

Implementasi FMEA Untuk Perawatan Preventif (Studi Kasus : Fasilitas Usaha Kecil Menengah)

Tiena Gustina Amran¹, Eldona Lewanskiky²

¹Magister Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri, Universitas Trisakti

²Magister Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri, Universitas Trisakti

Jalan Kiyai Tapa no 1, Jakarta 11440, Indonesia

email: amran.tiena@gmail.com; tiena_amran@trisakti.ac.id; tiena_amran@yahoo.com

Abstrak

Indonesia Bagian Timur sangat menekankan Usaha Kecil Menengah (UKM) sebagai salah satu penunjang pertumbuhan ekonomi masyarakat. Kendala utama yang dihadapi oleh UKM Marawey di Pulau Seram Ambon Maluku dalam menjalankan usahanya adalah permasalahan menangani perawatan dan pemeliharaan fasilitas UKM tersebut. Perlu diidentifikasi masalah perawatan preventif untuk produk, proses dan fasilitas dari kerusakan agar keselamatan dan kepuasan pengguna meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa tingkat penyebab kerusakan mesin biogester, penetas telur, genset gas, handcraft, dan motor roda tiga. Metodologi penelitian dengan pendekatan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), langkah pertama mengidentifikasi serangkaian punching operation dilakukan pada beragam kegiatan kerja UKM. Setelah itu diberikan rating dan nomer prioritas. Pengukuran preventif diberikan berdasarkan Risk Priority Number (RPN) untuk keputusan pada peringkat setiap potensial permasalahan perawatan. Dari hasil penelitian didapatkan jadwal perawatan preventif dalam 3 kategori Scheduled Discard Task, Scheduled Restoration Task dan Combination of Task, dan biaya perawatan optimal bagi kerusakan mesin, pemeliharaan lahan, kolam dan kandang. Penerapan perawatan secara preventif untuk fasilitas UKM diharapkan menjadi contoh model bagi UKM sejenis di wilayah Indonesia Bagian Timur.

Kata kunci : biodigester, FMEA, perawatan, usaha kecil menengah

Abstract

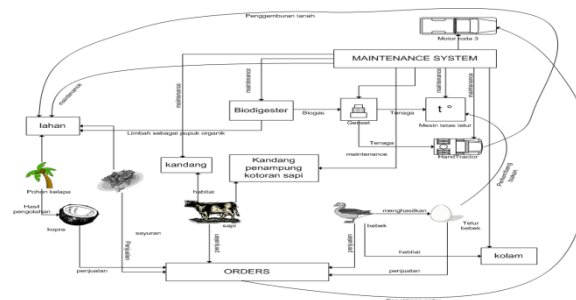
East Indonesia focused on Small and Medium- Industry scale businesses (UKM) as one of the way to support society economical growth. UKM Marawey from Seram Island, Ambon, Maluku is facing a problem on maintaining and preserving the facilities that relates to the venture. Preventive product, process, and facilities maintenance identification are important to assure customer safety and satisfaction. This research focused on analyzing the damage of biodigester machine, egg incubator, gas genset, handcraft machine, and three-wheeled motorcycle. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) research methodology and approach was used. The primary step is to identify UKM's punching operation activities, followed by rating and priority numbering. Preventive measures were given based in Risk Priority Number (RPN) for decisions on each rank of maintenance that were done during the occurring troubles. The research suggests preventive maintenance in 3 categories: Scheduled discard task, scheduled restoration task, and combination of task. Maintenance cost of machine damage, land, pond, and stall are also included in the preventive maintenance category. UKM Mawawey preventive maintenance program is expected to be an example for other UKM in East Indonesia region.

Keywords : bio digester, FMEA, maintenance, small medium enterprise

1. Pendahuluan

Di Indonesia, Usaha Kecil Menengah (UKM) adalah tulang punggung ekonomi Indonesia. Jumlah UKM hingga 2011 mencapai sekitar 52 juta. UKM di Indonesia sangat penting bagi ekonomi karena menyumbang 60% dari PDB dan menampung 97% tenaga kerja. Tetapi akses ke lembaga keuangan sangat terbatas baru 25% atau 13 juta pelaku UKM yang mendapat akses ke lembaga keuangan. Pemerintah Indonesia, membina UKM melalui Dinas Koperasi dan UKM, di masing-masing Provinsi atau Kabupaten/ Kota (Deprind,2012). Kawasan Indonesia Timur termasuk daerah yang menjadi prioritas pemerintah dalam pengembangan UKM. Anggaran dari pemerintah sudah disiapkan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan sektor industri di kawasan ini (Tempo, 12 September 2012).

Pada Gambar.1 dijelaskan bentuk keterkaitan hubungan aktivitas UKM, ketergantungan dalam kegiatan UKM (seperti penggunaan mesin dan fasilitas infrastruktur dalam prosesnya. Mesin dan fasilitas infrastruktur ini antara lain tangki pencerna (*biodigester*), pipa penyalur biogas, pipa penyalur limbah, *handtractor*, mesin penetas telur dan motor roda tiga. Mesin-mesin ini membutuhkan perawatan khusus sesuai dengan fungsinya. Kapasitas digester mampu menampung maksimum 5 ton kotoran sapi, padahal dapat dilihat perkembangbiakan ternak sapi semakin banyak, sehingga meningkatkan volume kotoran sapi, dan hal ini mengakibatkan semakin tinggi frekwensi penggunaan digester. Pipa penyalur limbah juga menjadi semakin sering digunakan, perawatan harus dilakukan secara berkala untuk meminimalisasi kebocoran, namun saat ini belum ada penjadwalan pemeliharaan yang pasti. *Handtractor* adalah mesin penggembur tanah untuk tanaman sayur mayor dan digunakan untuk mengumpulkan kelapa kering, membawa hasil penanaman sayur mayur ke pasar serta distribusi susu sapi dan telur.



