



PAPER – **OPEN ACCESS**

Usulan Perbaikan Equipment CA-103-JHP Menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan 5W+1H

Author : Hotlas Wira Nanda, dan Josua Marganda Tua Samosir
DOI : 10.32734/ee.v6i1.1790
Electronic ISSN : 2654-7031
Print ISSN : 2654-7031

Volume 6 Issue 1 – 2023 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



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

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Usulan Perbaikan *Equipment* CA-103-JHP Menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan 5W+1H

Hotlas Wira Nanda^a, Josua Marganda Tua Samosir^b

^aProgram Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

^bDepartemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

hotlaswirananda@gmail.com, josuaamts95@gmail.com

Abstrak

Sektor pertanian merupakan sektor yang berperan penting dalam pembangunan nasional di Indonesia. Indonesia sebagai negara agraris harus memperhatikan faktor-faktor yang mendukung kualitas hasil pertanian. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas hasil tanaman yaitu pupuk. Produksi pupuk harus tetap terjaga agar distribusi pupuk kepada petani Indonesia tidak terhambat. Untuk itu perusahaan perlu mengawasi proses produksi pupuk. PT Pupuk Kujang merupakan perusahaan petrokimia yang beroperasi selama 24 jam. PT Pupuk Kujang tidak boleh berhenti beroperasi dikarenakan akan mengakibatkan kerugian yang besar pada segala aspek. Perusahaan perlu menjaga kegiatan *maintenance* demi meminimalisir hal-hal yang dapat menyebabkan kerusakan pada mesin-mesin yang terdapat pada pabrik. Kerusakan pada mesin dapat mengakibatkan pabrik *shutdown* dan akan membutuhkan waktu yang lama untuk kembali mengoperasikan mesin-mesinnya. Penelitian pada PT Pupuk Kujang dirancang untuk mengetahui prioritas penanganan potensi kegagalan pada *equipment* CA-103-JHP pada *Plant* 1B dan usulan perbaikan terhadap *equipment* yang menjadi prioritas penanganan potensi kegagalan. Prioritas penanganan potensi kegagalan akan dianalisis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan usulan perbaikan dilakukan dengan metode 5W + 1H.

Kata Kunci: FMEA; Pupuk; Maintenance

Abstract

The agricultural sector is a sector that plays an important role in national development in Indonesia. Indonesia as an agricultural country must pay attention to the factors that support the quality of agricultural products. One of the factors that affect the quality of crop yields is fertilizer. Fertilizer production must be maintained so that the distribution of fertilizer to Indonesian farmers is not hampered. For this reason, companies need to oversee the fertilizer production process. PT Pupuk Kujang is a petrochemical company that operates 24 hours a day. Companies need to maintain maintenance activities in order to minimize things that can cause damage to the machines in the factory. Damage to the machine can result in factory shutdown and it will take a long time for the machines to operate again. Research at PT Pupuk Kujang was designed to determine the priority for handling potential failures on the CA-103-JHP equipment at Plant 1B and to propose improvements to the equipment which is a priority for handling potential failures. The priority for handling potential failures will be analyzed using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method and proposed repairs will be carried out using the 5W + 1H method.

Keywords: FMEA, Pupuk, Maintenance

1. Pendahuluan

Peran petani sangat signifikan dalam kemajuan suatu bangsa. Karena manusia membutuhkan berbagai kebutuhan untuk hidup, maka petani memiliki peran yang penting dalam memenuhi kebutuhan tersebut petani berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan sebuah negara. [1]

Indonesia adalah negara yang bergantung pada pertanian. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2013 menunjukkan bahwa terdapat sekitar 31,70 juta petani di Indonesia yang berada di beberapa sektor seperti tanaman pangan, holtikultura, perkebunan, peternakan, budidaya ikan, penangkapan ikan, dan kehutanan.

