



INFOMATEK

Volume 19 Nomor 1 Juni 2017

PENERAPAN METODE *FAILURE MODE, EFFECT AND CRITICALITY ANALYSIS (FMECA)* PADA *DRIVE STATION* ALAT ANGKUT KONVEYOR REL

Dewi Mulyasari Sumarta¹⁾, I Wayan Suweca^{**)}, Rachman Setiawan^{**)}

*Sekolah Tinggi Teknologi Bandung

**Institut Teknologi Bandung

Abstrak: FMECA (*Failure Mode Effect and Criticality Analysis*) yang mempunyai pengertian suatu metode untuk mengevaluasi ataupun mendesain dari komponen pada suatu sistem dengan cara meneliti potensi modus kegagalannya untuk menentukan dampak yang akan terjadi pada komponen atau sistem kerja. Setiap potensi dari suatu modus kegagalan diklasifikasikan berdasarkan dampak yang dapat ditimbulkan pada keberhasilan sistem tersebut ataupun pada keselamatan pengguna dan peralatan, sehingga dapat diketahui kemungkinan kondisi paling kritis pada komponen yang akan terjadi. Konveyor rel merupakan alat transportasi batubara baru dengan rangkaian gerbong yang digerakkan oleh sistem penggerak luar. Dalam aplikasinya yang akan digunakan untuk mengangkut batubara di area tambang dari sebuah perusahaan tambang nasional dengan jarak antara *loading station* dan *unloading station* sekitar 2,3 km. Sebagai target diharapkan dapat mengangkut hingga 2,5 juta ton/tahun. Konveyor rel terdiri dari 8 sub sistem, salah satunya adalah *drive station* yang merupakan komponen penggerak dari Konveyor rel yang dipasang pada lokasi-lokasi tertentu. Untuk mencapai target angkut di atas, *drive station* sebagai komponen utama diharapkan memiliki komponen – komponen yang memadai. Untuk itu, jurnal ini akan membahas nilai kekritisan pada setiap komponen dari *drive station* menggunakan pendekatan FMECA. Analisis diawali dengan pengumpulan data berupa rancangan dasar dan cara kerja komponen-komponen *drive station*. Tahap selanjutnya adalah penerapan metode FMECA, yang menggabungkan prosedur FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan CA (*Criticality Analysis*). Prosedur FMEA terdiri dari penentuan sistem yang akan dianalisis, membuat diagram blok fungsi *system*, mengidentifikasi modus-modus kegagalan dan mengidentifikasi effect yang ditimbulkan oleh modus kegagalan tersebut. Sedangkan prosedur CA terdiri dari dua prosedur, yaitu perhitungan nilai kekritisan dan melakukan pemeringkatan berdasarkan modus kegagalan. Hasil analisis dari 21 sub komponen dan 18 part pada *drive station*, didapatkan 3 sub komponen yang memiliki nilai kekritisan tertinggi, yaitu baterai isi ulang untuk modus kegagalan tegangan berkurang dan no output yang memiliki nilai kekritisan masing-masing 0,063 dan 0,025, PLC dan VFD untuk modus kegagalan yang sama yaitu program error dengan nilai kekritisan 0,027.

Kata kunci: Konveyor rel, *Drive Station*, FMECA, FMEA, CA, PLC, VFD.

I. PENDAHULUAN

Konveyor rel adalah alat transportasi batubara terbaru dan masih jarang digunakan. Untuk tujuan komersial, pertama dibangun pada

tahun 2005 yang berlokasi di Afrika Selatan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh *Florida Institute of Phosphate Research* dan *Coaltech Transport Investigation*, saat ini Konveyor rel merupakan moda transportasi batubara paling ekonomis (Crickmay [1])

¹⁾ ai_sumarta@yahoo.com

(Barnard [2]), dengan biaya angkut per ton per kmnya paling rendah, yaitu 350 rupiah, sedangkan bila dibandingkan dengan yang lain seperti misalnya *Road Train*, biaya angkut per ton per km mencapai 1400 rupiah.

