnya didasarkan pada jumlah faktor pemicu kegagalan potensial, melalui 1 menunjukkan kejadian terendah dan 10 menunjukkan kejadian tertinggi [17]. Berikut merupakan tingkat frekuensi kriteria dari *Occurance* pada tabel 3.

**Tabel 3.** *Occurrence*

Probabilitas Gagal	Risiko Efek FMEA	<i>Occurance</i>	Ranking
Hampir tidak	Hampir tidak ada kerusakan	Lebih dari 10.000 jam operasi	1
Terpencil	Kerusakan tidak sering terjadi	6001 hingga 10.000 jam operasi	2
Sangat kecil	Kerusakan relatif kecil	3001 hingga 6000 jam operasi	3
Ada sedikit	Ada sedikit kerusakan	2001 hingga 3000 jam operasi	4
Pendek	Tingkat kerusakan rendah	1001 hingga 2000 jam operasi	5
Sedang	Tingkat medium mengalami kerusakan	400 hingga 1001 jam operasi	6
Agak tinggi	Kerusakan relatif tinggi	101 hingga 400 jam operasi	7
Tinggi	Tingkat kerusakan tinggi	11 hingga 100 jam operasi	8
Sangat tinggi	Tingkat kerusakan sangat tinggi	2 hingga 10 jam operasi	9
Hampir selalu	Kerusakan selalu ada	Kurang dari jam operasi	10

3. **Detection** evaluasi peluang teridentifikasinya kegagalan sebelum diketahui oleh pengguna [18]. Terdapat skala *Detection* dari 1 samapai 10 yang ditunjukkan pada tabel 4.

**Tabel 4.** *Detection*

Mengidentifikasi	Probabilitas Penemuan	Rating
Deteksi mudah dilakukan	Mereka dapat diduga sering terjadi, yang meningkatkan kemungkinan penyebab dan kejadian	1
Sangat mudah untuk dikenali	Sangat mudah untuk menemukan penyebab potensial dan tipe kegagalan	2
Tidak sulit untuk dikenali	Sangat mudah untuk mengidentifikasi penyebab potensial dan jenis kegagalan berikutnya	3

Untuk membedakan kelas menengah ke atas	Penyebab potensial dan jenis kegagalan berikutnya hampir tidak mungkin ditemukan	4
Untuk mengidentifikasi sedang	Penyebab potensial dan jenis kegagalan berikutnya hampir tidak dapat ditemukan	5
Untuk mengidentifikasi rendah	Sangat mudah untuk menemukan penyebab potensial dan jenis kegagalan berikutnya	6
Untuk ditemukan sangat rendah	Sangat sulit untuk mengidentifikasi penyebab potensial dan jenis kegagalan terkait	7
Sulit untuk dikenali	Sulit untuk mengendalikan perubahan untuk mengidentifikasi penyebab potensial dan jenis kegagalan yang terkait	8
Sangat sulit untuk dideteksi	Mengontrol perubahan sangat sulit untuk menemukan penyebab potensial dan jenis kegagalan berikutnya	9
Tidak dapat diidentifikasi	Tidak adanya upaya untuk mengontrol dan mendeteksi sumber kegagalan potensial	10

**Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy FMEA)**

Untuk mengatasi ketidakpastian dan subjektivitas dalam penetapan skor *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) dalam FMEA konvensional. Dalam *Fuzzy FMEA*, skor-skor tersebut diwakili oleh bilangan *Fuzzy* (*Fuzzy Number*), biasanya bilangan *Fuzzy* Segitiga (*Triangular Fuzzy Number/TFN*) [19].

1. Dalam *Fuzzy FMEA*, nilai *Fuzzy Risk Priority Number* ( $\tilde{R}/FRPN$ ) sering kali dihitung menggunakan operasi perkalian bilangan *Fuzzy* :

$$\tilde{R} = \tilde{S} \otimes \tilde{O} \otimes \tilde{D} \tag{6}$$

Keterangan :

- $\tilde{R}$  atau FRPN : Bilangan *Fuzzy Risk Priority Number*.
- $\tilde{S}, \tilde{O}, \tilde{D}$  : Bilangan *Fuzzy* untuk *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*.
- $\otimes$  : Operasi perkalian bilangan *Fuzzy*.

