

Lampiran 1

FMEA Crusher Tuban III

FMEA WORKSHEET			SISTEM : SISTEM OPERASI CRUSHER								
No	Komponen	Function	Functional Failure	Failure Mode	Failure Effect			S	O	D	RPN
					Local	System	Plant				
1.	Wobbler 243BC3	Sebagai pengumpulan dan pemisah umpan	Tidak dapat melanjutkan material <i>Limestone</i> ke <i>drum bucket</i> .	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Penggerak macet ➤ <i>Belt</i> rusak ➤ Umur komponen ➤ <i>Unusual</i> material 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Material menumpuk di <i>hopper</i> ➤ Material <i>limestone</i> tidak dapat berlanjut ke proses selanjutnya 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Akan mempengaruhi proses selanjutnya yaitu pada proses <i>hammer mill</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Target produksi <i>pile</i> yang diharapkan tidak dapat terpenuhi ➤ Biaya pemeliharaan meningkat ➤ Efisiensi Peralatan menurun ➤ Shutdown 	8	9	7	504
2.	Hopper 243EN3	Tempat awal masuknya material <i>limestone</i> dan Menyaring batu kapur sesuai dengan ukuran	Tidak dapat menyaring <i>limestone</i> sesuai ukuran yang ditetapkan	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bocor pada <i>drum bucket</i>. ➤ <i>Shaft hopper</i> rusak ➤ Dinding berlubang ➤ Umur komponen ➤ <i>Unusual</i> material 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Material <i>limestone</i> menunggu di truk tambang 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tidak dapat berlanjut ke proses selanjutnya 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tidak dapat memenuhi target produksi ➤ Material <i>limestone</i> sangat heterogen 	9	7	7	441

(Lanjutan) FMEA Crusher Tuban III

FMEA WORKSHEET			SISTEM : SISTEM OPERASI CRUSHER SUBSISTEM : CRUSHER TUBAN III								
No	Komponen	Function	Functional Failure	Failure Mode	Failure Effect			S	O	D	RPN
					Local	System	Plant				
3.	Rotor 243BC3	Sebagai komponen penggerak utama <i>hammer mill</i>	Tidak mampu menggerakkan <i>hammer mill</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gangguan <i>electrical</i> ➤ Motor tripped ➤ Ada komponen Macet 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Terjadi vibrasi pada komponen lain ➤ Menimbulkan suhu panas pada komponen lain 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Proses selanjutnya yaitu proses <i>hammer mill</i> terganggu 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Efisiensi peralatan menurun ➤ Biaya pemeliharaan meningkat ➤ Target produksi tak terpenuhi 	8	9	6	432
4.	Appron 243BC3	Sebagai pengumpulan material clay	Tidak dapat membawa material tanah liat ke proses selanjutnya	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Belt putus ➤ Terganjal <i>coating</i> ➤ Gear rusak ➤ Umur komponen ➤ Unusual material 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tidak dapat membentuk homogenitas <i>raw mix</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tidak dapat menuju ke proses selanjutnya 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Produksi <i>pile</i> menurun ➤ Target produksi pile yang diharapkan tidak dapat dipenuhi ➤ Efisiensi peralatan menurun ➤ Biaya pemeliharaan meningkat 	7	9	6	378

(Lanjutan) FMEA Crusher Tuban III

FMEA WORKSHEET			SISTEM : SISTEM OPERASI CRUSHER								
No	Komponen	Function	Functional Failure	Failure Mode	Failure Effect			S	O	D	RPN
					Local	System	Plant				
5.	Rotary 243BC3	Sebagai pengumpulan material yang letaknya miring	Tidak mampu mengirim material ke proses selanjutnya	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistem pengumpulan macet ➤ Gear lepas ➤ Ada komponen macet 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Material menumpuk di hopper 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tidak dapat menuju ke proses selanjutnya ➤ Proses hammer mill terganggu 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Produksi pile menurun ➤ Target produksi pile yang diharapkan tidak dapat dipenuhi ➤ Efisiensi peralatan menurun ➤ Biaya pemeliharaan meningkat 	6	9	6	324
6.	Oil Plate 243BC3	Sebagai tempat pelumas motor	Tidak mampu menampung pelumas motor dengan baik	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kebocoran pada drum ➤ Saluran buntu ➤ Ada komponen macet 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lantai mesin basah dan licin ➤ Kinerja motor terganggu 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Proses hammer mill terganggu 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Efisiensi peralatan menurun ➤ Biaya pemeliharaan meningkat 	4	10	4	160

