

FMEA of the PLTA Mrica

Viktor Malau* Greg. Harjanto* *

Dept. Mechanical & Industrial Engineering UGM

malauviktor@yahoo.com

Abstract

A failure modes and effects analysis (FMEA) is a [procedure](#) in [product development](#) and [operations management](#) for analysis of potential failure modes within a system for classification by the severity and likelihood of the failures. A successful FMEA activity helps a team to identify potential failure modes based on past experience with similar products or processes, enabling the team to design those failures out of the system with the minimum of effort and resource expenditure, thereby reducing development time and costs. PLTA Mrica is one of the water power plant in Indonesia, located in Banjarnegara in Middle Java, that used the FMEA in the process of maintenance.

Failure modes are any errors or defects in a process, design, or item, especially those that affect the customer, and can be potential or actual. *Effects analysis* refers to studying the consequences of those failures.

The process for conducting a FMEA is straightforward. It is developed in three main phases, in which appropriate actions need to be defined. The first is severity, determining all failure modes based on the functional requirements and their effects. Second is occurrence, in this step it is necessary to look at the cause of a failure mode and how many times it occurs. And the third is detection, when appropriate actions are determined, it is necessary to test their efficiency.

After ranking the severity, occurrence and detection, the RPN can be easily calculated by multiplying these three numbers: $RPN = S \times O \times D$. RPN is Risk Priority Number. The failure modes that have the highest RPN should be given the highest priority for corrective action.

The advantages of the FMEA in PLTA Mrica (PBS) are increased the process to know the problem of maintenance and fasting to know the high risk of the parts or unit in the electrical equipment .

Key Word: FMEA, Failure mode, Electrical component

Pendahuluan

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) digunakan untuk mengidentifikasi sumber sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan, kondisi diluar spesifikasi yang ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk .

Tahapan FMEA sendiri adalah sebagai berikut :

1. Menentukan komponen dari sistem / alat yang akan dianalisis.
2. Mengidentifikasi *potensial failure* / mode kegagalan dari proses yang diamati.
3. Mengidentifikasi akibat (*potential effect*) yang ditimbulkan *potensial failure mode*.
4. Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dari *failure mode* yang terjadi pada proses yang berlangsung.
5. Menetapkan nilai-nilai (dengan jalan observasi lapangan dan brainstorming) dalam point:
 - a. Keseriusan akibat kesalahan terhadap proses lokal, lanjutan dan terhadap konsumen (*severity*)

- b. Frekuensi terjadinya kesalahan (occurrence)
- c. Frekuensi terjadinya kesalahan (occurrence)

Nilai RPN (*Risk Potential Number*) didapatkan dengan jalan mengalikan nilai SOD (*Severity, Occurrence, Detection*).

6. Nilai RPN menunjukkan keseriusan dari *potential failure*, semakin tinggi nilai RPN maka menunjukkan semakin bermasalah. Tidak ada angka acuan RPN untuk melakukan perbaikan. Segera lakukan perbaikan terhadap *potential cause*, alat kontrol dan efek yang diakibatkan. *Severity* merupakan suatu penilaian dari seberapa serius efek dari mode kegagalan potensial terhadap pelanggan.

PLTA Mrica

PLTA Mrica adalah Pembangkit Listrik Tenaga Air yang terletak di daerah Banjarnegara Jawa Tengah, sebagai pembangkit listrik dari PLN. Energi listrik dihasilkan dari generator listrik yang digerakkan oleh turbin air yang memperoleh energi air dari waduk Mrica. PLTA Mrica juga disebut PLTA PBS (Panglima Besar Sudirman). Dalam makalah ini yang dibahas hanya pada bagian kelistrikkannya, hal ini mengingat ketersediaan energi listrik, terutama di Jawa Tengah harus baik.

FMEA

FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). Untuk menunjukkan seberapa besar masalah/resiko yang ada, maka pada FMEA dibuat skor/ nilai RPN (*Risk Priority Number*). Semakin besar skor/nilai RPN semakin besar masalah/resiko yang ada kaitannya dengan kegagalan. Skor/nilai RPN ditentukan dari perkalian skor/nilai **severity** kali **occurrence** kali **detection**.