Jika  $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$  dan  $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$  adalah TFN, maka perkaliannya  $\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3)$ .

2. Menghitung nilai *Crisp* FRPN setelah mendapatkan FRPN dalam bentuk bilangan *Fuzzy*  $\tilde{R} = (r_1, r_2, r_3)$ , untuk mendapatkan nilai tunggal (*crisp*) yang dapat digunakan untuk pemeringkatan risiko, digunakan metode *Center of Gravity* (COG) :

$$FRPN_{crisp} = \frac{r_1 + 2(r_2) + r_3}{4} \tag{7}$$

Keterangan :

- $r_1$  : Batas bawah (nilai terendah) dari bilangan *Fuzzy* RPN.
- $r_2$  : Nilai puncak (nilai rata-rata atau mode) dari bilangan *Fuzzy* RPN.
- $r_3$  : Batas atas (nilai tertinggi) dari bilangan *Fuzzy* RPN.

**Hasil Dan Pembahasan**

Pengolahan data menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis* (*Fuzzy FMEA*) dibahas di sini :

Data yang diperlukan, yang merupakan data mesin pada Departemen Amonia pabrik I di PT. X, data mesin yaitu *running time, planned time, downtime, breakdown, setup time, stop time, processed amount, dan defect amount*.

**Tabel 5.** Data Produksi Amonia Januari-September 2025

Realisasi Produksi 2025												
Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	N ov	D es
1	1220,73	1161,62	1189,01	1111,23	1105,78	Passiva si	0	1172,09	1147,26	1220,3		
2	1219,49	1158,73	1179,88	1114,75	1097	Passiva si	0	1177,91	1141,09	1232,86		
3	1220	1158,78	264,65	1107,98	1099,59	Passiva si	775,69	1171,87	1156,83	1240,15		
4	1219,16	1148,13	71,93	1098,13	1104,77	Firing	0	1165,1	1154,02	1243,12		

5	1217,93	1151,93	1116,97	1102,93	1098,02	Start Up	153,01	1171,04	1155,08	1237,19			
6	1208,58	1171,89	1139,39	1115,8	1008,21	Start Up	1209,61	1176,74	1156,99	1181,33			
7	1213,36	1169,02	1140,59	1113,26	1083,67	Start Up	1226,76	1177,39	1162,19	1134,99			
8	1207,91	1176,72	1145,03	1100,63	1084,76	Start Up	1229,18	1175,71	1160,1	1130,03			
9	1195,42	1180,09	1132,76	1113,56	1085,86		376,67	1231,63	1165,26	1131,76			
10	1204,48	1185,78	1125,99	1103	1083,6		1224,95	1228,67	1162,17	1126,82			
11	1203,93	1183,35	825,25	1117,51	1082,55		1260,17	1192,03	1158,41	1131,61			
12	1207,5	1189,25	191,68	1117,14	1093,24		1269,91	0,13	1151,34				
13	1098,86	1184,41	1120,39	1113,39	1092,16		1276,2	2,26	1143,1	669,48			
14	316,2	1180,07	1123,52	1099,89	1098,48		1271,9	0	1153,77	472,73			
15	1188,33	1182,08	1139,54	1111,84	1095,94		1272,4	0	1155,25	1183,74			
16	1186,59	1181,49	1152,13	1098,9	Proses SD		1248,55	0	1153,56	1232,04			
17	1186,96	1187,62	1154,83	1100,7	Proses SD		1249,97	0	1150,13	1243			
18	1185,96	1188,49	1149,13	1104,83	TA		1257,09	0	1153,05	1266,62			
19	1182,24	1186,2	1161,88	1102,38	TA		1263,31	0	1154,09	1264,2			
20	1180,31	1182,55	1162,66	1111,52	TA		1270,65	0	1153,18	1260,23			
21	1179,36	1189,39	1156,35	1096,9	TA		1263	0	1152,87	1260,73			
22	118,69	1184,48	1147,98	1089,35	TA		1267,2	0	1150,14	1274,27			
23	1077,68	1189,77	1152,57	1094,55	TA		1260,92	0	1141,89	1286,54			
24	1141,31	1186,33	1133,61	1098,66	TA		517,4	0	1148,98	1245,69			
25	1139,56	1177,52	1128,51	1094,66	TA		432,7	0	1166,39	1226,5			
26	1137,08	1182,87	1125,27	1106,54	TA		1143,41	0	1151,13	1231,36			
27	1145,97	1182,5	1116,5	1106,89	TA		1145,25	0	1153,09	1228,86			
28	1151,75	1182,25	1118,23	1125,38	TA		1152,17	2,81	1158,18	1242,89			
29	1155,51		1117,48	1121,24	TA		1153,9	924,54	1152,37	1240,82			
30	1160,97		1121,31	1121,64	TA			0	1155,4	1237,5			
31	1168,06		1105,4		Flushin g CW			760,54	1153,44				
Total	3463,988	3298,331	3211,042	3321,518	16313,63		23577,72	9936,86	3592,504	3067,774	1301,016	0	0
Rata-Rata Produksi Harian	1117,42	1177,98	1035,82	1107,17	1087,58		1122,74857	320,543871	1158,87	1022,59			
Rata-Rata Rate Harian	83%	87%	77%	82%	81%		83%	24%	86%	76%			