Gambar 1. Keterkaitan Hubungan Aktivitas UKM di Desa Makariki

Salah satu UKM mendapatkan bantuan anggaran pemerintah Dusun Makariki, Kabupaten Maluku Tengah Daerah lahan seluas 13 Ha. UKM ini, bergerak pada pemenuhan kebutuhan kopra, sayur-mayur, daging sapi, susu sapi, daging bebek dan telur bebek. Selain itu juga, limbah organik dalam bentuk kotoran sapi, diolah menjadi biogas sebagai bahan bakar sehari-hari. Hasil limbah dari pengolahan biogas inilah yang digunakan sebagai pupuk untuk sayur-mayur. Keterkaitan aktivitas yang saling bergantung ini memberikan dampak yang signifikan, dengan demikian setiap aktivitas perlu dijaga dan dipelihara dengan baik.

Kurangnya "*technical expertise*", tidak berfungsinya reaktor biogas akibat kebocoran atau kesalahan konstruksi, desain reaktor yang tidak "*user friendly*", penanganan masih manual, dan biaya konstruksi yang cukup mahal (<http://www.energi.lipi.go.id>). Perawatan kendaraan ini sangat dibutuhkan karena fungsinya yang sangat membantu dalam pelaksanaan kegiatan UKM ini. Perlunya biaya terpisah dan penjadwalan pemeliharaan yang baik yang belum ada aturan atau strategi pemeliharaan yang dibuat. Perawatan mesin mutlak diperlukan agar tidak menambah biaya dan mengurangi jam kerja mesin. Kegiatan perawatan untuk menjaga dan mempertahankan kelangsungan operasional dan kinerja sistem sesuai dengan yang diharapkan. Ketika suatu sistem mengalami kerusakan maka sistem tersebut memerlukan perawatan perbaikan. Jika sistem tersebut adalah sistem yang besar dengan unit-unit yang mahal harganya (Ardianto, 2005). Diperlukan sistem perawatan yang terintegrasi bagi mesin, lahan, kolam dan kandang untuk UKM Marawey agar menghasilkan keuntungan yang lebih baik dan perawatan dilakukan secara berterusan.

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan rancang bangun model pemeliharaan preventif fasilitas UKM dengan mengintegrasikan metode FMEA. Pengambilan data dilakukan dalam 6 bulan dari Januari 2014- Juni 2014. Manfaat penelitian ini adalah untuk membantu UKM dalam menghasilkan sistem perawatan mesin, lahan, kolam dan kandang yang optimal

2. Metoda Penelitian

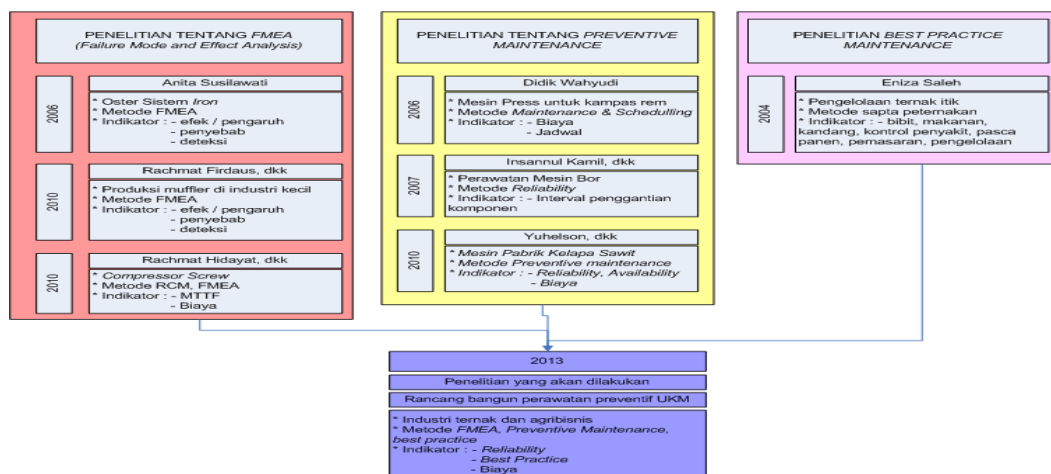
Pendekatan metoda *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dilakukan untuk menganalisa lebih dini masalah paling potensial akan terjadi dalam siklus pengembangan an ketika masih mudah untuk mengambil tindakan perbaikan menghadapi isu kegagalan (Kenneth Crow, 2002). Metodologi digunakan menganalisa dan menemukan semua kegagalan yang

potensial terjadi pada suatu sistem, efek-efek kegagalan dan cara memperbaikinya. Perbaikan dan penurunan dilakukan berdasarkan pada ranking *severity* dan *probability* dari kegagalan (Kevin A. Lange, 2001). FMEA dapat bervariasi pada detail level yang dilaporkan dan adanya ketersediaan informasi. Variasi implementasinya analisis FMEA, standar- standar dan aturan telah dikembangkan untuk keperluan analisis sesuai pendekatan organisasi penggunanya. Definisi dan *ranking* terminologi dalam FMEA adalah:

1. Akibat potensial adalah akibat yang dialami pengguna akhir.
2. Mode kegagalan potensial adalah kegagalan desain yang menyebabkan cacat itu tidak berfungsi sebagai mana mestinya.
3. Penyebab potensial kegagalan kelemahan-kelemahan desain dan perubahan dalam variabel yang akan mempengaruhi proses dan menghasilkan kecacatan produk.
4. *Occurance (O)* adalah perkiraan tentang peluang bahwa penyebab akan terjadi dan menghasilkan modus kegagalan yang menyebabkan akibat tertentu.
5. *Severity (S)* adalah suatu perkiraan subyektif atau estimasi tentang bagaimana buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan tersebut.
6. *Detectibility (D)* adalah perkiraan subyektif tentang efektifitas dan metode pencegahan atau pendektasian.
7. *Risk Priority Number (RPN)* merupakan hasil perkalian antara rating *severity*, *detectibility* dan rating *occurance*. $RPN = (S) \times (D) \times (O)$

Proses urutan FMEA: 1). Mengidentifikasi produk yang potensial yang berkaitan dengan cara-cara kegagalan proses. 2). Memperkirakan efek bagi konsumen yang potensial disebabkan oleh kegagalan 3). Mengidentifikasi sebab potensial proses perakitan dan identifikasi variabel-variabel pada proses yang berguna untuk memfokuskan pada pengendalian untuk mengurangi kegagalan atau mendeteksi keadaan-keadaan kegagalan. 4.) Mengembangkan sebuah daftar peringkat dari cara kegagalan yang potensial, kemudian menetapkan sistem prioritas pertimbangan untuk tindakan perbaikan. 5). Mendokumentasikan hasil-hasil dari proses produksi atau proses perakitan.