Skor/nilai dari *severity* ditentukan dengan skor 1 sampai 10, *severity* merupakan suatu penilaian

dari seberapa serius efek dari mode kegagalan potensial terhadap operasi.

Adapun nilai yang menjabarkan *severity* dapat dilihat pada tabel *severity* dibawah ini.

rangking	kriteria
1	<i>negligible severity</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan). Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kinerja produk. Pengguna akhir mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan ini.
2	<i>mild severity</i> (pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Pengguna akhir tidak akan merasakan perubahan kinerja.
3	Perbaikan dapat dikerjakan pada saat pemeliharaan reguler.
4	<i>moderate severity</i> (pengaruh buruk yang moderat). Pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja, namun masih dalam batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan tidak mahal dan dapat selesai dalam waktu singkat.
5	
6	
7	<i>high severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Pengguna akhir akan merasakan akibat buruk yang tidak akan diterima, berada diluar batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan sangat mahal.
8	
9	<i>potential safety problems</i> (masalah keamanan potensial). Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya dan berpengaruh terhadap keselamatan pengguna. Bertentangan dengan hukum.
10	

Occurrence menunjukkan nilai keseringan suatu masalah terjadi, karena *potential cause*. Adapun nilai yang menjabarkan *occurrence* dapat dilihat pada tabel *occurrence* dibawah ini.

Degree	Berdasar pada frekuensi kejadian	Rating
Remote	0,01 per 1000 item	1
Low	0,1 per 1000 item	2
	0,5 per 1000 item	3
Moderate	1 per 1000 item	4
	2 per 1000 item	5
	5 per 1000 item	6
High	10 per 1000 item	7
	20 per 1000 item	8
Very High	50 per 1000 item	9
	100 per 1000 item	10

Detection merupakan alat control yang digunakan untuk mendeteksi *potential cause*. Identifikasi metode-metode yang diterapkan untuk mencegah atau mendeteksi penyebab dari mode kegagalan.

Rating	Kriteria	Berdasar pada frekuensi kejadian
1	metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab mungkin muncul	0,01 per 1000 item
2	kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah	0,1 per 1000 item
3		0,5 per 1000 item
4	kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Metode pencegahan kadang memungkinkan penyebab itu terjadi.	1 per 1000 item
5		2 per 1000 item
6		5 per 1000 item
7	kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif, penyebab masih berulang kembali.	10 per 1000 item
8		20 per 1000 item
9	kemungkinan penyebab terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif, penyebab selalu berulang kembali.	50 per 1000 item
10		100 per 1000 item

Skor/nilai RPN besarnya antara 1 sampai 1000, di mana skor/nilai dari RPN tersebut dibagi menjadi tiga kategori :

Skor/nilai **1-200** dapat diterima / cukup baik
201- 500 tidak diinginkan /kurang baik
501 -1000 tidak diterima/ harus dilakukan perbaikan

Model worksheet FMEA sbb :

Example FMEA Worksheet																
Item / Function	Potential Failure mode	Potential Effects of Failure	S (severity rating)	Potential Cause(s)	O (occurrence rating)	Current controls	D (detection rating)	CRIT (critical characteristic)	RPN (risk priority number)	Recommended actions	Responsibility and target completion date	Action taken	New S	New O	New D	New RPN
Fill tub	High level sensor never trips	Liquid spills on custom er floor	8	level sensor failed level sensor disconnected	2	Fill timeou t based on time to fill to low level sensor	5	N	80	Perform cost analysis of adding additional sensor halfway between low and high level sensors	Jane Doe 10-June-2011					

Manfaat FMEA dalam unit kegiatan ,diantaranya :

1. Tinjauan sistematis terhadap semua kemungkinan kegagalan, untuk menjaga agar setiap kegagalan berakibat kerusakan minimal , terhadap proses atau produk.
2. Menghitung kemungkinan (probabilitas) kegagalan dalam perakitan, produk, dan proses dari kemungkinan kegagalan individu atau masing-masing komponen.
3. Membantu menentukan bagaimana komponen yang memiliki tingkat kegagalan tinggi, dapat diadaptasi menjadi komponen yang memiliki keandalan yang tinggi.
4. Membantu mengurangi waktu pengembangan dan biaya proses, dengan menghilangkan berbagai potensi kegagalan

sebelum operasi dilakukan dengan melakukan pengujian yang tepat terhadap hasil desain produk.

