

PENINGKATAN KEANDALAN REM MEKANIK SUB KOMPONEN ALAT ANGKUT KONVEYOR REL DENGAN MENGUNAKAN METODE *FAILURE MODE, EFFECT AND CRITICALITY ANALIYSIS (FMECA)*

Dewi Mulyasari Sumarta
Sekolah Tinggi Teknologi Bandung
Jl. Soekarno Hatta No. 378 Bandung
ai_sumarta@yahoo.com

Abstrak

FMECA adalah 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. Hasil FMECA ini adalah nilai kekritisan yang tertinggi. Nilai kekritisan yang tinggi akan mendapatkan nilai keandalan yang rendah, dimana keandalan mempunyai pengertian kemungkinan selamat suatu komponen dari semua komponen uji yang digunakan.

Konveyor rel terdiri dari 8 sub sistem, salah satunya adalah *drive station* yang merupakan komponen penggerak yang dipasang pada lokasi-lokasi tertentu. *Drive Station* sendiri terdiri dari 5 komponen utama, yaitu panel daya listrik, sistem kontrol, unit penggerak, mekanisme pendorong dan rem mekanik. Rem mekanik sebagai komponen utama diharapkan memiliki sub komponen yang memadai. Untuk itu, penelitian ini akan membahas mengenai bagaimana cara untuk meningkatkan keandalan dari sub komponen rem mekanik. Dengan menggunakan metode FMECA akan didapatkan nilai kekritisan tertinggi dari sub komponen rem mekanik, setelah itu dilakukan perhitungan nilai keandalan dengan waktu yang sama, maka akan terlihat sub komponen yang nilai kekritisan tertinggi dan nilai keandalannya terendah. Setelah itu, akan dilakukan peningkatan keandalan dengan tiga kemungkinan, yaitu Mengganti sub komponen atau dengan komponen yang memiliki keandalan yang lebih tinggi, dan atau pemasangan sistem secara *redundancy*, dan atau menurunkan waktu observasi dengan pemeriksaan dan pemeliharaan berkala.

Dari analisis keandalan sub komponen rem mekanik yang memiliki nilai kekritisan tertinggi dan nilai keandalan yang terendah adalah sub komponen pompa yang mempunyai modus kegagalan pompa bocor. Untuk menaikkan keandalan yang akan diterapkan pada sub komponen pompa bocor, yaitu dengan cara menurunkan waktu observasi dengan pemeliharaan dan pemeriksaan berkala.

Kata kunci :

Konveyor rel, *Drive Station*, FMECA, Keandalan

Abstract

FMECA is a method for evaluating or designing components in a system by examining their potential failure modes to determine the impact that will occur on a component or work system. This FMECA result is the highest criticality number. A high criticality number will get a low reliability number, where reliability means the possibility of surviving a component from all the test components used.

The rail conveyor consists of 8 sub systems, one of which is the drive station, as a driver component installed in certain locations. The Drive Station itself consists of 5 main components, that is the electric power panel, the control system, the drive unit, the propulsion mechanism and the mechanical brake. Mechanical brakes as the main component are expected to have adequate sub components. For this reason, this journal will discuss how to improve the reliability of mechanical brake sub-components. By using the FMECA method, the highest criticality number of the mechanical brake sub-component will be obtained, after which the calculation of the reliability number is carried out at the same time, it will be seen that the sub-component has the highest criticality number and the lowest reliability number. After that, there will be increasing the reliability with three possibilities, that is replacing sub-components or with components that have higher reliability, and / or installing the system by redundancy, and / or reducing the observation time with periodic inspection and maintenance.

From the reliability analysis of the mechanical brake sub-component which has the highest criticality value and the lowest reliability value is the pump sub-component that has a leaky pump failure mode. To increase the reliability that will be applied to the leaky pump sub-component, namely by reducing the observation time with periodic maintenance and inspection.