Indonesia yang memiliki basis pertanian yang kuat, sangat memperhatikan kelancaran sektor pertanian dalam negaranya. Sektor pertanian masih memegang peranan penting dalam pembangunan nasional, yang terlihat dari kontribusinya terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dan penyerapan tenaga kerja yang cukup besar. Sektor pertanian memberikan andil besar pada PDB, mencapai 13,44 persen dari total PDB pada triwulan II tahun 2017 dan berada pada peringkat ketiga setelah sektor industri dan perdagangan. [2]

Meskipun sektor pertanian memiliki potensi besar untuk memberikan keuntungan bagi Indonesia, masih banyak jumlah masalah dihadapi oleh sektor pertanian ini, dimana kualitas hasil pertanian yang optimal sangat bergantung pada faktor-faktor pendukung yang meliputi penggunaan pupuk yang tepat. Pupuk merupakan sumber nutrisi atau unsur hara yang diberikan kepada tanaman guna meningkatkan pertumbuhan dan produksi. Pemakaian pupuk pada sektor pertanian kini menjadi suatu kebutuhan yang sangat penting dan tak terelakkan [3]. Petani memerlukan pupuk sebagai input produksi untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan kualitas hasil panen. Oleh karena itu, penggunaan pupuk dapat dianggap sebagai kebutuhan pokok bagi petani dalam mengoptimalkan hasil produksi pertanian. [4]

Dalam dunia produksi barang, perusahaan semakin mengandalkan mesin untuk menjalankan produksi mereka. Mesin-mesin ini adalah aset fisik yang membutuhkan perawatan agar tetap dapat menjalankan produksi dengan efektif. Sejak awal era revolusi industri, telah dikembangkan beberapa teori dan model perawatan industri untuk memastikan mesin-mesin dapat berfungsi dengan baik. Di masa lalu, perawatan mesin dilakukan dengan sistem *breakdown maintenance*, yaitu perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan. Namun, kemudian muncul sistem *preventive maintenance* sebagai bentuk perawatan mesin yang lebih efektif. Menurut Ebeling (1997), *preventive maintenance* adalah perawatan mesin yang dilakukan secara terjadwal dan umumnya periodik. Tujuannya adalah untuk mencegah kerusakan mesin yang tiba-tiba, meningkatkan keandalan, dan mengurangi waktu henti produksi. [5].

PT Pupuk Kujang merupakan sebuah perusahaan petrokimia yang merupakan salah satu anak perusahaan dari Pupuk Indonesia. PT Pupuk Kujang bergerak dalam distribusi pupuk subsidi dan non-subsidi. PT Pupuk Kujang terdiri dari *Plant 1A*, *Plant 1B*, *NPK 1*, dan *NPK 2*. *Plant 1A* dan *1B* masing-masing terdiri dari *Plant Amonia*, *Plant Urea*, dan *Plant Utility*. Sebagai salah satu perusahaan petrokimia, proses produksi di PT Pupuk Kujang beroperasi selama 24 jam setiap harinya. Pabrik tidak boleh berhenti beroperasi (*shutdown*) dikarenakan akan menyebabkan kerugian yang besar bagi perusahaan.

Sistem CA-103-J (*Synthesis Gas Compression System*) pada *Plant Amonia 1B* memiliki *risk point* (nilai risiko) yang cukup tinggi. Hal ini ditandai dengan sistem CA-103-J menduduki peringkat kedua tertinggi dengan nilai risiko sebesar 161,5. *Risk Point* (nilai resiko) dihitung menggunakan analisis *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) dengan *tools Risk Based Inspection* (RBI). Peringkat sistem yang paling berisiko disusun dalam daftar peralatan *rotating* kategori *high critical item* pada *plant amonia 1B* yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Peralatan *Rotating* Kategori *High Critical Item* *Plant Amonia 1B*

<i>Equipment</i>	ECR	<i>Norm. Category</i>	<i>Reliability</i>	RISK
CA-105-J	172,5	HIGH	1	172,5
CA-103-J	161,5	HIGH	1	161,5
CA-113-J	71,5	HIGH	2	143
CA-113-JA	71,5	HIGH	2	143
CA-102-J	137,5	HIGH	1	137,5
CA-102-JT	122,5	HIGH	1	122,5
CA-101-BJ1	122,5	HIGH	1	122,5
CA-140-J	104	HIGH	1	104
CA-140-JA	104	HIGH	1	104
CA-141-J	104	HIGH	1	104
CA-141-JA	104	HIGH	1	104

Penelitian pada PT Pupuk Kujang dirancang untuk mengetahui prioritas penanganan potensi kegagalan pada *equipment* CA-103-JHP pada *Plant 1B* dan usulan perbaikan terhadap *equipment* yang menjadi prioritas penanganan potensi kegagalan.