Lampiran 2

RCM Decision Worksheet I Crusher Tuban III

No	RCM Decision Worksheet I		Sistem : SISTEM OPERASI CRUSHER				Facilitator: PMC		Date: March 22
	Komponen	Function	Failure Mode	Failure Effect			Auditor: PMC		Year: 2012
				Local	System	Plant	Failure Consequences	Proactive Task	Proposed Task
1.	Wobbler 243BC3	Sebagai pengumpulan dan pemisah umpan	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Penggerak macet ➤ Belt rusak ➤ Umur komponen ➤ Unusual material 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Material menumpuk di <i>hopper</i> ➤ Material <i>limestone</i> tidak dapat berlanjut ke proses <i>hammer mill</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Akan mempengaruhi proses selanjutnya yaitu pada proses <i>hammer mill</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Target produksi <i>pile</i> yang diharapkan tidak dapat terpenuhi ➤ Biaya pemeliharaan meningkat ➤ Efisiensi Peralatan menurun ➤ Shutdown 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hidden Failure Consequence ➤ Operational Consequence 	<ul style="list-style-type: none"> Scheduled On Conditioning Task (SOCT) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Failure Finding ➤ On Conditioning ➤ Scheduled Restoration Task ➤ Scheduled discard Task
2.	Hopper 243EN3	Tempat awal masuknya material <i>limestone</i> dan Menyaring batu kapur sesuai dengan ukuran	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bocor pada <i>drum bucket</i>. ➤ <i>Shaft hopper</i> rusak ➤ Dinding berlubang ➤ Umur komponen ➤ Unusual material 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Material <i>limestone</i> menunggu di truk tambang 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tidak dapat berlanjut ke proses selanjutnya 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tidak dapat memenuhi target produksi ➤ Material <i>limestone</i> sangat heterogen 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Operational Consequence 	<ul style="list-style-type: none"> Scheduled On Conditioning Task (SOCT) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Failure Finding ➤ On Conditioning ➤ Scheduled Restoration task ➤ Scheduled discard Task

(Lanjutan) RCM Decision Worksheet I Crusher Tuban III

No	RCM Decision Worksheet I		Sistem : SISTEM OPERASI CRUSHER			Facilitator: PMC		Date: March 22	
	Komponen	Function	Subsistem : CRUSHER TUBAN III			Auditor: PMC		Year: 2012	
			Failure Mode	Failure Effect		Failure Consequences	Proactive Task	Proposed Task	
3.	Rotor 243BC3	Sebagai komponen penggerak utama hammer mill	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Gangguan <i>electrical</i> ➢ Motor <i>tripped</i> ➢ Ada komponen Macet 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Terjadi vibrasi pada komponen lain ➢ Menimbukan suhu panas pada komponen lain 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Proses selanjutnya yaitu proses <i>hammer mill</i> terganggu 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Efisiensi peralatan menurun ➢ Biaya pemeliharaan meningkat ➢ Target produksi pile tidak dapat dipenuhi. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Operational Consequence 	<ul style="list-style-type: none"> Scheduled On Conditioning Task (SOCT) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Failure Finding ➢ On Conditioning ➢ Scheduled Restoration task ➢ Scheduled discard Task
4.	Appron 243BC3	Sebagai pengumpulan material clay	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Belt putus ➢ Terganjal <i>coating</i> ➢ Gear rusak ➢ Umur komponen ➢ <i>Unusual</i> material 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Tidak dapat membentuk homogenitas <i>raw mix</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Tidak dapat menuju ke proses selanjutnya 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Produksi pile menurun ➢ Target produksi pile yang diharapkan tidak dapat dipenuhi ➢ Efisiensi peralatan menurun ➢ Biaya pemeliharaan meningkat 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Operational Consequence 	<ul style="list-style-type: none"> Scheduled On Conditioning Task (SOCT) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Failure Finding ➢ On Conditioning ➢ Scheduled Discard task