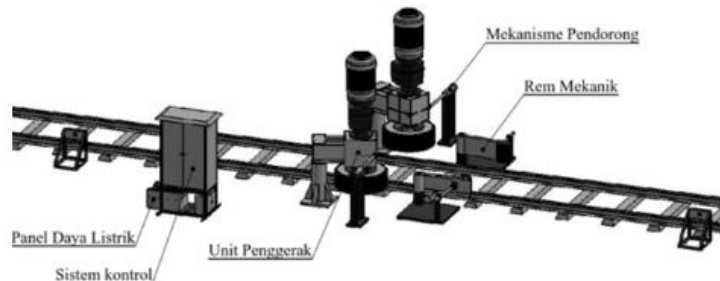
Keywords :

Rail conveyor, *Drive Station*, FMECA, Reliability

I. PENDAHULUAN

Saat ini ada sebuah alat transportasi batubara terbaru dan masih jarang digunakan yang dinamakan konveyor rel. 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 [1,2].

Konveyor rel memiliki 8 buah 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. Sedangkan drive station sendiri terdiri dari 5 komponen utama, yaitu panel daya listrik, sistem kontrol, unit penggerak, mekanisme pendorong dan rem mekanik.

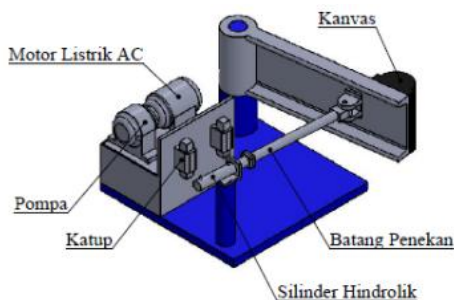


Gambar 1. Drive Station Berdasarkan Komponen Utama

Pada saat kereta memasuki jalan menurun atau jika kereta ingin diturunkan kecepatannya maka rem mekanik akan berfungsi, selain itu rem mekanik juga berfungsi sebagai pendukung atau cadangan jika *regenerative brake system* yang dipasangkan bersatu dengan Motor Listrik AC pada unit penggerak gagal berfungsi. Komponen rem mekanik terdiri dari 6 sub komponen utama, yaitu : Motor listrik AC, pompa, katup, batang penekan, silinder hidrolik dan kanvas.

Rem mekanik sebagai komponen utama diharapkan memiliki sub komponen yang memadai, maka diperlukan analisis yang mendalam pada sub sistem ini.

Setelah melakukan perhitungan nilai kekritisan terhadap sub komponen dari komponen rem mekanik dengan menggunakan metode FMECA, maka selanjutnya yang akan dilakukan adalah menganalisis keandalan dari sub komponen tersebut yang akan menghasilkan rekomendasi upaya peningkatan keandalan dari sub komponen tersebut melalui pembuatan jadwal program pemeriksaan dan pemeliharaan secara umum.



Gambar 2. Sub komponen dari Rem Mekanik

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. 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.

2. Landasan Teori

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah Failure Mode, Effect and Criticality Analysis (FMECA) dan mengenai keandalan.

FMECA mempunyai pengertian 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 [3].

FMECA terdiri dari dua metode analisa yang terpisah [4], yaitu :

- a. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), yang terdiri dari empat tahap, yaitu menentukan sistem yang akan dianalisis, membuat blok fungsi diagram, mengidentifikasi modus kegagalan dan mengidentifikasi efek kegagalan.
- b. Criticality Analysis (CA), yang terdiri dari dua tahap, yaitu perhitungan nilai kekritisan dan pemeringkatan setiap modus kegagalan.

Sementara untuk menurunkan nilai kekritisan teori keandalan dapat digunakan, dimana keandalan mempunyai pengertian kemungkinan selamat suatu komponen dari semua komponen uji yang digunakan. Keandalan mempunyai hubungan dekat dengan kemungkinan gagal (probability of failure) [5].