FMEA PLTA PBS

Diambil data dari bidang kelistrikan, dan di pakai untuk mengukur skor/nilai RPN dari komponen listrik yang ada. Dengan ini kami ucapkan terima kasih pada tim PLTA PBS atas data yang ada.

Pembahasan

Dari data yang diambil dari PLTA PBS , dapat disimpulkan bahwa semua komponen yang digunakan dapat diberi skor/nilai RPN .

Nilai RPN yang mempunyai skor/nilai tinggi, dilakukan perubahan atau pola baru yang menghasilkan skor/nilai RPN turun di bawah 200, syukur lebih rendah lagi.

Simpulan

1. PLTA Mrica (PLTA PBS) dalam operasionalnya untuk mempercepat proses maintain peralatan elektrik menggunakan FMEA.

2. FMEA pada bidang elektrik dapat merekomendasikan perubahan resiko pada peralatan yang mempunyai resiko tinggi bila terjadi gangguan

3. Program FMEA di PLTA Mrica pada saat tsb masih dalam proses program, dan diusulkan supaya diteruskan agar bila terjadi gangguan, terutama yang beresiko tinggi bisa di antisipasi lebih dahulu.

4. FMEA dapat digunakan untuk mengurangi resiko tinggi, terutama peralatan yang mempunyai nilai RPN lebih dari 200.

Pustaka

1. Langford, J. W., *Logistics: Principles and Applications*, McGraw Hill, 1995, pp-488. (in paraphrase)
2. *Procedure for performing a failure mode effect and criticality analysis*, November 9, 1949, United States Military Procedure, MIL-P-1629
3. Sperber, William H. and Richard F. Stier. "Happy 50th Birthday to HACCP: Retrospective and Prospective". *FoodSafety magazine*. December 2009- January 2010. pp. 42, 44-46.
4. Quality Associates International's [History of FMEA](#)
5. E. Fadlovich, Performing Failure Mode and Effect Analysis [\[1\]](#)

6. Kmenta, Steven; Koshuke Ishii (November 2004). "Scenario-Based Failure Modes and Effects Analysis Using Expected Cost". *Journal of Mechanical Design* **126** (6): 1027. [doi:10.1115/1.1799614](https://doi.org/10.1115/1.1799614).

Lampiran.

FMEA Electrical PLTA Mrica (PLTA PBS= Panglima Besar Sudirman).

PLTA PBS

Last update : 08 Juni 2012

Total Asset Template : 5



List :
Occurence

List :
Detection

Asset template Name	Boundary / Component	Part	Sub Part	Failure Mode	Failure Cause	Occurrence (OCC) (jumlah kejadian)	Occurrence Ranking	Task	Detection (DET) (Pendeteksian)	Detection Ranking	Responsible	Frequency
EXCITER SET		N/A	N/A				0			0		
EXCITATION TRANSFORMER	WINDING	N/A	N/A	Short Circuit	insulation degradation	sangat sedikit terjadi kegagalan	2	Insulation Test	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HLT)	1Y
EXCITATION TRANSFORMER	WINDING	N/A	N/A	Short Circuit	Overcurrent	sangat sedikit terjadi kegagalan	2	monitoring arus	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	OPERATION	1H
EXCITATION TRANSFORMER	WINDING	N/A	N/A	Unbalance Load	Ratio Failure	hampir tidak terjadi kegagalan	1	TTR (Transformator Turn Ratio)	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HLT)	1Y
EXCITATION TRANSFORMER	WINDING	N/A	N/A	Overheat	Overcurrent	sangat sedikit terjadi kegagalan	2	Thermography	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	PDM	3M
EXCITATION TRANSFORMER	WINDING	KONEKTOR	N/A	Overheat	bad contact	Tidak terdapat kegagalan pada riwayat peralatan	1	Thermography	Terdapat metode deteksi	1	PDM	3M