Penelitian terdahulu seperti dalam Gambar 2:



Gambar 2. Metodologi Penelitian Kaitannya dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 2. dilakukan dengan metode FMEA, *preventive maintenance* atau metode *best practice*. Dari kumpulan penelitian tersebut, maka dapat dilakukan penelitian dengan menggabungkan ketiga metode tersebut. Penelitian Eniza (2004) melakukan pendekatan FMEA dalam pengelolaan ternak itik membahas tentang efek dan pengaruh, penyebab dan deteksi penyebab kegagalannya. Selanjutnya Anita Susilawati (2006) membahas penyebab, deteksi dan penyebab kegagalan pada peternakan Oster Steam Iron. Penelitian reliability pada mesin Press dilakukan oleh Didik Wahyudi (2006) dalam Maintenance dan Scheduling serta menghitung biaya dan jadwal perawatan. Tahun 2007

Insanul Kmil dkk meneliti reliability mesin bor memperhatikan Interval penggantian komponen. Selanjutnya Rahmat Fidaus (2010) Perbaikan Produksi Muffler di industri kecil Sidoarjo menggunakan FMEA untuk memperbaiki produksi muffler. Rhamat Hidayat (2010) dan Yuhelson (2010) meneliti tentang RCM, Maintenance dan Preventive Maintenance mesin Compressor Screw dengan meperkiraan biaya maintenance dan maintenance dari mesin mesin.

3. Hasil dan Analisa

3.1. Pengolahan Data Mesin: Pengolahan data pertama terhadap mesin mesin meliputi pengujian distribusi data, perhitungan keandalan, perhitungan ketersediaan, perhitungan waktu downtime dan perhitungan biaya

3.1.1. Pengujian Distribusi data dan Estimasi parameter

Rumus:

$$IIF = N \sum_{i=1}^N T_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^N T_i \right) \left(\sum_{i=1}^N Y_i \right)$$

Pengukuran Index of Fit, dan Pengujian distribusi untuk diketahui apakah data berdistribusi secara Normal, Lognormal, Eksponensial atau Weibull. Uji distribusi data dan keefisienkorelasi (*correlation coefficient*) yang terbesar. Berikut ini adalah nilai signifikansi yang diperoleh : Berdasarkan tabel 1, maka didapatkan hasil distribusi untuk tiap mesin mengikuti distribusi Weibull. Parameter bentuk (β) dan parameter skala (θ) dapat dihitung menggunakan software minitab, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Nilai signifikansi level masing-masing distribusi

No	Mesin	Weibull	Normal	Eksponensial
1	Biodigester	0,977	0,974	*
2	Mesin Penetas Telur	0,980	0,964	*
3	Genset Gas	0,983	0,981	*
4	Handtractor	0,987	0,977	*
5	Motor Roda 3	0,996	0,996	*

Tabel 2. Parameter β dan θ untuk mesin di IKM Marawey

No	Mesin	β	θ
1	Biodigester	6,629	53,69
2	Mesin Penetas Telur	10,42	54,06
3	Genset Gas	12,59	46,58
4	Handtractor	12,36	62,52
5	Motor Roda 3	7,428	99,02

3.1.2. Menghitung Keandalan (*Reliability*)

Tingkat keandalan (*reliability*) tiap mesin dapat dihitung menggunakan rumus *Reliability Function* : $R(t) = e^{-\frac{t}{\theta}}$, dimana $\theta > 0$. Hasil setelah dihitung menggunakan rumus tersebut, dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Keandalan Mesin

Waktu	Reliability				
	Biodigester	Mesin tetas Telur	Handtractor	Genset Gas	Motor Roda 3
1	1	1	1	1	1
5	0,999999853	1	1	1	1
10	0,999985494	0,999999977	1	0,999999996	0,999999996
15	0,999786794	0,999998421	0,999999978	0,999999363	0,999999184
20	0,998565328	0,999968366	0,999999238	0,999976159	0,999993085
25	0,993717779	0,999676484	0,999987985	0,999604317	0,999963721
30	0,97911672	0,997839444	0,999885607	0,99607832	0,999859461
35	0,943050059	0,989277849	0,999231366	0,97300666	0,999558418
38	0,903806673	0,974923115	0,997877394	0,925831842	0,999186746
41	0,845885534	0,945484072	0,994579563	0,818244832	0,998570389
44	0,765450255	0,889579759	0,987074166	0,613840548	0,997585586
47	0,661080979	0,792435854	0,971028782	0,326395493	0,996062174

40	0,867535001	0,957585005	0,996002417	0,863297937	0,998809819
53	0,399385513	0,443279992	0,878276161	0,006209877	0,990414792
56	0,266566182	0,235994732	0,773881924	3,85409E-05	0,985606501

Dari data diketahui keandalan mesin menurun terhadap waktu pemakaian mesin tersebut. Jika diambil keandalan minimum sebesar 70% sebagai batas toleransi perusahaan, maka biodigester boleh dioperasikan paling lama 17 hari, mesin penetas telur boleh dioperasikan paling lama 19 hari, *handtractor* dioperasikan paling lama 18 hari, genset gas boleh dioperasikan paling lama 16 hari dan motor roda tiga boleh dioperasikan paling lama 20 hari, karena jika mesin-mesin tersebut diope rasikan melebihi waktu tersebut, maka kemungkinan tidak akan rusaknya kurang dari 70%. Didapatkan bahwa genset gas dan biodigester merupakan mesin yang paling kritis.