(Lanjutan) RCM Decision Worksheet I Crusher Tuban III

No	RCM Decision Worksheet I		Sistem : SISTEM OPERASI CRUSHER			Facilitator: PMC		Date: March 22	
	Komponen	Function	Subsistem : CRUSHER TUBAN III			Auditor: PMC		Year: 2012	
			Failure Mode	Failure Effect		Failure Consequences	Proactive Task	Proposed Task	
5.	Rotary 243BC3	Sebagai pengumpulan material yang letaknya miring	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistem pengumpulan macet ➤ Gear lepas ➤ Ada komponen macet 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Material menumpuk di <i>hopper</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tidak dapat menuju ke proses selanjutnya ➤ Proses <i>hammer mill</i> terganggu 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Produksi <i>pile</i> menurun ➤ Target produksi pile yang diharapkan tidak dapat dipenuhi ➤ Efisiensi peralatan menurun ➤ Biaya pemeliharaan meningkat 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hidden Failure Consequence ➤ Operational Consequence 	<ul style="list-style-type: none"> Scheduled On Conditioning Task (SOCT) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Failure Finding ➤ On Conditioning ➤ Scheduled Restoration task ➤ Scheduled discard Task
6.	Oil Plate 243BC3	Sebagai tempat pelumas motor	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kebocoran ➤ Saluran buntu ➤ Ada komponen macet 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lantai mesin basah dan licin ➤ Kinerja motor terganggu 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Proses <i>hammer mill</i> terganggu 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Efisiensi peralatan menurun ➤ Biaya pemeliharaan meningkat 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Safety and Environmental Sequences Operational Consequence 	<ul style="list-style-type: none"> Scheduled On Conditioning Task (SOCT) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Failure Finding ➤ On Conditioning ➤ Scheduled Restoration task

Lampiran 3Analisis MTBF dan Frekuensi Perbaikan Komponen *Crusher* Tuban III**1. Wobbler 243BC3**

Dari hasil analisis FTA didapat 4 *basic event* yang mempengaruhi nilai kegagalan komponen yaitu Umur komponen (1), Umur Komponen (2), Umur Komponen (3), dan *Unusual Material* (4). Dan dari hasil pengamatan di lapangan dan wawancara dengan seksi pemeliharaan mesin *crusher* maka didapatkan data MTTR (*Mean Time To Failure*) sebagai berikut:

No	Basic Event	MTTR (hari)
1.	<i>Gear</i> (1)	0,174
2.	<i>Gear</i> (2)	0,367
3.	Vibrameter (3)	0,277
4.	<i>Belt</i> (4)	0,169
Total		0,987

a) Analisis MTBF

$$\text{MTBF} = \frac{\text{MTTR}}{\text{Probabilitas Kegagalan}}$$

- $\text{Gear} (1) = 0,174 / 0,000864 = 201,388$ hari
- $\text{Gear} (2) = 0,367 / 0,0023 = 159,565$ hari
- $\text{Vibramter} (3) = 0,277 / 0,00096 = 288,541$ hari
- $\text{Belt} (4) = 0,169 / 0,00058 = 291,370$ hari

b) Analisis Frekuensi Perbaikan

No	Basic Event	Hari										
		0-30	30-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270	270-300	300-330	330-360
1	<i>Gear</i> (1)											
2	<i>Gear</i> (2)											
3	Vibrrometer (3)											
4	<i>Belt</i> (4)											

Dari hasil tabel di atas didapatkan frekuensi perbaikan sebesar **4 hari** sebagai berikut:

- Hari ke 150 – 180 => *Gear* (2)
- Hari ke 180 – 210 => *Gear* (1)
- Hari ke 270 – 300 => Vibrrometer (3) dan *Belt* (4)
- Hari ke 300 – 330 => *Gear* (2)

2. Appron 243BC3

Dari hasil analisis FTA didapat 5 *basic event* yang mempengaruhi nilai kegagalan komponen yaitu Umur komponen (1), Umur Komponen (2), *Unusual Material* (3), Umur Komponen (4) dan *Unusual Material* (5). Dan dari hasil pengamatan di lapangan dan wawancara dengan seksi pemeliharaan mesin *crusher* maka didapatkan data MTTR (*Mean Time To Failure*) sebagai berikut:

No	Basic Event	MTTR (hari)
1.	<i>Gear</i> (1)	0,189
2.	<i>Gear</i> (2)	0,163
3.	<i>Belt</i> (3)	0,440
4.	<i>Gear</i> (4)	0,209
5.	<i>Belt</i> (5)	0,149
Total		1,150

a) Analisis MTBF

$$MTBF = \frac{MTTR}{\text{Probabilitas Kegagalan}}$$

- $Gear$ (1) = $0,189 / 0,00083 = 277,710$ hari
- $Gear$ (2) = $0,163 / 0,00082 = 196,885$ hari
- $Belt$ (3) = $0,440 / 0,0022 = 200$ hari
- $Gear$ (4) = $0,209 / 0,00083 = 251,80$ hari
- $Belt$ (5) = $0,149 / 0,00073 = 204,109$ hari

b) Analisis Frekuensi Perbaikan

No	Basic Event	Hari										
		0-30	30-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270	270-300	300-330	330-360
1	Gear (1)									█		
2	Gear (2)						█					
3	Belt (3)						█					
4	Gear (4)						█	█				
5	Belt (5)						█					

Dari hasil tabel di atas didapatkan frekuensi perbaikan sebesar **3 hari** sebagai berikut:

- Hari ke $180 - 210 \Rightarrow$ Gear (2), Belt (3), dan Belt (5)
- Hari ke $240 - 270 \Rightarrow$ Gear (4)
- Hari ke $270 - 300 \Rightarrow$ Gear (1)

3. Hopper 243EN3

Dari hasil analisis FTA didapat 5 *basic event* yang mempengaruhi nilai kegagalan komponen yaitu Umur komponen (1), Komponen Putus (2), Umur Komponen (3), Ukuran *Limestone* (4) dan *Unusual Material* (5). Dan dari hasil pengamatan di lapangan dan wawancara dengan seksi pemeliharaan mesin *crusher* maka didapatkan data MTTR (*Mean Time To Failure*) sebagai berikut:

No	Basic Event	MTTR (hari)
1.	<i>Bearing</i> (1)	0,274
2.	<i>Shaft</i> (2)	0,211
3.	<i>Bearing</i> (3)	0,446
4.	<i>D. Bucket</i> (4)	0,220
5.	<i>Shaft</i> (5)	0,462
Total		1,613

a) Analisis MTBF

$$MTBF = \frac{MTTR}{\text{Probabilitas Kegagalan}}$$

- *Bearing* (1) = $0,274 / 0,0012 = 228,333$ hari
- *Shaft* (2) = $0,211 / 0,0012 = 175,833$ hari
- *Bearing* (3) = $0,446 / 0,00203 = 219,784$ hari
- *D. Bucket* (4) = $0,220 / 0,0013 = 169,230$ hari
- *Shaft* (5) = $0,462 / 0,0019 = 243,157$ hari

b) Analisis Frekuensi Perbaikan

No	Basic Event	Hari										
		0-30	30-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270	270-300	300-330	330-360
1	<i>Bearing</i> (1)											
2	<i>Shaft</i> (2)											
3	<i>Bearing</i> (3)											
4	<i>D. Bucket</i> (4)											
5	<i>Shaft</i> (5)											

Dari hasil tabel di atas didapatkan frekuensi perbaikan sebesar **4 hari** sebagai berikut:

- Hari ke $150 - 1180 \Rightarrow \text{Shaft} (2)$ dan $\text{D. Bucket} (4)$
- Hari ke $210 - 240 \Rightarrow \text{Bearing} (1)$ dan $\text{Shaft} (3)$
- Hari ke $240 - 270 \Rightarrow \text{Shaft} (5)$
- Hari ke $330 - 360 \Rightarrow \text{Bearing} (1)$ dan $\text{Bearing} (3)$

4. Rotary 243BC3

Dari hasil analisis FTA didapat 4 *basic event* yang mempengaruhi nilai kegagalan komponen yaitu Umur komponen (1), Umur Komponen (2), Komponen Macet (3), dan Pelumasan (4). Dan dari hasil pengamatan di lapangan dan wawancara dengan seksi pemeliharaan mesin *crusher* maka didapatkan data MTTR (*Mean Time To Failure*) sebagai berikut:

No	Basic Event	MTTR (hari)
1.	<i>Gear</i> (1)	0,512
2.	<i>Bucket</i> (2)	0,164
3.	<i>Gear</i> (3)	0,640
4.	<i>Lube Oil</i> (4)	0,660
Total		1,976

a) Analisis MTBF

$$MTBF = \frac{MTTR}{\text{Probabilitas Kegagalan}}$$

- $Gear$ (1) = $0,512 / 0,00203 = 252,216$ hari
- $Bucket$ (2) = $0,164 / 0,00098 = 167,346$ hari
- $Gear$ (3) = $0,640 / 0,0021 = 304,761$ hari
- $Lube Oil$ (4) = $0,660 / 0,0021 = 314,285$ hari

b) Analisis Frekuensi Perbaikan

No	Basic Event	Hari										
		0-30	30-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270	270-300	300-330	330-360
1	Gear (1)								■			
2	Bucket (2)					■						■
3	Gear (3)										■	
4	Lube Oil (4)										■	