									si yang valid (dpt dibuktikan)			
EXCITATION TRANSFORMER	WINDING	N/A	N/A	Overheat	Dirty	hampir tidak terjadi kegagalan	1	Cleaning	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HLT)	1Y
EXCITATION TRANSFORMER	ISOLATOR	N/A	N/A	Overheat	Dirty	hampir tidak terjadi kegagalan	1	Cleaning	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HLT)	1Y
EXCITATION TRANSFORMER	CABLE	N/A	N/A	Short Circuit	insulation degradation	jumlah kegagalan: tinggi	4	Insulation Test	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HLT)	1Y
THYRISTOR SET	RECTIFIER	N/A	N/A	Overheat, Short Circuit	Dirty	hampir tidak terjadi kegagalan	1	Cleaning	tidak terdapat metode/teknik pendeteksian	5	MAINTENANCE (HLT)	1Y
THYRISTOR SET	RECTIFIER	N/A	N/A	Function Failure	component failure	hampir tidak terjadi kegagalan	1	Function Test	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HLT)	1Y
THYRISTOR SET	FAN EKSTIASI	N/A	N/A	Overload mekanik (macet)	Dirty	Tidak terdapat kegagalan pada riwayat peralatan	1	Cleaning	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HLT)	1Y
THYRISTOR SET	FAN EKSTIASI	N/A	N/A	electrical failure	bad contact	hampir tidak terjadi kegagalan	1	tightening, cleaning	tidak terdapat metode/teknik pendeteksian	5	MAINTENANCE (HLT)	1Y

THYRISTOR SET	FAN EKSITASI	N/A	N/A	control failure	part failure	sedikit terjadi kegagalan	2	Function Test	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HKI)	1Y
THYRISTOR SET	FIELD BREAKER	N/A	N/A	overheat	bad contact	hampir tidak terjadi kegagalan	1	Uji tahanan kontak	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HLT)	1Y
THYRISTOR SET	FIELD BREAKER	motor penggerak	N/A	Short	Overcurrent	sedikit terjadi kegagalan	2	Insulation Test	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HLT)	1Y
EXCITATION & AVR CONTROL	TRIGGER PULSE UNIT	N/A	N/A	Function Failure	Supply Failure	sedikit terjadi kegagalan	2	Cek Tegangan Supply (PN, PG, NG)	tes pada sistem yang sama	3	MAINTENANCE (HKI)	1W
EXCITATION & AVR CONTROL	TRIGGER PULSE UNIT	N/A	N/A	Function Failure	Part Failure	hampir tidak terjadi kegagalan	1	Pengukuran output SCR	simulasi/modelling	2	MAINTENANCE (HKI)	1Y
EXCITATION & AVR CONTROL	DC-DC CONVERTER 1 INPUT	N/A	N/A	Function Failure	Supply Failure	hampir tidak terjadi kegagalan	1	Cek Tegangan DC	tes pada sistem yang sama	3	MAINTENANCE (HKI)	1W
EXCITATION & AVR CONTROL	DC-DC CONVERTER 1 OUTPUT	N/A	N/A	Function Failure	Supply Failure	hampir tidak terjadi kegagalan	1	Cek Tegangan DC	tes pada sistem yang sama	3	MAINTENANCE (HKI)	1W
EXCITATION & AVR CONTROL	DC-DC CONVERTER 2 INPUT	N/A	N/A	Function Failure	Supply Failure	hampir tidak terjadi kegagalan	1	Cek Tegangan DC	tes pada sistem yang sama	3	MAINTENANCE (HKI)	1W
EXCITATION & AVR CONTROL	DC-DC CONVERTER 2 OUTPUT	N/A	N/A	Function Failure	Supply Failure	hampir tidak terjadi kegagalan	1	Cek Tegangan DC	tes pada sistem yang sama	3	MAINTENANCE (HKI)	1W
EXCITATION & AVR CONTROL	DC-DC CONVERTER 3 INPUT	N/A	N/A	Function Failure	Supply Failure	hampir tidak terjadi kegagalan	1	Cek Tegangan DC	tes pada sistem yang sama	3	MAINTENANCE (HKI)	1W