(Sumber : Data Perusahaan)

**Tabel 6.** Shutdown History Januari-September 2025

Shutdown History 2025				
No	Tanggal Mulai Kejadian	Durasi (Hari)	Keterangan	
1	14/1/2025	0.8	101J trip FALL 1003	
2	22/1/2025	0.7	101J trip FALL 1003	
3	3/3/2025	1	Controller 101-J error	
4	11/3/2025	1	PA 1053 buntu/error	
5	16/5/2025	25	TA Amoniak IA	
6	24/6/2025	1	101J trip FALL 1003	
7	30/6/2025	1	Blackout GTG	
8	4/7/2025	2	Blackout Controller UPS	
9	11/7/2025	17	Bocoran Line HS	
10	9/9/2025	3.5	Blackout Petro Raya	
11	14/9/2025	0.5	LG SOHT 103-J LP Pecah	

(Sumber : Data Perusahaan)

**Tabel 7.** Data Downtime Januari-September 2025

No.	Periode (2025)	Waktu Kerja (Menit)	Downtime (Menit)		Jumlah Produksi (Ton)	Jumlah Defect (Ton)
			Unschedule	Schedule		
1	Jan	44640	2160		34639.88	191
2	Feb	40320	0		32983.31	137
3	Mar	44640	2880		32110.42	112
4	Apr	43200	0		33215.18	230
5	Mei	44640		23040	16313.63	331
6	Jun	43200	2880	11520	23577.72	241
7	Jul	44640	27360		9936.86	104
8	Agust	44640	0		35925.04	123
9	Sept	43200	5760		30677.74	214
Total		393120	41040	34560	249379.78	1683

Penelitian ini akan melakukan perhitungan OEE untuk mencari nilai *Availability*, *Performance*, *Quality*, dan OEE.

Contoh perhitungan periode Januari 2025 :

*Loading Time* = 44.640 menit

*Ideal Cycle Time* = 1,2 menit

*Operation Time* = 44.640 – 2.160 = 42.480 menit

$$Ideal\ Cycle\ Time = \frac{\epsilon\ Operation\ Time}{\epsilon\ Jumlah\ Produksi} = \frac{317.520}{24.9379,78} = 1,2\ menit$$

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Downtime}{Loading\ Time} \times 100\% = \frac{44.640 - 2.160 - 0}{44.640} \times 100\% = 95,16\%$$

$$Performance = \frac{Ideal\ Cycle\ Time \times Processed\ Amount}{Operation\ Time} \times 100\% = \frac{1,2 \times 34.639,88}{42.480} \times 100\% = 97,85\%$$

$$Quality = \frac{Processed\ Amount - Defect\ Amount}{Processed\ Amount} \times 100\% = \frac{34.639,88 - 191}{34.639,88} \times 100\% = 99,45\%$$

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality = 92,60\%$$

**Tabel 8.** Hasil Perhitungan OEE

No.	Periode (2025)	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)
1	Jan	95.16%	97.85%	99.45%	92.60%
2	Feb	100.00%	98.16%	99.58%	97.76%
3	Mar	93.55%	92.27%	99.65%	86.02%
4	Apr	100.00%	92.26%	99.31%	91.63%
5	Mei	48.39%	90.63%	97.97%	42.96%
6	Jun	66.67%	98.24%	98.98%	64.82%