2. Metode Penelitian

Untuk mencapai *maintenance* yang efektif, tidak hanya cukup dengan melakukan perawatan secara rutin, namun juga harus diiringi dengan metode analisis penyebab penurunan performa mesin. Pemeliharaan (*maintenance*) sendiri adalah sebuah kegiatan untuk menjaga agar peralatan atau fasilitas dapat berfungsi sesuai dengan yang direncanakan dan mempercepat penggantian kerusakan peralatan dengan menggunakan sumber daya yang ada, serta mengurangi kemungkinan kegagalan pada mesin sekecil mungkin. (Anggraini, 2016).

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) adalah suatu teknik yang sistematis dan rinci untuk mengidentifikasi penyebab dan konsekuensi dari setiap mode kegagalan yang potensial pada komponen peralatan, sehingga memungkinkan dilakukannya pencegahan atau perbaikan dengan tepat. Metode ini berguna untuk mengidentifikasi risiko dan kerusakan yang mungkin terjadi pada peralatan atau sistem, serta membantu dalam merencanakan tindakan perbaikan yang diperlukan untuk mencegah terjadinya kegagalan tersebut di masa depan [6].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Beena Puthillath & Dr. R. Sasikumar pada tahun 2012, metode FMEA dapat digunakan untuk memilih strategi pemeliharaan yang tepat. Metode FMEA dapat mengidentifikasi informasi tentang jenis kegagalan, penyebab kegagalan, dampak kegagalan, dan tindakan yang disarankan. Badariah, Surjasa, & Trinugraha (2012) menjelaskan bahwa FMEA adalah tindakan sebelum kejadian untuk menghilangkan dan meminimalkan kemungkinan kegagalan di masa depan. Dalam penelitiannya, mereka mengidentifikasi risiko atau gangguan yang mungkin muncul pada bagian inbound dan memprioritaskan risiko yang ada dengan menggunakan metode FMEA berdasarkan nilai RPN. [7]

Maka, implementasi *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) bertujuan untuk mengenali dan menetapkan prioritas perbaikan pada proses yang mengalami kegagalan pada produksi sarung tenun. Teknik ini memerlukan analisis moda kegagalan untuk menemukan potensi cacat produk dan nilai RPN (*Risk Priority Number*) untuk mengidentifikasi risiko kegagalan paling besar pada proses produksi. Dengan begitu, dapat direkomendasikan perbaikan untuk produksi selanjutnya. Temuan kegagalan ini dapat dijadikan panduan untuk melakukan perbaikan pada mesin.

3. Hasil dan Pembahasan

Risk Priority Number (RPN) merupakan hasil perkalian dari tiga variabel yang meliputi *severity* (S), *occurrence* (O) dan *detection* (D) atau dapat menggunakan persamaan: [8]

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

Semakin tinggi nilai *severity* (S) artinya *failure mode* tersebut sangat berbahaya dan kegagalan dalam mesin dapat menimbulkan risiko kecelakaan yang tak terduga dan dapat membahayakan keselamatan kerja. Semakin tinggi nilai *occurrence* (O) dari mode kegagalan, semakin sering kegagalan itu terjadi. Sementara itu, semakin tinggi nilai *detection* (D), semakin sulit untuk mengontrol atau mendeteksi penyebab potensi kegagalan dan kerusakan selanjutnya. [9]

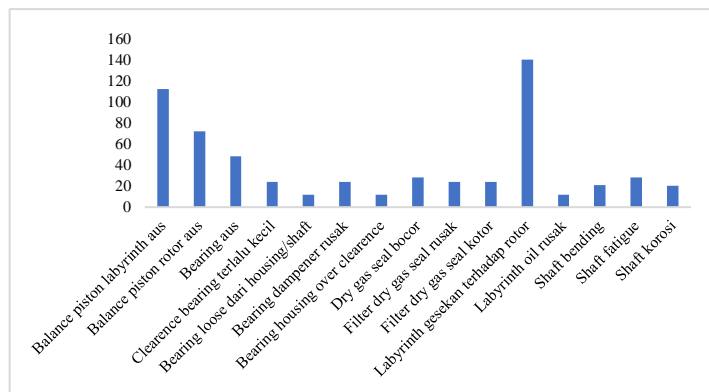
Nilai *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) diperoleh berdasarkan wawancara terhadap staf bidang keandalan yang melakukan pengamatan langsung pada area mekanikal di PT Pupuk Kujang. Rekapitulasi perhitungan nilai RPN untuk setiap *failure mode* pada CA-103-JHP diuraikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Risk Priority Number (RPN) Untuk CA-103-JHP