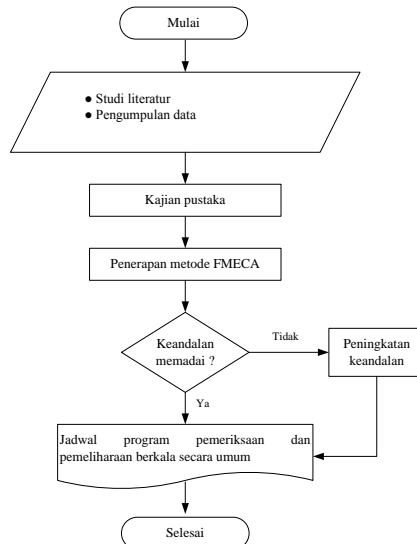
Cara menghitung keandalan salah satunya dapat diketahui dengan pendekatan distribusi eksponensial. Pendekatan distribusi eksponensial untuk menghitung keandalan menggunakan satu parameter. Dari populasi data dihitung nilai faktor skala λ , sedangkan nilai faktor bentuk tidak dihitung atau sama dengan satu.

Nilai keandalan dapat dihitung dari persamaan berikut :

$R(t) = \exp(-\lambda \cdot t)$, dimana: $R(t)$ adalah keandalan, t adalah waktu observasi dan λ adalah Failure rate / laju kegagalan.

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Analisis perancangan yang digunakan sesuai dengan landasan teori yang telah dijelaskan di atas, dengan metode penelitian sebagai berikut :



Gambar 3. Metodologi Penelitian

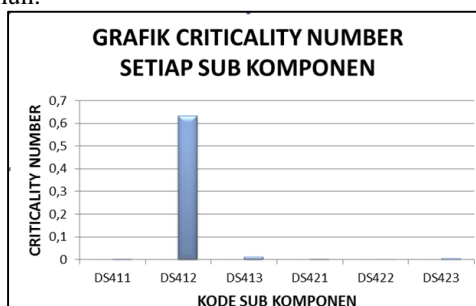
1. Failure Mode, Effect and Criticality Analysis (FMECA)

Penerapan metode FMECA sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya [6], yang menghasilkan nilai kekritisan dari sub komponen rem mekanik, yaitu sebagai berikut :

TABEL I
NILAI KEKRITISAN DARI SETIAP SUB KOMPONEN REM MEKANIK

KODE SUB KOMPONEN	NAMA SUB KOMPONEN	NILAI KEKRITISAN
DS451	Motor listrik AC	0,00469
DS452	Pompa	0,633
DS453	Katup	0,0141
DS454	Silinder hidrolik	0,00469
DS455	Batang penekan	0,0001
DS456	Kanvas	0,007

Jika diperlihatkan, maka akan didapatkan grafik yang memperlihatkan sub komponen pompa yang memiliki nilai kekritisan yang tertinggi dengan nilai 0,633. Waktu observasi yang diambil adalah 903 jam berdasarkan waktu operasi drive station selama 1 tahun.



Gambar 4. Nilai kekritisan untuk masing-masing sub komponen rem mekanik

Sub komponen pompa yang dianalisa itu terdiri dari tiga modus kegagalan, yaitu pompa bocor, pompa yang besar aliran olinya tidak sesuai dan pompa yang tidak ada aliran oli.

2. Upaya Penurunan Nilai Kekritisitan

Setelah diketahui nilai kekritisitan yang tertinggi dari sub komponen rem mekanik, maka diperlukan upaya untuk menurunkan nilai kekritisitan tersebut dengan cara meningkatkan keandalan. Peningkatan keandalan dapat dilakukan dengan beberapa alternatif, yaitu :

- a. Mengganti sub komponen atau dengan komponen yang memiliki keandalan yang lebih tinggi.
- b. Pemasangan sistem secara *redundancy*, atau
- c. Menurunkan waktu observasi dengan pemeriksaan dan pemeliharaan berkala.

Sebenarnya nilai kekritisitan dari pompa dengan waktu observasi 1 tahun, tidak begitu tinggi yaitu sebesar 0,633 dengan nilai keandalan 0,985 dan nilai kekritisitan tinggi disebabkan oleh modus kegagalan pompa bocor. Pompa yang digunakan pada rem mekanik adalah pompa untuk oli hidrolik. Sehingga fungsi pompa disini adalah untuk menaikkan tekanan oli dan menyalurkan pada silinder hidrolik sehingga silinder hidrolik dapat bergerak. Jika pompa mengalami kebocoran maka tekanan oli akan berkurang sehingga gaya dorong pada silinder juga akan berkurang dan mengakibatkan poros pada silinder hidrolik kekurangan gaya dorong untuk menggerakkan mekanisme rem.