Konveyor rel memiliki 8 sub sistem, diantaranya adalah *loading station*, *coal wagon* (gerbong), *unloading station*, *drive station*, *main rel*, *covering system*, sistem kontrol dan elektrik serta sistem keamanan. Dari delapan sub sistem tersebut yang memiliki konstruksi dan cara kerja paling kompleks adalah *drive station*. Karena kompleks, sehingga cenderung dianggap paling rentan diantara sub sistem yang lain, maka diperlukan analisis yang mendalam pada sub sistem ini.

Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung nilai kekritisitas dan melakukan perengkingan berdasarkan modus kegagalan terhadap sub komponen dan part dari sub sistem *drive station*.

II. DATA DAN INFORMASI

Lokasi yang akan dibangun untuk sistem Konveyor rel yaitu daerah Bangko Barat Sumatera Selatan, dengan material curah yang akan diangkut adalah batubara. Jarak lintasan dari *loading station* menuju *unloading station* kurang lebih 2,3 km. Sedangkan waktu

kerja dari Konveyor rel adalah 18 jam /hari dengan umur sistem dirancang 20 tahun.

III. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah *Failure Mode, Effect and Criticality Analysis* (FMECA), yaitu suatu teknik untuk mengevaluasi ataupun mendesain keandalan dari komponen pada suatu sistem dengan cara meneliti potensi modus kegagalannya untuk menentukan dampak yang ditimbulkan, baik dari keberhasilan sistem tersebut ataupun keselamatan pengguna dan peralatan, sehingga dapat diketahui kemungkinan kondisi paling kritis pada komponen-komponen tersebut (ARMY [3]).

FMECA terdiri dari dua metode analisa yang terpisah, yaitu :

- a. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), yang terdiri dari empat tahap dan
- b. *Criticality Analysis* (CA), yang terdiri dari dua tahap

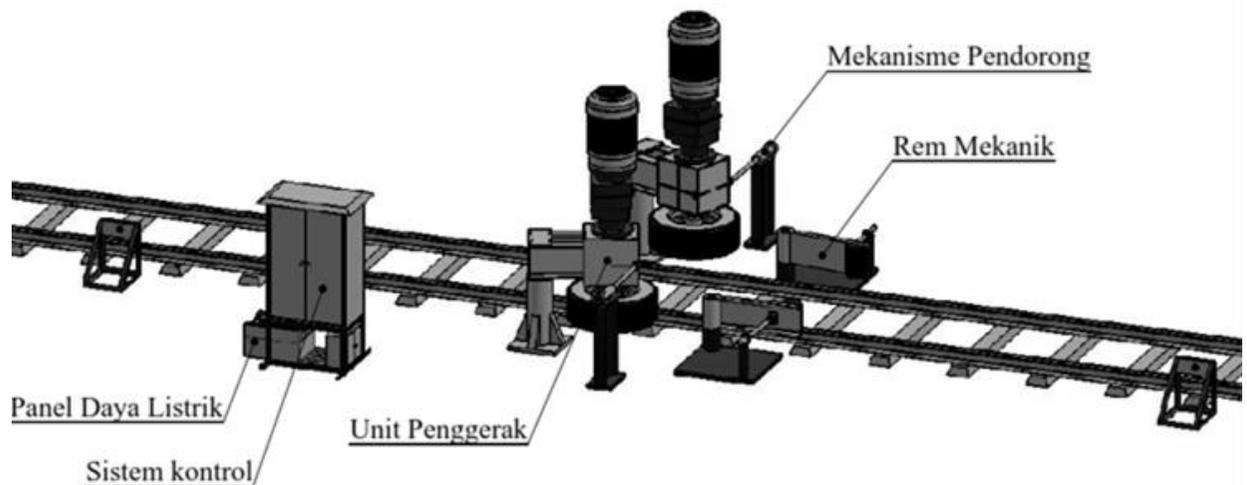
IV. FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)

4.1 Menentukan Sistem Yang Akan di Analisis

Pendekatan pada sistem ini adalah pendekatan fungsional, yaitu pendekatan yang dilakukan tidak sampai dengan part terkecil. Sedangkan sistem yang dianalisis adalah sub

sistem *drive station* pada Konveyor Rel yang menggunakan motor listrik AC dengan daya

74 kW.