Tabel 4. Variasi Keandalan Tehadap Interval Waktu

No	Nama Mesin	Interval waktu (hari) menurut tingkatan keandalan		
		90%	75%	50%
1	Biodigester	38,23	44,49	50,8
2	M tetas Telur	43,55	47,96	52,19
3	<i>Handtractor</i>	52,11	56,52	60,69
4	Genset gas	38,95	42,19	45,24
5	MotorRoda tiga	73,13	83,72	94,25

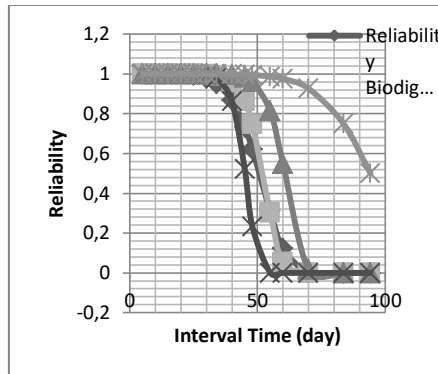
Jika keandalan sistem ditingkatkan, maka prioritas pertama hendaklah pada genset gas dan biodigester. Variasi keandalan terhadap interval waktu pemakaian mesin dapat dilihat pada tabel 4. untuk mencapai keandalan 90% ($R = 0,90$)

3.1.3.Menghitung Laju Kegagalan

Hasil perhitungan laju kegagalan mesin pada tabel 5, dengan interval waktu dari 10 sampai 100 hari saja.

Tabel 5. Laju Kegagalan Mesin

Waktu	Laju Kegagalan				
	Biodigester	Mesin Penetas Telur	<i>Handtractor</i>	Genset Gas	Motor Roda 3
5	0,00000019	0,00000000	0,00000000	0,00000000	0,00000000
10	0,00000962	0,00000002	0,00000000	0,00000000	0,00000003
15	0,00009423	0,00000110	0,00000002	0,00000053	0,00000040
20	0,00047586	0,00001648	0,00000047	0,00001501	0,00000257
25	0,00167105	0,00013486	0,00000594	0,00019931	0,00001078
30	0,00466337	0,00075124	0,00004713	0,00164903	0,00003480
35	0,01110564	0,00320937	0,00027154	0,00984335	0,00009374
40	0,02354943	0,01129027	0,00123773	0,04626681	0,00022115
45	0,04570018	0,03424217	0,00471757	0,18118709	0,00047151
50	0,08269644	0,09238401	0,01561433	0,61440759	0,00092816



Gambar 3. Laju kegagalan mesin di IKM Marawey

Grafik Gambar 3. terlihat genset gas yang paling kritis. Jika keandalan sistem ditingkatkan maka prioritas utama hendaklah pada genset gas dan biodigester. Untuk interval waktu 50 hari saja, genset gas akan mengalami kegagalan 0,61 kali / hari. Dari laju kegagalan ini kita bisa menentukan jumlah *preventive maintenance* yang harus dilakukan setiap tahunnya.

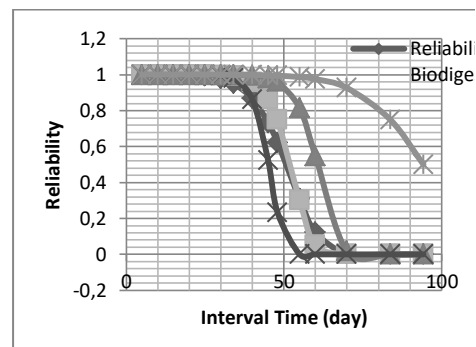
3.1.4. Mean Time to Failure (MTTF), Mean Time Between Failure (MTBF), Ketersediaan (Availability).

Formulasi : $MTTF = E(T) = \int t f(t) dt = \int R(t) dt$

Setelah parameter diketahui, maka dapat ditentukan rata-rata waktu kerusakannya. Hasil MTTF sesudah dihitung (Tabel 6).

Tabel 6. Nilai MTTF, MTBF dan Availability

Mesin	MTTF	MTBF	Availability (%)
Biodigester	39,84	1198,32	96,78
M. Penetas Telur	17,60	1232,64	98,59
Handtractor	27,32	1438,08	98,14
Genset Gas	66,60	1073,52	94,16
Motor Roda 3	25,50	2228,64	98,87



Gambar 4. Availability pada mesin

Hasil perhitungan ketersediaan (*availability*), terlihat bahwa genset gas dan biodigester yang memiliki tingkat ketersediaan paling rendah. Genset gas memiliki tingkat ketersediaan sebesar 94,16% dan biodigester tingkat ketersediannya adalah 96,78 % (Tabel 7)

3.2. Penerapan FMEA

Penerapan FMEA dengan memberi penilaian resiko (*risk assessment*) ke dalam lembar kerja FMEA.

Tabel 7. Perhitungan Availability

No	Nama Mesin	Interval waktu (hari) menurut tingkatan keandalan		
		90%	75%	50%
1	Biodigester	38,23	44,49	50,8
2	Mesin Tetas Telur	43,55	47,96	52,19
3	Handtractor	52,11	56,52	60,69
4	Genset gas	38,95	42,19	45,24
5	Motor Roda 3	73,13	83,72	94,25

3.2.1. Penerapan FMEA untuk Fasilitas Mesin

Pada peta FMEA pada bagian *root cause failure analysis*. Pada penjelasan FMEA untuk mesin Tabel 9. menunjukkan beberapa bentuk kerusakan (*failure modes*) yang mengakibatkan kerusakan pada komponen mesin dalam memenuhi tugasnya (*functional failure*). Berdasarkan dampak (*effect*) yang ditimbulkan, dapat diketahui beberapa dampak yang dapat mengganggu proses secara keseluruhan.