Komponen	<i>Failure Mode</i>	Efek Kegagalan	Penyebab Kegagalan	S	O	D	RPN	Rank
Balance Piston	<i>Balance piston labyrinth</i> aus	Trust bearing panas	Gesekan antara rotor dan <i>labyrinth</i>	7	4	4	112	2
	<i>Balance piston rotor</i> aus			6	4	3	72	3
Bearing	<i>Bearing</i> aus	Vibrasi tinggi	Gesekan dengan rotor	6	4	2	48	4
	<i>Clearence bearing</i> terlalu kecil	Bearing panas	<i>Balance piston</i> aus	6	2	2	24	7
	<i>Bearing loose</i> dari <i>housing/shaft</i>			Pemasangan tidak sesuai	6	2	1	12
	<i>Bearing dampener</i> rusak	Vibrasi tinggi	Gesekan dengan rotor	6	2	2	24	8
<i>Bearing housing over clearence</i>		<i>Bearing loose</i> dari <i>housing/shaft</i>	6	1	2	12	14	

Komponen	Failure Mode	Efek Kegagalan	Penyebab Kegagalan	S	O	D	RPN	Rank
Dry Gas Seal	Dry gas seal bocor	Gas keluar dari sistem	Seal scratch carbon seal	7	2	2	28	6
	Filter dry gas seal rusak	Delta (perbedaan) pressure tinggi	Kotor	6	2	2	24	9
	Filter dry gas seal kotor	Filter dry gas seal rusak	Seal gas-nya kotor	6	2	2	24	10
Labyrinth	Labyrinth gesekan terhadap rotor	Labyrinth aus	Clearance terlalu kecil	7	4	5	140	1
	Labyrinth oil rusak	Oil bocor	Kotoran yang menyebabkan gesekan	4	1	3	12	15
Shaft	Shaft bending	Vibrasi tinggi	Operasional tidak sesuai SOP	7	1	3	21	11
	Shaft fatigue	Patah	Lifetime sudah habis	7	1	4	28	5
	Shaft korosi	Material korosi	Terdapat oksigen	5	1	4	20	12

Berdasarkan Risk Priority Number (RPN) yang telah diperoleh, penentuan prioritas penanganan potensi kegagalan dapat dianalisis melalui grafik pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Prioritas Penanganan Kegagalan

Ambang batas nilai RPN digunakan sebagai tolak ukur untuk menentukan prioritas dalam melakukan tindakan perbaikan pada komponen yang mengalami kegagalan. Menurut Suryaningrat (2019), nilai ambang batas RPN dapat menjadi acuan dalam membuat kategori prioritas pada komponen yang melebihi batas tersebut. Sedangkan menurut Faturachman et al. (2014), nilai rata-rata RPN digunakan sebagai batasan dalam melakukan tindakan pencegahan dan perawatan pada komponen yang mengalami kegagalan. Dengan demikian, nilai RPN yang tinggi menunjukkan prioritas yang lebih tinggi dalam melakukan tindakan perbaikan pada komponen tersebut.

Terdapat tiga failure mode (modus kegagalan) yang memiliki nilai RPN di atas 41. Ketiga failure mode (modus kegagalan) tersebut terletak pada dua komponen yaitu balance piston (112 dan 72) dan labyrinth (140). Hal tersebut menunjukkan bahwa pada CA-103-JHP komponen balance piston dan labyrinth yang merupakan prioritas perawatan saat ini.

Tindakan perbaikan yang tepat sebenarnya adalah penggantian *castable* pada *vessel* 109-DA/DB. Namun, hal tersebut tidak dapat dilakukan karena apabila dilakukan pemesanan terhadap komponen *castable* yang baru, pesanan akan tiba melewati prediksi *life time*/masa bertahan *castable* yang sedang digunakan saat ini.

Penggantian *castable* ini tidak dapat dilakukan sembari berlangsungnya periode produksi. Hal ini dikarenakan posisi *castable* terdapat di bagian dalam *vessel* 109-DA/DB yang menyebabkan apabila dilakukan perbaikan *vessel* 109-DA/DB harus dibongkar secara keseluruhan dan dalam kondisi kegiatan produksi tidak berjalan. Sehingga penggantian *castable* ini hanya dapat dilakukan ketika jadwal *scheduled shutdown* berlangsung. Uraian tindakan perbaikan menggunakan 5W + 1H yang saat ini dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan dapat dilihat pada Tabel 3. [10]