Gambar 1

Drive Station Berdasarkan Komponen Utama

4.2 Diagram Blok Fungsi

Diagram blok fungsi di buat untuk memperlihatkan keterkaitan fungsi dari suatu komponen ke komponen yang lainnya. *Drive station* memiliki dua diagram blok fungsi yaitu pada saat proses traksi dan pada saat *regenerative brake system* difungsikan. Sebelum membuat diagram blok fungsi, sebaiknya terlebih dahulu melakukan pengkodean untuk setiap modus kegagalan pada sub komponen dan *part* dari *drive station*.

4.3 Identifikasi Modus Kegagalan

Modus kegagalan adalah kemungkinan kegagalan pada setiap sub komponen dan *part drive station*, misalnya untuk *part rectifier* yang memiliki fungsi mengubah arus AC menjadi DC, maka kemungkinan kegagalannya adalah *short circuit*, terlepas dari papan circuit dan output tidak sesuai dengan yang diinginkan (tetap AC).

Tabel 1

Tabel Pengkodean, Fungsi dan Modus Kegagalan

KODE PART	NAMA PART	FUNGSI	KODE MK	MODUS KEGAGALAN (MK)
DS411.1	RECTIFIER	Mengubah arus AC menjadi arus DC	DS411.1a	<i>Short Circuit</i>
			DS411.1b	Terlepas dari papan sirkuit
			DS411.1c	Output tidak sesuai yang diinginkan (tetap AC)

4.4 Identifikasi Efek Kegagalan

Identifikasi efek kegagalan adalah kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi pada setiap modus kegagalan dari masing masing sub komponen dan *part drive station*,

misalnya rectifier yang mempunyai modus kegagalan *short circuit* efek yang ditimbulkannya adalah *drive station* masuk berfungsi tetapi tidak mendapat *suplly* listrik dari baterai.

Tabel 2

Tabel Efek Kegagalan

KODE PART	NAMA PART	EFEK MODUS KEGAGALAN		
		EFEK LOKAL (PART)	EFEK SELANJUTNYA (SUB KOMPONEN)	EFEK AKHIR (KOMPONEN)
DS411.1	RECTIFIER	<i>Shut down</i>	Mengakibatkan kerusakan pada sub komponen lain	<i>Drive station</i> masih berfungsi tetapi tidak mendapatkan <i>suplly</i> listrik dari baterai
		<i>Shut down</i>	Proses pengisian baterai tidak berfungsi	<i>Drive station</i> masih berfungsi tetapi tidak mendapatkan <i>suplly</i> listrik dari baterai
		<i>Shut down</i>	Proses pengisian baterai tidak berfungsi	<i>Drive station</i> masih berfungsi tetapi tidak mendapatkan <i>suplly</i> listrik dari baterai

V. CRITICALITY ANALYSIS (CA)

5.1 Penentuan Rasio Modus Kegagalan α

Rasio modus kegagalan adalah nilai kemungkinan kegagalan yang sudah dinormalisasikan dan nilainya didapatkan dari litelatur. Jika data tidak tersedia pada litelatur, maka penentuan nilai α berdasarkan modus kegagalan yang sering muncul.

5.2 Penentuan Rasio Efek Kegagalan β

Rasio efek kegagalan adalah nilai kemungkinan efek kegagalan berdasarkan modus kegagalan dan nilainya didapatkan dari tabel yang terdapat pada literatur (Tabel 3).