Tabel 8. Jumlah kegagalan per komponen

No	Mesin	Nama Komponen Rusak	Jumlah kegagalan 2 thn	No	Mesin	Nama Komponen Rusak	Jumlah kegagalan 2 tahun
1	Biodigester	Digester	20	9	Genset Gas	oil filter	1
2	Biodigester	Pipa penyalur	4	10	Genset Gas	air filter	2
3	M tetas	Lampu pijar	2	11	Genset Gas	fuel filter	2
4	M tetas	Regulator suhu	1	12	Handtractor	Busi	5
5	M tetas	Rak telur	8	13	Handtractor	Roda	3
6	Genset Gas	Busi	5	14	Handtractor	Tali starter	2
7	Genset Gas	Cooler	3	15	Motor roda 3	Busi	2
8	Genset Gas	Dinamo	3	16	Motor roda 3	Rantai	1

Tabel 9. Root Cause Failure Analysis (RCFA) Beberapa Komponen

NO	COMPONENT	FUNCTION	FUNCTIONAL FAILURE		Root Cause Failure Analysis (RCFA)				FAILURE EFFECT (What happens when it fails)	FMEA Scoring					
					Failure Mode (cause of failure)	Mechanism	Reason	Root Cause		S	O	D	RPN		
1	Biodigester	1	tempat pencernaan material biogas dan sebagai rumah bagi bakteri (baik bagi bakteri pembentuk asam maupun bakteri pembuat gas metana)	A	Air masuk ke dalam galian	1	Teganggu oleh ternak	Air harus dihilangkan	perlindungan terhadap biodigester belum maksimal	Lokasi sekitar tangki belum dipagari sehingga ternak bisa mendekati daerah biodigester	Uap air menghambat aliran gas	6	6	3	108
2	Pipa Penyalur	1	Penghantar biogas untuk dialirkan	A	Kebocoran di jalur pipa	1	Lumut pada pipa	Memotong saluran pipa yang bocor, diganti dengan yang baru	Lifetime	pipa jarang dibersihkan	apabila kebocoran terjadi, akan berbahaya karena yang dialirkan adalah zat yang mudah terbakar. Untuk menghindari kebakaran, aliran gas harus dihentikan.	10	5	3	150
			Lampu		Lampu sudah		Tidak ada	Lampu yang	Tidak ada	tidak sumber panas untuk mesin tetas, telur					

				B	Rak retak	2	rak sudah waktunya diganti	Tidak ada prosedur dalam hal ini	Kelembapan dalam mesin tetas membuat rak cenderung rapuh	Tidak ada prosedur dalam hal ini		5	3	3	45
6	Busi	1	menciptakan percikan api sehingga terjadinya ledakan yang dapat memutar mesin pada genset	A	Tidak ada percikan api	1	Busi Kotor	Busi dibersihkan	Busi jarang dibersihkan	Busi jarang di periksa secara berkala	Genset tidak dapat digunakan	8	5	3	120
						2	Busi sudah waktunya untuk diganti	Tidak ada prosedur dalam hal ini	Busi yang digunakan sudah lama	Tidak ada prosedur dalam hal ini		8	2	5	80
7	Filter	1	menyaring oli yang dipakai sebagai pelumas mesin	A	Oil Filter kotor	1	Oil filter sudah waktunya untuk diganti	Tidak ada prosedur dalam hal ini	Oil filter yang digunakan sudah lama	Tidak ada prosedur dalam hal ini	filtrasi tidak maksimal, menghambat kerja genset	7	2	5	70
			penyaring bahan bakar	B	Fuel Filter kotor	2	Fuel filter perlu dibersihkan		Fuel filter jarang dibersihkan			7	4	4	112
			alat penyaring udara dan oksigen pada mesin	C	Air Filter kotor	3	Air filter perlu dibersihkan		air filter jarang dibersihkan			7	4	4	112
8	Radiator	1	mendinginkan sirkulasi air panas di mesin genset	A	Kipas radiator putus	1	Mesin genset terlalu panas	Tidak ada prosedur dalam hal ini	kipas berputar dengan cepat	Tidak ada prosedur dalam hal ini	mesin cepat panas, kinerjanya tidak dapat maksimal pada saat suhu	8	2	5	80
			pendinginan mesin	A	Cooler tidak	1	Cooler perlu	Cooler harus	Cooler jarang			8	2	5	80

Hasil pengolahan data menunjukkan terdapat beberapa mesin yang pada komponen-komponen tertentu harus mendapatkan prioritas utama lebih tinggi daripada komponen mesin yang lain

Tabel 10 Hasil perhitungan RPN masing-masing komponen

No	Nama Mesin	Komponen	RPN	No	Nama Mesin	Komponen	RPN
1	Biodigester	Pipa penyalur	150	12	Motor roda 3	Busi	72
2	Genset Gas	Busi	120	13	Genset Gas	Oil Filter	70
3	Genset Gas	Cooler	120	14	Motor roda 3	Rantai	70
4	Genset Gas	Dinamo	120	15	Handtractor	roda ban	48
5	Genset Gas	Fuel Filter	112	16	Handtractor	roda besi	48
6	Genset Gas	Air Filter	112	17	Handtractor	roda apung	48
7	Biodigester	Digester	108	18	Handtractor	tali starter	48
8	Mesin Tetas Telur	Rak Telur	96	19	Mesin Tetas Telur	Rak Telur	45
9	Handtractor	Busi	96	20	Mesin Tetas Telur	Regulator Suhu	36
10	Genset Gas	Busi	80	21	Mesin Tetas Telur	Lampu pijar	32
11	Genset Gas	Radiator	80	22	Motor roda 3	Rantai	28

Hasil RPN, perhitungan *reliability*, laju kegagalan dan *availability*, mesin paling kritis adalah genset gas dan biodigester.