Tabel 3. Risk Priority Number (RPN) Untuk CA-103-JHP

What (Permasalahan)	Where (Tempat terjadinya)	Why (Akar Permasalahan)		Who (Siapa yang bertanggung jawab)	When (Kapan Terjadi)	How (Usulan Perbaikan)
		Faktor Penyebab	Penyebab Terjadinya			
<i>Balance piston labyrinth</i> aus	CA-103-JHP	<i>Machine</i>	Gesekan antara rotor dan labyrinth	Operator maintenance dan operator CA-103-JHP	Periode produksi	Dilakukan modifikasi vessel 109-DA/DB, yaitu dengan menambahkan wiremesh pada sekeliling <i>castable</i>
<i>Balance piston rotor</i> aus	CA-103-JHP	<i>Machine</i>		Operator maintenance dan operator CA-103-JHP	Periode produksi	
<i>Labyrinth</i> gesekan terhadap rotor	CA-103-JHP	<i>Machine</i>	<i>Clearance</i> terlalu kecil	Operator maintenance dan operator CA-103-JHP	Periode produksi	

4. Kesimpulan

Dalam konteks PT Pupuk Kujang, maintenance atau pemeliharaan merujuk pada aktivitas yang bertujuan untuk menjaga agar *equipment* CA-103-JHP dapat berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. Prioritas dalam penanganan *maintenance* tersebut adalah pada *balance piston labyrinth*, *balance piston rotor*, dan *labyrinth*. Dalam rangka memberikan solusi perbaikan, dapat diusulkan untuk melakukan modifikasi pada *vessel* 109-DA/DB dengan menambahkan *wiremesh* pada sekeliling *castable*.

Ucapan Terimakasih

Penulis berterima kasih kepada Ir. Rosnani Ginting, M.T., Ph.D, sebagai dosen pembimbing penulis yang telah memberi bimbingan kepada penulis sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Referensi

- [1] I. K. Suratha, "Krisis Petani Berdampak Pada Ketahanan Pangan di Indonesia," *Media Komunikasi Geografi*, vol. 16, no. 1, 2015, doi: 10.23887/MKG.V16I1.10172.
- [2] A. Rahman and E. Octaviani, "Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Sektor Pertanian Dan Kemiskinan di Indonesia," *Prosiding Seminar Nasional Venue Artikulasi-Riset, Inovasi, Resonansi-Teori, dan Aplikasi Statistika (VARIANSI)*, vol. 2, no. 1, pp. 39–48, Mar. 2021, Accessed: Jan. 28, 2023. [Online]. Available: <https://ojs.unm.ac.id/variansistatistika/article/view/19498>
- [3] A. A. Suhastyo, "Pemberdayaan Kelompok Wanita Tani Melalui Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair," *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, vol. 6, no. 2, pp. 60–64, May 2019, doi: 10.32699/PPKM.V6I2.580.
- [4] R. A. Windari, "Analisis Sistem Distribusi Pupuk Bersubsidi PT Pupuk Kujang Cikampek.," 2016, Accessed: Jan. 28, 2023. [Online]. Available: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/79869>
- [5] "Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada PT. Artha Prima Sukses Makmur," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, <https://journals.ums.ac.id/index.php/jiti/article/view/624/364> (accessed Jan. 28, 2023).
- [6] D. Irfian Situngkir, G. Gultom, and D. R. S Tambunan, "Pengaplikasian FMEA untuk Mendukung Pemilihan Strategi Pemeliharaan pada Paper Machine," *FLYWHEEL : Jurnal Teknik Mesin Untirta*, vol. 1, no. 1, pp. 39–43, Oct. 2019, Accessed: Jan. 28, 2023.
- [7] D. Reza and G. Ramayanti, *Seminar Nasional Riset Terapan*. 2017.

- [8] R. Ilmal Yaqin et al., “Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo,” *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 9, no. 3, pp. 189–200, Oct. 2020, doi: 10.26593/JRSI.V9I3.4075.189-200.
- [9] S. Nasution, R. Desiana Sodikin, D. Jurusan Teknik Industri, and M. Jurusan Teknik Industri, “Perbaikan Kualitas Proses Produksi Karton Box Dengan Menggunakan Metode DMAIC Dan Fuzzy FMEA,” *Jurnal Sistem Teknik Industri*, vol. 20, no. 2, pp. 36–46, Jul. 2018, doi: 10.32734/JSTI.V20I2.488.
- [10] E. Krisnaningsih, P. Gautama, M. Fatih, and K. Syams, “Usulan Perbaikan Kualitas Dengan Menggunakan Metode FTA dan FMEA,” 2021.