EXCITATION & AVR CONTROL	DC-DC CONVERTER 3 OUTPUT	N/A	N/A	Function Failure	Supply Failure	hampir tidak terjadi kegagalan	1	Cek Tegangan DC	tes pada sistem yang sama	3	MAINTENANCE (HKI)	1W
EXCITATION & AVR CONTROL	PLC EXCITATION ASEA	N/A	N/A	Function Failure	Part Failure	hampir tidak terjadi kegagalan	1	Uji fungsi	analisa komputer	1	MAINTENANCE (HKI)	1Y
EXCITATION & AVR CONTROL	PLC EXCITATION MODICON	N/A	N/A	Function Failure	Part Failure	hampir tidak terjadi kegagalan	1	Uji fungsi	analisa komputer	1	MAINTENANCE (HKI)	1Y
EXCITATION & AVR CONTROL	PANEL KONTROL	N/A	N/A	Overheat	Exhaust Fan Failure	jumlah kegagalan: normal	3	Cek fan (visual)	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HKI)	1W
EXCITATION & AVR CONTROL	PANEL KONTROL	N/A	N/A	Overheat	Dirty	jumlah kegagalan: normal	3	Cleaning	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HKI)	1W
EXCITATION & AVR CONTROL	PANEL KONTROL	N/A	N/A	Overheat	Dirty	jumlah kegagalan: normal	3	Cek Temperatur Ruangan	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HKI)	1W
EXCITATION & AVR CONTROL	PANEL KONTROL	N/A	N/A	short	Aging Cable and termination	sedikit terjadi kegagalan	2	Visual Check	tes pada sistem yang sama	3	MAINTENANCE (HKI)	3M
MAIN CONTROL PANELS		N/A	N/A				0			0		
UNIT CONTROL PANELS	POWER SUPPLY	N/A	N/A	Function Failure	Supply Failure	Tidak terdapat kegagalan pada riwayat peralatan	1	Cek Tegangan DC	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HKI)	1M
UNIT CONTROL PANELS	PANEL KONTROL	N/A	N/A	Overheat	Dirty	sangat sedikit terjadi kegagalan	2	Cleaning	Terdapat metode deteksi	1	MAINTENANCE (HKI)	1M

									yang valid (dpt dibuktikan)			
UNIT CONTROL PANELS	PANEL KONTROL	N/A	N/A	Overheat	Dirty	sangat sedikit terjadi kegagalan	2	Cek Temperatur Ruangan	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HKI)	1M
UNIT CONTROL PANELS	APLIKASI PROGRAM	N/A	N/A	Loss Data	Program Error	Tidak terdapat kegagalan pada riwayat peralatan	1	Backup Data	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HKI)	3M
UNIT CONTROL PANELS	PLC UNIT	N/A	N/A	Function Failure	Card failure	sedikit terjadi kegagalan	2	Function Test	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HKI)	1Y
CABINETS FOR GENERATOR AND TRANSFORMER PROTECTION		N/A	N/A				0			0		
PROTECTION AND SUPERVISION DEVICE	SPEED SUPERVISION	N/A	N/A	Function Failure	Card failure	sangat sedikit terjadi kegagalan	2	Function Test	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HKI)	1Y
PROTECTION AND SUPERVISION DEVICE	SYNCHRONIZING SUPERVISION	N/A	N/A	Function Failure	Card failure	sedikit terjadi kegagalan	2	Function Test	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HLT)	1Y
PROTECTION AND SUPERVISION DEVICE	TEMPERATURE SUPERVISION (RANVB)	N/A	N/A	Function Failure	Card failure	sedikit terjadi kegagalan	2	Function Test	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HKI)	1Y

PROTECTION AND SUPERVISION DEVICE	TEMPERATURE SUPERVISION (RANVB)	RTD	N/A	Function Failure	sensor failure	sangat sedikit terjadi kegagalan	2	Function Test	Terdapat metode deteksi yang valid (dpt dibuktikan)	1	MAINTENANCE (HKI)	1Y
-----------------------------------	---------------------------------	-----	-----	------------------	----------------	----------------------------------	---	---------------	---	---	-------------------	----