Hasil pengolahan data menunjukkan terdapat beberapa mesin yang pada komponen-komponen tertentu harus mendapatkan prioritas utama lebih tinggi daripada komponen mesin yang lain

Tabel 10 Hasil perhitungan RPN masing-masing komponen

No	Nama Mesin	Komponen	RPN	No	Nama Mesin	Komponen	RPN
1	Biodigester	Pipa penyalur	150	12	Motor roda 3	Busi	72
2	Genset Gas	Busi	120	13	Genset Gas	Oil Filter	70
3	Genset Gas	Cooler	120	14	Motor roda 3	Rantai	70
4	Genset Gas	Dinamo	120	15	Handtractor	roda ban	48
5	Genset Gas	Fuel Filter	112	16	Handtractor	roda besi	48
6	Genset Gas	Air Filter	112	17	Handtractor	roda apung	48
7	Biodigester	Digester	108	18	Handtractor	tali starter	48
8	Mesin Tetas Telur	Rak Telur	96	19	Mesin Tetas Telur	Rak Telur	45
9	Handtractor	Busi	96	20	Mesin Tetas Telur	Regulator Suhu	36
10	Genset Gas	Busi	80	21	Mesin Tetas Telur	Lampu pijar	32
11	Genset Gas	Radiator	80	22	Motor roda 3	Rantai	28

Hasil RPN, perhitungan *reliability*, laju kegagalan dan *availability*, mesin paling kritis adalah genset gas dan biodigester.

3.4. Rancang Bangun Perawatan Fasilitas UKM

Hasil analisa RCFA dan perhitungan RPN, didapatkan prioritas tertinggi. Kemudian dibuat usulan tugas (*proposed task*) untuk menanggulangi kegagalan dibedakan menjadi tiga bagian yaitu : 1. *Scheduled Discard Task*, kegiatan *maintenance* ini diambil jika komponen yang mengalami kerusakan tidak dapat diperbaiki lagi. 2. *Scheduled Restoration Task*, kegiatan *maintenance* dilakukan jika komponen yang mengalami kerusakan fungsi masih memungkinkan dilakukan perbaikan untuk mengembalikan fungsinya seperti semula. 3. *Combination of Task*, tindakan ini merupakan langkah antisipasi dalam menghadapi kerusakan yang memiliki dampak terhadap keselamatan (*safety*) atau lingkungan (*environment*)

Berdasarkan analisa RCFA, dampak yang ditimbulkan dibagi menjadi 3 kriteria, yaitu Kerusakan yang berdampak hingga proses terhenti (*shutdown*), menurunnya kuantitas maupun kualitas produk dan keamanan operasi. Keputusan pemeliharaan terhadap komponen mesin yang mengalami kegagalan yang diberikan pada beberapa kerusakan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 11. Proposed Task pada Biodigester

No	Component	Function	Functional Failure	Failure Mode	Proposed Task
1	<i>Biodigester</i>	tempat pencernaan material biogas dan sebagai rumah bagi bakteri	Air masuk ke dalam galian	Teganggu oleh ternak	Combination of task : tindakan preventif dengan dilakukan pemagaran di area digester, sehingga tidak dapat dilalui oleh ternak maupun orang yang tidak berkepentingan
2	<i>Pipa Penyalur</i>	Penghantar biogas untuk dialirkan	Bocor	Lumut pada pipa	Combination of task. Scheduled on condition task : dilakukan pemeriksaan secara periodik oleh operator.
3	<i>Lampu pijar</i>	Pemanas	Lampu tidak menyala	Lampu sudah waktunya untuk diganti	Scheduled discard task : tindakan preventif dilakukan penggantian pipa yang bocor. Scheduled Discard Task : tindakan preventif dilakukan penggantian lampu sesuai dengan waktu <i>maintenance</i> optimalnya.
4	<i>Regulator Suhu</i>	untuk menstabilkan suhu di dalam mesin tetas yang dapat diatur	Bandul penyeimbangan tidak setimbang	posisi bandul bergeser	Scheduled restoration task : tindakan preventif dilakukan dengan menyeimbangkan kembali posisi bandul
5	<i>Rak Telur</i>	meletakkan telur yang akan ditetaskan	Panas tidak merata	penempatan rak tidak tepat	Scheduled restoration task : tindakan preventif dilakukan dengan pengaturan ulang penempatan rak sesuai dengan petunjuk pemakaian mesin
6	<i>Busi</i>	menciptakan percikan api sehingga terjadinya ledakan yang dapat memutar mesin pada genset	Rak retak Tidak ada percikan api	rak sudah waktunya diganti Busi Kotor Busi sudah waktunya untuk diganti	Scheduled Discard Task : tindakan preventif dilakukan penggantian rak sesuai dengan waktu <i>maintenance</i> optimalnya. Scheduled on condition task : tindakan preventif dilakukan dengan membersihkan busi secara berkala Scheduled Discard Task : tindakan preventif dilakukan penggantian busi sesuai dengan waktu <i>maintenance</i> optimalnya.
7	<i>Filter</i>	menyaring oli yang dipakai sebagai pelumas mesin	<i>Oil Filter</i> kotor	<i>Oil filter</i> sudah waktunya untuk diganti	Scheduled Discard Task : tindakan preventif dilakukan penggantian <i>oil filter</i> sesuai dengan waktu <i>maintenance</i> optimalnya.
		penyaring bahan bakar	Fuel Filter kotor	Fuel filter perlu dibersihkan	Scheduled on condition task : tindakan preventif dilakukan dengan membersihkan <i>fuel filter</i> secara berkala
		alat penyaring udara dan oksigen pada mesin	Air Filter kotor	Air filter perlu dibersihkan	Scheduled on condition task : tindakan preventif dilakukan dengan membersihkan <i>air filter</i> secara berkala
8	<i>Radiator</i>	mendinginkan sirkulasi air panas di mesin genset	Kipas radiator putus	Mesin genset terlalu panas	Scheduled Discard Task : tindakan preventif dilakukan penggantian tali kipas radiator sesuai dengan waktu <i>maintenance</i> optimalnya.
9	<i>Cooler</i>	mendinginkan mesin	Cooler tidak berfungsi	Cooler perlu dibersihkan	Scheduled on condition task : tindakan preventif dilakukan dengan membersihkan <i>cooler</i> secara berkala
10	<i>Dinamo</i>	menghidupkan mesin dengan mengalirkan arus listrik	Dinamo tidak berfungsi	Dinamo perlu dibersihkan	Scheduled on condition task : tindakan preventif dilakukan dengan membersihkan dinamo secara berkala