7	Jul	38.71%	69.01%	98.95%	26.43%
8	Agust	100.00%	96.57%	99.66%	96.24%
9	Sept	86.67%	98.33%	99.30%	84.62%
Rata - Rata		81.02%	92.59%	99.21%	75.90%

Pada tabel 8 menunjukkan bahwa hasil perhitungan nilai OEE pada Departemen Amonia. Nilai OEE tertinggi yaitu bulan Februari sebesar 97,76% dan yang paling terendah pada bulan Juli sebesar 26,82%. Hal ini akan dilakukan identifikasi guna mengidentifikasi bentuk kegagalan (FMEA) yang terjadi pada efektivitas mesin di PT. X.

Selanjutnya akan dipilih empat data dengan nilai OEE terendah dari hasil analisis sebelumnya untuk di analisis lebih lanjut. Proses penilaian dilakukan oleh narasumber Bapak X, dengan rekam jejak profesional di atas satu dekade dalam pabrik NH3, sehingga hasil penilaian diharapkan memiliki tingkat akurasi dan relevansi yang tinggi terhadap kondisi aktual di lapangan.

**Tabel 9.** Rating Kriteria *Severity*

Jenis Kegagalan	Efek	Intensitas dampak FMEA	Rating
Blackout	Akibat bahaya	Tidak berfungsi sama sekali	10
LG SOHT 103J	Akibat minor	Perubahan fungsi dan banyak pekerja menyadari adanya masalah	4
101J trip FALL 1003	Akibat serius	Kehilangan fungsi utama dan menimbulkan peringatan	9
Bocoran Line HS	Akibat ekstrem	Kehilangan fungsi utama	8

**Tabel 10.** Rating Kriteria *Occurrence*

Jenis Kegagalan	Probabilitas Gagal	Risiko Efek FMEA	Rating
Blackout	Sangat sedikit	Kerusakan terjadi sangat sedikit	3
LG SOHT 103J	Sedikit	Kerusakan terjadi sedikit	4
101J trip FALL 1003	Remote	Kerusakan jarang terjadi	2
Bocoran Line HS	Hampir tidak pernah	Kerusakan hamper tidak pernah terjadi	1

**Tabel 11.** Rating Kriteria *Detection*

Jenis Kegagalan	Detection	Likelihood of Detection	Rating
Blackout	Mustahil untuk terdeteksi	Tidak adanya upaya untuk mengontrol dan mendeteksi sumber kegagalan potensial	10
LG SOHT 103J	Mudah untuk terdeteksi	Sangat mudah untuk mengidentifikasi penyebab potensial dan jenis kegagalan berikutnya	3
101J trip FALL 1003	Sulit untuk terdeteksi	Sulit untuk mengendalikan perubahan untuk mengidentifikasi penyebab potensial dan jenis kegagalan yang terkait	8
Bocoran Line HS	Sangat sulit untuk terdeteksi	Mengontrol perubahan sangat sulit untuk menemukan penyebab potensial dan jenis kegagalan berikutnya	9

Dari hasil tabel 9,10,11, langkah selanjutnya menentukan akar masalah utama dari nilai RPN yang menjadi prioritas dan harus diberikan solusi perbaikan. Berikut hasil nilai RPN dan peringkat dari masing-masing kegagalan :

**Tabel 12.** Hasil Nilai RPN dan *Rank*

Jenis Kegagalan Proses	Akibat Dari Kegagalan	S	Penyebab Gagal Proses	O	Kontrol Yang Diterapkan	D	RPN	Ranking
Blackout	Semua Mesin Berhenti Beroperasi	10	Trouble pada power	3	Mencari power lain sebagai Backup	10	300	1
LG SOHT 103J	<i>Shutdown Backend</i>	4	Tidak dilakukannya preventive maintenance	4	Dilakukannya pegecekan setiap pergantian shift	3	48	4
101J trip FALL 1003	<i>Shutdown Mid - Backend</i>	9	Tidak dilakukannya pergantian compressor	2	Dilakukannya pegecekan setiap pergantian shift	8	144	2
Bocoran Line HS	<i>Shutdown Mid - Backend</i>	8	Korosi, Overpressure, Tidak dilakukannya preventive maintenance	1	Dilakukannya pegecekan setiap pergantian shift	9	72	3

Dari hasil tabel 12 didapatkan komponen kritis yaitu pada Blackout dengan nilai RPN sebesar 300, 101J trip FALL 1003 sebesar 144, Bocoran Line HS sebesar 72, dan terkecil LG SOHT 103J sebesar 48. Selanjutnya FMEA konvensional akan ditentukan dengan metode *Fuzzy* FMEA.