Tabel 3

Tabel Penentuan Efek Kegagalan

FAILURE EFFECT	NILAI β
Benar benar rusak	1.00
Pasti akan rusak	> 0.10 sampai < 1.00
Mungkin akan rusak	> 0 sampai 0.10
Tidak ada effect	0

5.3 Penentuan Laju Kegagalan λ_p

Laju kegagalan adalah jumlah kegagalan dalam rentan waktu tertentu dan nilainya didapatkan dari litelatur yang ada. Jika data

tidak tersedia pada litelatur, maka ada dua proses yang harus dilakukan, yang pertama pengasumsian nilai keandalan (R) dan perhitungan laju kegagalan (λ_p) menggunakan persamaan $R = \exp^{-\lambda_p \cdot t}$. Sedangkan jika ingin mendapatkan nilai laju kegagalan untuk setiap modus kegagalan, maka persamaan yang digunakan $\lambda_m = \lambda_p \cdot \alpha$.

5.4 Penentuan Waktu Observasi t

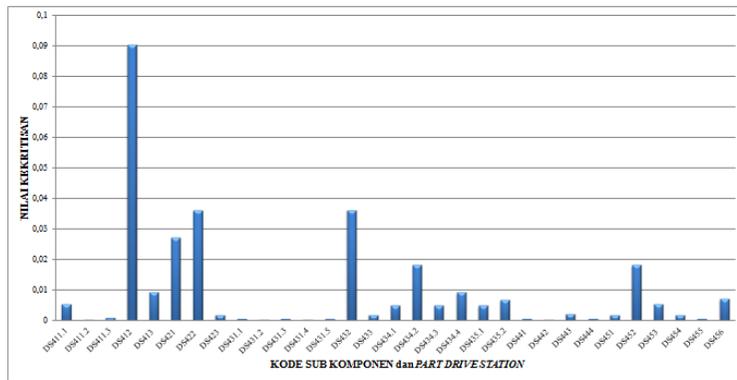
Waktu observasi dihitung berdasarkan waktu operasi *drive station* selama 1 tahun, yaitu 903 jam.

5.5 Perhitungan Nilai Kekritisian

Nilai kekritisian untuk setiap modus kegagalan dihitung menggunakan persamaan $C_m = \alpha \cdot \beta \cdot \lambda_p \cdot t$, sedangkan untuk nilai kekritisian setiap sub komponen atau *part* persamaan menjadi $C_r = \sum C_m$.

5.6 Pemeringkatan Setiap Modus Kegagalan

Pemeringkatan dilakukan pada setiap modus kegagalan dari sub komponen dan *part drive station*, yaitu mengurutkan nilai kekritisian dari yang terbesar sampai dengan yang terkecil atau sebaliknya.



Gambar 2

Nilai kekritisan untuk masing-masing *sub komponen* dan *part*

VI. HASIL ANALISIS

Dari penentuan, perhitungan dan pemeringkatan berdasarkan nilai kekritisan untuk setiap modus kegagalan, maka didapatkan sub komponen dan *part* yang memiliki nilai kekritisan tinggi, yaitu : Baterai isi ulang tegangan berkurang dan *no output*, PLC program *error*, VFD program *error*, Sensor kadang mendeteksi kadang tidak, Pompa rem mekanik bocor dan Roda gigi reducer aus, dengan nilai kekritisan masing-masing adalah 0,065, 0,025, 0,027, 0,027, 0,016, 0,014, 0,009.

VI. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan pemeringkatan diperoleh beberapa sub komponen dan *part* dari *drive station* memiliki nilai kekritisan yang tinggi. Dengan nilai kekritisan yang tinggi pada sub komponen atau *part drive station*, maka sub komponen atau *part* tersebut memerlukan

perhatian yang lebih, seperti pemeriksaan rutin dan perawatan berkala, sehingga umur dari sub komponen atau *part* tersebut dapat dapat diketahui sebelum sebuah sistem dinyatakan *shutdown*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Crickmay & Associates (Pty) Ltd., Coal Transport Investigation, COALTECH, 2009.
- [2] R. Barnard, Coal Transport Investigation, dipresentasikan pada Coaltech Annual Colloquium, 28 Agustus 2009.
- [3] ARMY, (2006). Failure Modes, Effect and Criticality Analysis (FMECA) For Command, Control, Communication, Computer, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (C4ISR). Washington