3.5. Analisis Biaya Pemeliharaan Mesin Optimum

Untuk menghitung biaya pemeliharaan optimum, maka perlu diketahui biaya pencegahan (*preventive cost*) dan biaya kerusakan (*failure cost*).

Keterangan tabel :

A = Biaya kehilangan produksi / penggantian alat per hari

B = Biaya tenaga kerja per hari

C = Biaya jasa perbaikan / penggantian komponen

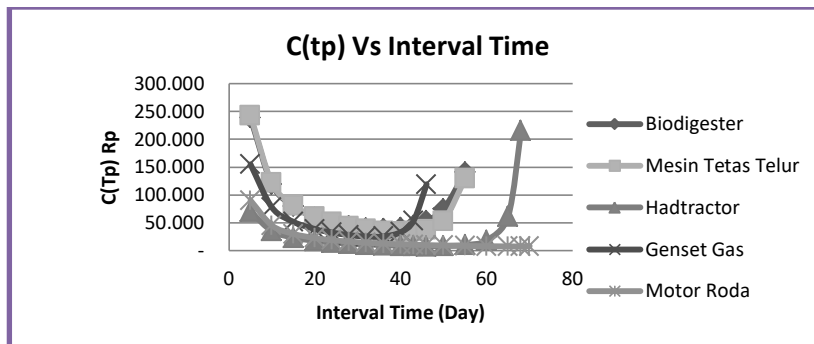
D = Waktu rata-rata penggantian komponen (MTTR)

E = Harga Komponen

Cf = (A+B+C) * D + E

$$C(tp) = \frac{C_p \times R(t) + C_f \times (1-R(t))}{T \cdot R(t) + \int_0^T t \cdot f(t) dt}$$

Dari perhitungan diatas diketahui bahwa interval waktu perawatan yang optimum untuk mesin genset gas berdasarkan kriteria minimasi biaya adalah 34 hari dengan biaya minimum sebesar Rp. 24.763,- , laju kegagalan 0.007, keandalan 98%. Sedangkan interval waktu perawatan berdasarkan kriteria minimasi biaya untuk mesin biodigester adalah 36 hari dengan biaya minimum sebesar Rp. 39.116,-, laju kegagalan 0,013 dan keandalan 0,93.



Gambar 5. Biaya Pemeliharaan Mesin

Tabel 12. Interval Waktu Perawatan Optimum Untuk Tiap Mesin

No	Mesin	C(tp) minimum Rp)	Interval waktu (Hari)	Laju Kegagalan	Reliability	Availability
1	Biodigester	39.116	36	0,013	0,93	0,9678
2	Mesin Penetas Telur	33.213	40	0,0113	0,96	0,9859
3	Handtractor	8.024	48	0,0098	0,96	0,9814
4	Genset Gas	24.763	34	0,007	0,98	0,9416
5	Motor Roda 3	7.393	70	0,0081	0,93	0,9887

3.6. Penjadwalan

Interval waktu perawatan mesin yang optimal Tabel 12, interval waktu yang dihasilkan dari setiap mesin berbeda-beda. Selanjutnya dibuat modifikasi terhadap hasil interval waktu penggantian komponen yang bertujuan agar perawatan mesin dilaksanakan bersamaan dengan mesin lainnya sehingga dapat mengefisienkan waktu dan biaya. Dari tabel 13. dapat diketahui bahwa interval waktu antara genset gas dengan biodigester berdekatan yaitu 34 dan 36 hari menjadi 35 hari. sebuah pengembangan hasil interval hari pemeliharaan mesin optimum digabungkan dengan interval hari pemeliharaan kandang dan kolam berdasarkan *proposed task FMEA*, maka jadwal yang dihasilkan pada tabel 13.

Tabel 13. Jadwal pemeliharaan UKM

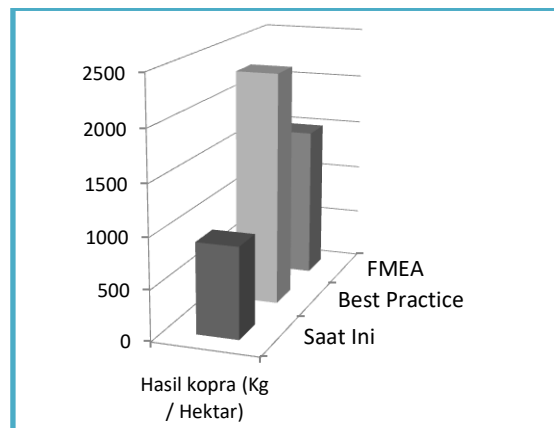
No	Mesin / kriteria	hari ke -																		
		1	36	41	49	71	81	97	106	121	141	145	161	176	193	201	211	241	246	281
1	Biodigester	x	x	.	.	x	.	.	x	.	x	.	.	x	.	x	.	x	.	.
2	M Penetas Telur	x	.	x	.	.	X	.	.	x	.	.	x	.	.	x	.	x	.	.
3	Handtractor	x	.	.	x	.	.	x	.	.	.	x	.	.	x	.	.	x	.	.
4	Genset Gas	x	x	.	.	x	.	.	x	.	x	.	.	x	.	.	x	.	x	.
5	Motor Roda 3	x	.	.	.	x	.	.	.	x	x	.	.	.	x

3.7. Verifikasi Dan Validasi Model

Validasi FMEA model dilakukan dengan membandingkan hasil awal, hasil seharusnya pada best practice dan dengan hasil yang diharapkan. Validasi FMEA dilakukan dengan cara membandingkan antara hasil sebelum menggunakan FMEA, hasil best practice dan hasil yang diharapkan dengan adanya sistem penjadwalan yang baru.