**Tabel 13.** Hasil Nilai FRPN dan *Rank*

Jenis Kegagalan Proses	FMEA			Fuzzy						FRPN			FRPN <sub>crisp</sub>	Rank			
	S	O	D	S	O	D	S	O	D	S	O	D	(COG)	(FRPN)			
Blackout	10	3	10	8	9	10	2	3	4	8	9	10	128	243	400	253.5	1
LG SOHT 103J	4	4	3	3	4	5	3	4	5	2	3	4	18	48	100	53.5	3
101J trip FALL 1003	9	2	8	8	9	10	1	2	3	7	8	9	56	144	270	153.5	2
Bocoran Line HS	8	1	9	7	8	9	1	2	3	8	9	10	56	144	270	153.5	2

Dari hasil tabel 13 didapatkan komponen kritis yaitu pada Blackout dengan nilai FRPN sebesar 253,5, 101J trip FALL 1003 sebesar 153,5, Bocoran Line HS sebesar 153,5, dan terkecil LG SOHT 103J sebesar 53,5. Setelah ditentukan hasil nilai FRPN, selanjutnya akan dilakukan perbaikan yang diharapkan bisa menyelesaikan masalah yang terjadi.

**Usulan Perbaikan**

Usulan perbaikan ini akan difokuskan pada mode kegagalan yang memiliki nilai Nilai Prioritas Risiko (RPN) tertinggi, sehingga diharapkan dapat meminimalkan potensi risiko, meningkatkan keandalan sistem, dan hasil perbaikan diharapkan setelah diimplementasikan dilakukan.

**Tabel 14.** Hasil Perbaikan dan Harapan

Permasalahan	Usulan Perbaikan	Hasil yang diharapkan
Blackout	Pemasangan/optimasi <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS) dan UPS, penjadwalan <i>preventive maintenance</i> sistem listrik, serta pelatihan prosedur <i>start-up</i> darurat. (Seperti di Pupuk Sriwijaya)	Frekuensi dan durasi blackout berkurang, proses pemulihan lebih cepat, dan risiko kerusakan peralatan menurun.
101J trip FALL 1003	Perbaikan dan kalibrasi sistem proteksi serta kontrol <i>anti-surge</i> , pemantauan getaran dan pelumasan, serta penerapan <i>preventive maintenance</i> rutin. (Seperti di Pupuk Kaltim)	Trip tak terduga berkurang, operasi <i>compressor</i> lebih stabil, <i>downtime</i> dan potensi kerusakan menurun.
Bocoran Line HS	Insolasi segera area bocor, lakukan perbaikan permanen (pengelasan/penggantian komponen) oleh tim bersertifikat, serta inspeksi NDT dan penguatan <i>pipe support</i> .	Kebocoran tertangani permanen, risiko keselamatan menurun, dan umur pipa serta keandalan sistem meningkat.
LG SOHT 103J	Penggantian dengan <i>level gauge</i> berstandar tinggi ( <i>tempered glass</i> ), pemasangan pelindung ( <i>shield</i> ) dan <i>isolation valve</i> , serta pemeriksaan berkala.	Risiko pecah berkurang, keamanan kerja meningkat, dan keandalan pengukuran <i>level</i> lebih terjamin.