Dari hasil tabel di atas didapatkan frekuensi perbaikan sebesar **4 hari** sebagai berikut:

- Hari ke 150 – 180 => Bucket (2)
- Hari ke 240 – 270 => Gear (1)
- Hari ke 300 – 330 => Gear (3) dan Oil Lube (4)
- Hari ke 330 – 360 => Bucket (2)

5. Rotor 243BC3

Dari hasil analisis FTA didapat 4 *basic event* yang mempengaruhi nilai kegagalan komponen yaitu Komponen Macet (1), Komponen Macet (2), Komponen Macet (3), dan Umur Komponen (4). Dan dari hasil pengamatan di lapangan dan wawancara dengan seksi pemeliharaan mesin *crusher* maka didapatkan data MTTR (*Mean Time To Failure*) sebagai berikut:

No	Basic Event	MTTR (hari)
1.	<i>Electrical P.</i> (1)	0,175
2.	<i>Electrical P.</i> (2)	0,206
3.	<i>Electrical P.</i> (3)	0,222
4.	<i>Motor</i> (4)	0,247
Total		0,850

a) Analisis MTBF

$$MTBF = \frac{MTTR}{\text{Probabilitas Kegagalan}}$$

- $\text{Electrical P. (1)} = 0,175 / 0,00075 = 233,333 \text{ hari}$
- $\text{Electrical P. (2)} = 0,206 / 0,00073 = 282,191 \text{ hari}$
- $\text{Electrical P. (3)} = 0,222 / 0,00082 = 270,731 \text{ hari}$
- $\text{Motor (4)} = 0,247 / 0,00087 = 283,908 \text{ hari}$

b) Analisis Frekuensi Perbaikan

No	Basic Event	Hari										
		0-30	30-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270	270-300	300-330	330-360
1	<i>Electric</i> (1)											
2	<i>Electric</i> (2)											
3	<i>Electric</i> (3)											
4	<i>Motor</i> (4)											

Dari hasil tabel di atas didapatkan frekuensi perbaikan sebesar **2 hari** sebagai berikut:

- Hari ke 210 – 240 => *Electric* P. (1)
- Hari ke 270 – 230 => *Electric* P. (2), *Electric* P. (3), dan *Motor* (4)

6. Oil Plate 243BC3

Dari hasil analisis FTA didapat 4 *basic event* yang mempengaruhi nilai kegagalan komponen yaitu Komponen Macet (1), Umur Komponen (2), *Unusual Material* (3), dan Umur Komponen (4). Dan dari hasil pengamatan di lapangan dan wawancara dengan seksi pemeliharaan mesin *crusher* maka didapatkan data MTTR (*Mean Time To Failure*) sebagai berikut:

No	Basic Event	MTTR (hari)
1.	<i>Pipe</i> (1)	0,228
2.	<i>Drum</i> (2)	0,140
3.	<i>Lube Oil</i> (3)	0,135
4.	<i>Drum</i> (4)	0,195
Total		0,698

c) Analisis MTBF

$$MTBF = \frac{MTTR}{\text{Probabilitas Kegagalan}}$$

- *Pipe* (1) = $0,228 / 0,00094 = 242,553$ hari
- *Drum* (2) = $0,140 / 0,00063 = 225,806$ hari
- *Lube Oil* (3) = $0,135 / 0,000625 = 216$ hari
- *Drum* (4) = $0,195 / 0,00081 = 240,740$ hari

d) Analisis Frekuensi Perbaikan

No	Basic Event	Hari										
		0-30	30-90	90-120	120-150	150-180	180-210	210-240	240-270	270-300	300-330	330-360
1	Pipe (1)								■			
2	Drum (2)							■	■			
3	Lube Oil (3)							■	■			
4	Drum (4)							■	■			

Dari hasil tabel di atas didapatkan frekuensi perbaikan sebesar **2 hari** sebagai berikut:

- Hari ke 210 – 240 => Drum (2), Lube Oil (3), dan Drum (4)
- Hari ke 240 – 270 => pipe (1)