Tabel 14. Validasi FMEA Terhadap hasil

Kriteria	Satuan	Saat ini	Best Practice	Diharapkan
Hasil Kopra	Kg / Hektar	900	2300	1500
Tingkat kematian sapi	%	1,33	0,1	0,1
Tingkat kematian bebek	%	1	0,1	0,1
Tingkat kegagalan tetas telur	n	3	0,1	0,1



Gambar 6. Perbaikan Dengan FMEA

4. Kesimpulan

Analisa FMEA kerusakan mesin dapat diterapkan pada Usaha Kecil Menengah terutama yang bergerak dalam bidang ternak dan budidaya kelapa. Dengan menerapkan perbandingan antara *best practice* dengan kenyataan, bisa didapatkan bentuk pola *maintenance* yang masih mengalami kegagalan dalam pemenuhan kriteria. Terdapat 14 bentuk kerusakan mesin (*failure modes*) dan 10 kegagalan kriteria untuk lahan, kolam dan kandang. dampak yang ditimbulkan dapat dibagi menjadi 3 yaitu kerusakan yang berdampak hingga proses terhenti (*shutdown*), kerusakan yang berdampak pada menurunnya kuantitas maupun kualitas produk dan kerusakan yang berpengaruh terhadap keamanan operasi. Hasil penilaian resiko dengan RPN menunjukkan bahwa kerusakan atau kegagalan kriteria dengan dampak terhadap keamanan memiliki nilai RPN yang lebih besar dibandingkan dengan kerusakan atau kegagalan kriteria lainnya. Kebijakan *maintenance* yang diberikan untuk menghadapi kerusakan fungsi dan kegagalan kriteria, dibagi menjadi 3 bagian yaitu *Scheduled Discard Task*, *Scheduled Restoration Task* dan *Combination of Task*. Laporan FMEA untuk perawatan preventif UKM yang dibentuk berupa *Proposed task*, biaya optimum dan penjadwalan. Pengembangan selanjutnya dicadangkan Pengembangan kriteria best practice untuk lahan, kolam dan kandang masih bisa diperluas cakupannya, disesuaikan dengan keperluan UKM.

Referensi

- [1] Ayu O, Audra dan Aryati, Vincensia Dyan. *Biogas Production Using Anaerobic Biodigester From Cassava Starch Effluent With Ruminant Bacteria As Biocatalyst*. Tesis tidak diterbitkan. Semarang : Universitas Diponegoro. 2010.
- [2] Cepu Telecenter. *Klasifikasi UKM*. Cepu Telecenter. (<http://ceputelecenter.wordpress.com/2009/08/11/klasifikasi-ukm/> diakses 2 April 2013)
- [3] Chandy, Dr. K.T. *Coconut Cultivation Booklet no. 128* Agricultural & Environmental Education. 2010
- [4] Firdaus, Rachmat, Sukmono, Tedjo, dan Akbar, Ali. *Perbaikan Proses Produksi Muffler Dengan Metode FMEA Pada Industri Kecil di Sidoarjo*. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. 2010
- [5] Hidayat, Rachmad, Ansori, Nachnul dan Imron, Ali. *Perencanaan Kegiatan maintenance Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II*. Teknik Industri Universitas Trunojoyo. 2010
- [6] IMCA. *Guidance of FMEAs*. IMCA. 2002
- [7] Mackwell, Deborah D and Shortridge, Kennedy F. *Possible Waterborne Transmission And Maintenance From Influenza Viruses in Domestic Ducks*. University of Hong Kong. 1982
- [8] Patty, Zeth. Kontribusi Komoditi Kopra Terhadap Rumah Tangga Tani Di Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Argoforestri*. Vol V (3). 2010
- [9] Philippine Coconut Authority. *Field Planting And Farm Maintenance*. Zamboangan Reseach Centre. 2013
- [10] Pollock, Steve. *Create A Simple Framework to Validate FMEA Performance*. Six Sigma Forum Magazine. 2008
- [11] Prihatman, Kemal. *Budidaya Ternak Sapi Potong*. Proyek Pengembangan Ekonomi Masyarakat Pedesaan. Bappenas. 2000
- [12] Saleh, Eniza. *Pengelolaan Ternak Itik di Pekarangan Rumah*. Universitas Sumatra Utara. 2004
- [13] Susilawati, Anita. *Failure Mode and Effect Analysis of Oster System Iron*. University of Riau. 2005
- [14] Sutrisno, Agung, and friends. *Improvement Strategy Selection in FMEA : Clasification, Review and New Opportunity Roadmaps*. Sam Ratulangi University. 2013.
- [15] Sutrisno, Agung, and friends. *Services Reliability Assesment Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) : Survey Oportunity Roadmaps*. International Journal of Engineering, Science and Technology. 2011.
- [16] Watler, Peter K. *ASTM E2500 A New Approach to Validation*. Hyde Engineering + Consulting. 2010.
- [17] Yuhelson, dkk. *Analisis Reliability dan Avaiability Mesin Pabrik Kelapa Sawit PT Perkebunan Nusantara 3*. Universitas Sumatra Utara. 2010.
- [18] YuniarMaria. Pengembangan IKM di Indonesia Timur Jadi Prioritas. *Tempo*, 12 September 2012.