**Simpulan**

Berdasarkan penelitian di PT. X pada efektivitas mesin pada departemen Amonia mulai dari periode Januari sampai September 2025 memiliki kesimpulan sebagai berikut. Hasil dari metode OEE memiliki nilai rata-rata *Availability* sebesar 81,02%, *Performance* sebesar 92,59%, dan *Quality* sebesar 99,21%, OEE sebesar 75,90%. Dimana hasil OEE belum memenuhi standar idealnya sebesar 85%. Nilai OEE tertinggi yaitu bulan Februari sebesar 97,76% dan yang paling terendah pada bulan Juli sebesar 26,82%. Hal ini dilakukan identifikasi masalah (*Fuzzy* FMEA) didapatkan nilai FRPN tertinggi pada Blackout sebesar 253,5, 101J trip FALL 1003 sebesar 153,5, Bocoran Line HS sebesar 153,5, dan terkecil LG SOHT 103J sebesar 53,5. Dari identifikasi dilakukan usulan perbaikan yaitu penjadwalan *preventive maintenance* dan pemantauan rutin sehingga diharapkan setelah implementasi didapatkan risiko kerusakan menurun, operasi mesin stabil, dan keamanan kerja meningkat. Hasil ini dapat menjadi basis data awal bagi penelitian lain untuk melakukan studi komparatif di industri sejenis. Data dan observasi mungkin terikat pada periode waktu tertentu saat penelitian dilakukan, sehingga tidak sepenuhnya menanggapi variasi musiman atau perubahan operasional jangka panjang yang mungkin memengaruhi tingkat efektivitas mesin. Fokus penelitian berikutnya adalah untuk menemukan dan memecahkan masalah dasar dari semua jenis kerusakan mesin yang signifikan pada PT. X.

**Daftar Pustaka**

[1] R. D. Putera, D. A. Rahmawati and A. R. S. P. A. Yani, "Total Productive Maintenance pada Mesin Press



