



Analisa Keandalan *Chain Submerged Scraper Conveyor* pada PLTU Menggunakan Metode RCM di PT. ABC

Holin Aselius Nicola¹, Emir Ridwan^{1*}, dan Gun Gun Ramdhan Gunadi¹

¹Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Submerged Scraper Conveyor (SSC) adalah alat pengendalian bottom ash yang digunakan untuk menampung material hasil pembakaran berupa deposit dari dalam boiler pada PLTU. Apabila terjadi kerusakan pada komponen SSC, akan menyebabkan SSC tidak dapat beroperasi dan unit mengalami shutdown. Salah satu komponen yang rawan akan kerusakan adalah chain pada SSC. Penelitian ini menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) untuk menganalisa keandalan pada chain SSC, maka dari itu dalam menganalisis data digunakan dua metode yaitu metode kuantitatif dan metode kualitatif. Pada metode kuantitatif didapatkan nilai laju kegagalan atau failure rate sebesar $1,243085338 \times 10^{-4}$, Mean Time To Failure (MTTF) sebesar 8044,5 jam, dan nilai keandalan atau reliability dari chain SSC didapatkan pada saat 0 jam operasi sebesar 100%, 1.000 jam sebesar 88%, 12.000 jam sebesar 22,4%, 18.000 jam sebesar 10,6%, dan semakin menurun hingga 72.000 jam sebesar 0,012% dan pada metode kualitatif tindakan perawatan yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan berdasarkan mode kegagalan sesuai FMEA yaitu melakukan visual checking setiap hari, melakukan pelumasan pada sprocket yang bergesekan dengan chain SSC, cleaning slag –slag bottom ash yang mengeras di chain SSC, melakukan penggantian rantai setiap 42.000 jam operasi, melakukan Pengecekan tension chain setiap minggu.

Kata-kata kunci: *Submerged Scraper Conveyor, chain SSC, RCM, laju kegagalan, MTTF, keandalan, FMEA*

Abstract

Submerged Scraper Conveyor (SSC) is a bottom ash control tool used to hold combustion materials in the form of deposits from inside boilers at PLTU. If there is damage to the SSC components, it will cause the SSC to be unable to operate and the unit to be shutdown. One of the components that are prone to damage is the chain in SSC. This study used the Reliability Centered Maintenance (RCM) method to analyze the reliability in the SSC chain, therefore in analyzing data, two methods are used, namely quantitative methods and qualitative methods. In the quantitative method, the failure rate $1.243085338 \times 10^{-4}$, Mean Time To Failure (MTTF) is 8044.5 hours, and the reliability value of the SSC chain was obtained 100% at 0 hours operation, 88% at 1.000 hours, 22.4% at 12.000 hours and continue decreased until 0,012% at 72.000 hours and in the qualitative method of maintenance actions that can be carried out to prevent failures based on FMEA, performing visual checking every day, lubricating sprockets that rub against the SSC chain, cleaning slag - slag bottom ash that hardens in the SSC chain, replacing the chain every 42,000 hours of operation, checking the tension chain every weeks.

Keywords: *Submerged Scraper Conveyor, SSC chain, RCM, Failure rate, MTTF, Reliability, FMEA*

* Corresponding author E-mail address: emir.ridwan@mesin.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