Untuk alternative pertama, yaitu mengganti sub komponen yang memiliki keandalan yang lebih tinggi, maka tidak ada sub komponen lain dengan keandalan yang lebih tinggi yang dapat menggantikan pompa dan menjalankan sesuai dengan fungsinya. Alternatif kedua, pompa tidak dapat dipasangkan secara *redundancy*, karena pompa sebagai sub komponen yang fungsinya adalah untuk menaikkan tekanan oli dan menyalurkan pada silinder hidrolik, sehingga hanya diperlukan satu pompa untuk memenuhi fungsi tersebut. Dan yang terakhir alternatif ketiga sangat tepat diterapkan pada pompa. Jika diturunkan waktu observasi menjadi 6 bulan atau 3 bulan, maka nilai kekritisitanya menjadi turun yaitu masing-masing sebesar 0,007 dan 0,004 dengan nilai keandalannya masing-masing 0,993 dan 0,996. Adapun jenis pemeriksaan dan pemeliharaannya adalah pemeriksaan kebocoran oli pada pompa dan pemeriksaan tekanan oli pada pompa.

Berdasarkan perhitungan dapat ditentukan waktu yang tepat untuk melaksanakan pemeriksaan dan pemeliharaan berkala, tetapi tidak ada literature yang menyebutkan batas angka untuk nilai kekritisitan yang minimum, sehingga waktu yang di tentukan untuk melaksanakan pemeriksaan dan pemeliharaan berkala ditentukan berdasarkan waktu yang ideal, maka pemeriksaan dan pemeliharaannya dapat dilakukan secara bersamaan. Untuk itu di dapatkanlah jadwal program pemeriksaan dan pemeliharaan berkala untuk sub komponen rem mekanik sebagai berikut :

TABEL II
 JADWAL PEMERIKSAAN DAN PEMELIHARAAN

Nama Sub Komponen / Part	Kode	Periode Pemeriksaan				Jenis Pemeriksaan dan Pemeliharaan
		Per 3 Bulan	Per 6 Bulan	Per 9 bulan	Per 1 tahun	
REM MEKANIK	DS450					
Motor Listrik AC	DS451		√			- Pemeriksaan temperatur pada <i>body</i> motor - Pemeriksaan suara motor listrik - Pengukuran arus listrik yang mengalir pada saat motor listrik kondisi menyala
Pompa	DS452	√				- Pemeriksaan kebocoran oli pada pompa - Pemeriksaan tekanan oli pada pompa
Katup	DS453			√		- Pengukuran tegangan listrik pada katup - Pemeriksaan pergerakan sistem mekanik katup
Silinder Hidrolik	DS454			√		- Pemeriksaan pergerakan silinder hidrolik - Pemeriksaan kebocoran oli pada silinder hidrolik
Batang Penekan	DS455				√	- Pemeriksaan sambungan bantol batang pendorong - Pemeriksaan visual terhadap kebengkokan
Kanvas	DS456		√			- Pemeriksaan visual keausan kanvas - Penggantian kanvas setiap 6 tahun

IV. KESIMPULAN

Dari analisis keandalan disimpulkan sub komponen rem mekanik yang memiliki nilai kekritisitan tertinggi dan nilai keandalan yang terendah adalah sub komponen pompa yang mempunyai modus kegagalan pompa bocor. Dengan nilai kekritisitan yang tinggi dipastikan nilai keandalannya rendah, sehingga dibutuhkanlah cara untuk menaikkan keandalan. Untuk menaikkan keandalan yang akan diterapkan pada sub komponen pompa bocor, yaitu dengan cara menurunkan waktu observasi dengan pemeliharaan dan pemeriksaan berkala.

REFERENSI

- [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.
- [4] RAC. (1993). FMECA. New York.
- [5] E.Ebeling, C. (1997). An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. United States of Amerika.