- Paving Block: Analisis OEE, Six Big Losses, dan FMEA," *JTMIT*, vol. 4, no. 3, pp. 671-685, 2022.
- [2] A. Hermawan, Doto and R. Akmal, "Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Pada Mesin Adhesive di PT. Asia Chemical Industry," *Taguchi*, vol. 2, no. 2, pp. 197-220, 2022.
- [3] P. A. Febriyanti, N. A. Khofiyah and S. R. Feriaty, "Analisis Efektivitas Mesin Cutting Wire Menggunakan OEE dan FMEA Pada PT. ABC," *RIGGS*, vol. 4, no. 2, pp. 6115-6123, 2025.
- [4] M. A. Pradaka and J. A. Szs, "Analisis Total Productive Maintenance Menggunakan Metode OEE dan FMEA Pada Pabrik Phosporic Acid PT. Petrokimia Gresik," *Teknik Industri*, vol. 11, no. 3, pp. 280-289, 2021.
- [5] D. Siagian, I. N. Gusniar and I. Dirja, "Analisis Total Productive Maintenance Dengan Metode OEE dan FMEA Pada Mesin Extruder GW-350," *Steam Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 14-20, 2022.
- [6] Suseno and A. P. Aji, "Analisis Productivitas Mesin Pembuatan Assp Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode and Effect Anlysis (FMEA) Pada PT. Merapi Medika Solusindo," *Cakrawala Ilmiah*, vol. 1, no. 6, pp. 1609-1624, 2022.
- [7] M. D. Susanto, D. Andesta and M. Jufriyanto, "Analisis Efektivitas Mesin Injection Moulding Menggunakan Metode OEE dan FMEA (Studi Kasus di PT. Cahaya Bintang Plastindo)," *Justi*, vol. 2, no. 3, pp. 411-420, 2021.
- [8] M. Wahyudi and W. Soedarmadji, "Analisis Efektivitas Mesin Paletizer Dengan Metode OEE dan FMEA," *Tolis Ilmiah*, vol. 7, no. 2, pp. 192-199, 2025.
- [9] H. Kurnia, C. Jaqin and H. H. Purba, "The PDCA Approach With OEE Methods For Increasing Productivity The Garment Industry," *Ilmiah Teknik Industri*, vol. 10, no. 1, pp. 57-68, 2022.
- [10] S. R. Ramadhan and V. A. Pratama, "Kajian Kinerja Mesin Bubut Berbasis Integrasi Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode, Effect and Criticality Analysis (FMECA)," *Muratek*, vol. 1, no. 1, pp. 58-67, 2025.
- [11] R. F. Armaputra and S. S. Dahda, "Effectiveness Analysis Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Methods at PT. XYZ," *G-Tech*, vol. 9, no. 4, pp. 2030-2041, 2025.
- [12] S. N. Anggraeni, D. L. Dewanto and J. Satri, "Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Pada Mesin Packer," *Trinistik*, vol. 04, no. 1, pp. 18-23, 2025.
- [13] C. Purwanto and C. Jaqin, "Improving Curing Process Productivity in Thee Tire Industry Using OEE, TPM, and FMEA Methods," *Proceedings Annual International Coference*, pp. 6709-6715, 2021.
- [14] A. K. Wardhani, O. Novareza, Purnami and E. B. Mohamd, "Combination Of OEE and FMEA Methods to Analyze The Effectiveness Of Production Machiness," *Mechta*, vol. 06, no. 2, pp. 163-175, 2025.
- [15] R. B. E. Saputra, J. Hildayanti and Y. Prastyo, "Analisis Efektivitas Pada Mesin Injection Moulding Model Sumitomo SE50EV-A Dengan Metode OEE dan FMEA di PT. XYZ," *Technology and Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 42-53, 2025.
- [16] R. M. R. Harianto, E. Nursanti and H. Galuh, "Penerapan Metode OEE dan FMEA Untuk Pemeliharaan Mesin Cup Sealer Otomatis Pada UMKM Sari Apel Brosem," *Valtech*, vol. 5, no. 2, pp. 204-216, 2022.
- [17] D. Pitoyo, A. G. Azwar and A. Aprilia, "Optimizing Operations: Evaluating Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Failure Mode Effect Analysis (FMEA) For Muratee Qpro Ex Winding Machines at PT. XYZ," *Conference Series*, pp. 1-10, 2024.
- [18] M. I. Pramewari, S. Noya and Purnomo, "Improving Machine Effieciency at PT. PID Onkowidjojo: OEE and FMEA Analysis Leading To Significant Gains in Primary Stage 3," *Sakti*, vol. 4, no. 2, pp. 69-76, 2024.
- [19] S. S. Islam, T. Lestari and D. A. Wardani, "Analisis Preventive Maintenance Pada Mesin Produksi dengan Metode Fuzzy FMEA," *Teknologi Terpadu*, vol. 8, no. 1, pp. 13-20, 2020.
- [20] D. Afiansyah, E. D. Priyana and Hidayat, "Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) Using OEE and FMEA Methods on Plan-2 Dolomite Fertilizer Production Machine at PT. XYZ," *G-Tech*, vol. 9, no. 2, pp. 695-704, 2025.
- [21] Syukriah, K. Anshar and M. R. Alkhairi, "Penerapan Metode OEE dan FMEA Dalam Mengukur Kinerja Mesin Auto Cutter Untuk Meminimalisir Six Big Losses di PT. XYZ," *Iej*, vol. 13, no. 2, pp. 8-17, 2024.
- [22] M. I. Alfarisi and D. Andesta, "Analisis Efektivitas Mesin Pemotong Pada Kain Kapas Menggunakan Metode OEE dan FMEA di UMKM IBS," *G-Tech*, vol. 8, no. 4, pp. 2355-2364, 2024.
- [23] R. S. Prabaswara and A. S. Putri, "Analisis Efektivitas Mesin Injection Moulding Dengan Metode OEE dan

- FMEA di PT. Stechoq Robotika Indonesia," *Doctoral Dissertation*, pp. 1-15, 2024.
- [24] T. Argarino, M. D. Sebayang and B. H. Manullang, "Machine Optimization of SNK HF Fabrication Plant in PT. Komatsu Indonesia with FMEA Method and Overall Equipment Effectiveness (OEE)," *Jotp*, vol. 3, no. 2, pp. 83-88, 2021.
- [25] W. Atikno, "Analisis Efektivitas Peralatan Uji Laboratorium Dengan Metode OEE dan FMEA (Studi Kasus Pada Industri Jasa Laboratorium Pengujian Batubara)," Universitas Mercu Buana, Jakarta, 2022.
- [26] K. E. Salekha and F. Apriliani, "Analisis Efektivitas Mesin Extruder 1 Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Perusahaan Penghasil Ban di Kabupaten Bogor," *Factory*, vol. 2, no. 3, pp. 135-146, 2024.