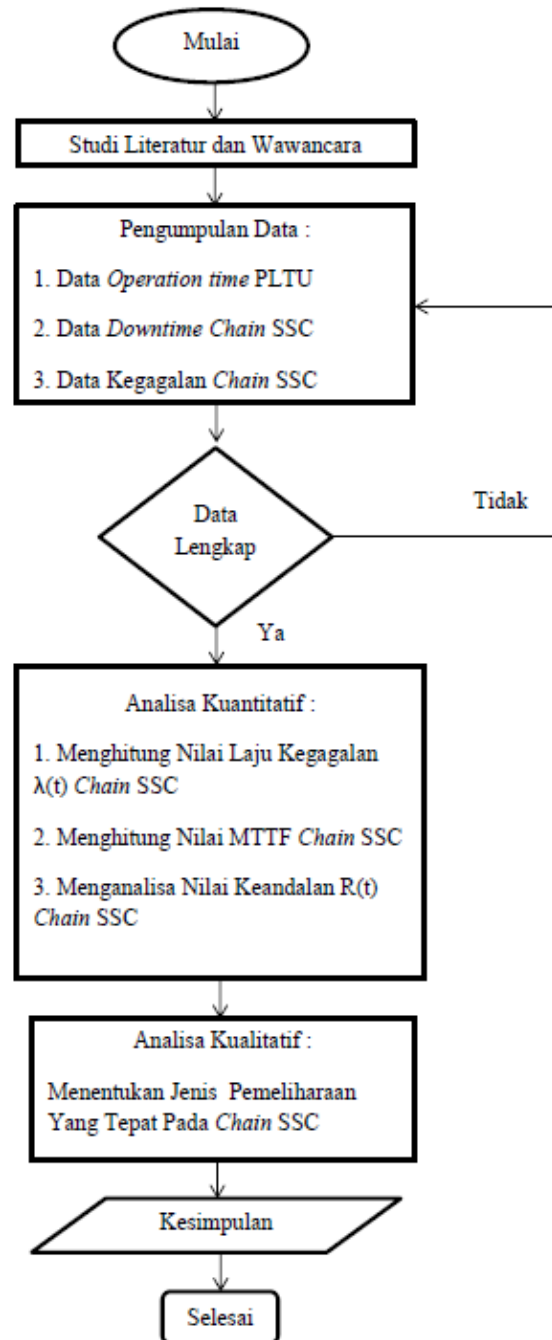
Submerged Scraper Conveyor (SSC) merupakan salah satu perlengkapan utama pada Pembangkit Tenaga Listrik Uap. SSC digunakan untuk menampung material hasil pembakaran berupa deposit dari dalam boiler[1]. Material hasil pembakaran ini dinamakan dengan *bottom ash*. Pada PLTU PT. ABC salah satu pembangkit listrik yang sudah melakukan perhitungan untuk perawatan berkala dan menerapkan perawatan secara berkala dengan tindakan pemeliharaan preventif yang dilakukan secara terjadwal agar dapat meminimalisir kegagalan. Umumnya secara periodik, kegiatan seperti inspeksi dan perbaikan, penggantian, pembersihan, pelumasan, penyesuaian, dan penyamaan dilakukan[2] Sistem perbaikan yang dilakukan saat tindakan pemeliharaan darurat (*Emergency Maintenance*) dimana kegiatan perawatan yang tidak terjadwal ketika suatu sistem mengalami kegagalan dan berhenti beroperasi (*Downtime*) dan harus segera diperbaiki sesegera mungkin. Pada penelitian ini bertujuan untuk menghitung laju kegagalan, menghitung waktu rata-rata terjadinya kegagalan dan menghitung keandalan dari *chain* SSC menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan dilengkapi dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan juga menentukan cara pemeliharaan yang tepat pada *Chain* SSC PLTU PT.ABC agar dapat meminimalisir terjadinya kegagalan pada saat sistem produksi sedang berjalan.

2. METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data dalam jurnal ini, dimulai dari membaca berbagai literatur terkait SSC dan juga manajemen pemeliharaan yang berasal dari buku, internet, dan juga jurnal yang berhubungan dengan topik penelitian. Buku-buku yang digunakan sebagai literasi adalah *manual book* PLTU PT. ABC yang berupa *soft copy* atau *hard copy* tentang SSC PLTU PT. ABC, dan juga buku-buku tentang manajemen pemeliharaan dan RCM. Pada penelitian ini pengumpulan data riwayat pemeliharaan, waktu antara kerusakan, dan data kegagalan diambil dari bulan Januari 2020 – Desember 2021 untuk melakukan analisa kualitatif dan kuantitatif yang sesuai dengan topik penelitian ini.

Flowchart

Flowchart dalam metode penelitian ini berguna untuk menggambarkan proses selama melakukan penelitian, berikut adalah gambar *flowchart* dalam penelitian ini :



Gambar 1 Flowchart penelitian

Pengumpulan data

Data yang terdapat pada tabel 1 merupakan data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan pada laju kegagalan, nilai *Mean Time To Failure* (MTTF), dan nilai keandalan *chain SSC*

Tabel 1 Data MPI, *Service Hours*, *downtime*, dan jumlah gangguan

Last MPI	SH	FOHD	Jumlah Gangguan
330	16.089	12,38	2

Pada tabel 1 adalah data *downtime chain SSC*, dapat dilihat *chain SSC* mengalami gangguan sebanyak 2 kali dengan nilai *Maintenance Priority Index* (MPI) terakhir adalah 330 serta *Service Hours* (SH) atau waktu beroperasi sebanyak 16.089 jam dan *Force Outage Hours Downtime* (FOHD) atau waktu unit tidak beroperasi dikarenakan trip *chain SSC* adalah sebanyak 12,38 jam

Perhitungan laju Kegagalan

Laju kegagalan atau *failure rate* (λ) adalah banyaknya kegagalan atau kerusakan yang terjadi per satuan waktu. Laju kegagalan dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu tertentu dengan total waktu operasi komponen, perangkat, atau sistem [3]. Laju kegagalan didapatkan dengan persamaan berikut ini :

$$\lambda(t) = \frac{f}{T} \quad (2.1)$$

Perhitungan nilai Mean Time To Failure (MTTF)

Mean Time To Failure (MTTF) merupakan ukuran rata – rata suatu komponen sampai mengalami kerusakan. MTTF dapat digunakan untuk mengetahui estimasi umur dari suatu komponen yang tidak dapat diperbaiki (non-repairable)[4]. Nilai *Mean Time To Failure* (MTTF) didapatkan dengan persamaan berikut ini [5] :

$$\text{MTTF} = \frac{1}{\lambda} \quad (2.2)$$

Perhitungan nilai keandalan

Nilai keandalan didapatkan dengan persamaan berikut ini [5] :

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (2.3)$$

Menentukan jenis pemeliharaan yang tepat pada SSC

Setelah diketahui nilai laju kegagalan, nilai MTTF, dan nilai keandalan. Dilakukan analisa identifikasi mode kegagalan dan resiko yang dapat terjadi menggunakan FMEA lalu dilanjutkan dengan analisa penyebab gangguan pada SSC dan diakhiri dengan memberikan rekomendasi perawatan pada *chain SSC*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan laju kegagalan

Laju kegagalan diperlukan untuk mencari nilai MTTF dan nilai keandalan pada *chain SSC*, perhitungan laju kegagalan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\lambda(t) = \frac{f}{T}$$

$$\lambda(t) = \frac{2}{16.089}$$

$$\lambda(t) = 1,243085338 \times 10^{-4}$$

Pada perhitungan diatas didapatkan bahwa laju kegagalan pada komponen *Chain SSC* ketika beroperasi selama 16.089 jam adalah $1,243085338 \times 10^{-4}$ kegagalan per jam.

Perhitungan nilai Mean Time To Failure (MTTF)

Setelah melakukan perhitungan laju kegagalan pada *chain SSC*, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai MTTF dari *Chain SSC*. Nilai MTTF bisa didapatkan dengan persamaan berikut :

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTTF = \frac{1}{1,243085338 \times 10^{-4}}$$

$$MTTF = 8044,5 \text{ jam}$$

Setelah melakukan perhitungan MTTF pada komponen *Chain SSC* didapatkan bahwa nilai *Mean Time To Failure* (MTTF) atau waktu rata – rata terjadinya kegagalan sebesar 8044,5 jam.

Perhitungan nilai keandalan

Sesuai jadwal perawatan dan *major overhaul* dilakukan perhitungan nilai keandalan *chain SSC* berdasarkan nilai laju kegagalan dan juga nilai MTTF, berikut perhitungan nilai keandalan berdasarkan jadwal pemeliharaan :

- Nilai keandalan pada 1.000 jam operasi :

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1000) = e^{(-1,243085338 \times 10^{-4}) \cdot (1000)}$$

$$R(1000) = 0,8831073304$$

- Nilai keandalan pada 12.000 jam operasi

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1000) = e^{(-1,243085338 \times 10^{-4}) \cdot (12.000)}$$

$$R(1000) = 0,2249893063$$

- Nilai keandalan pada 18.000 jam operasi

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1000) = e^{(-1,243085338 \times 10^{-4}) \cdot (18.000)}$$

$$R(1000) = 0,1067192624$$

- Nilai keandalan pada 24.000 jam operasi

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1000) = e^{(-1,243085338 \times 10^{-4}) \cdot (24.000)}$$

$$R(1000) = 0,05062018794$$

- Nilai keandalan pada 30.000 jam operasi

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1000) = e^{(-1,243085338 \times 10^{-4}) \cdot (30.000)}$$

$$R(1000) = 0,02401069281$$

- Nilai keandalan pada 36.000 jam operasi

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1000) = e^{(-1,243085338 \times 10^{-4}) \cdot (36.000)}$$

$$R(1000) = 0,01138900097$$

- Nilai keandalan pada 42.000 jam operasi

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1000) = e^{(-1,243085338 \times 10^{-4}) \cdot (42.000)}$$

$$R(1000) = 0,005402149119$$

- Nilai keandalan pada 48.000 jam operasi

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1000) = e^{(-1,243085338 \times 10^{-4}) \cdot (48.000)}$$

$$R(1000) = 0,002562403427$$

- Nilai keandalan pada 54.000 jam operasi

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1000) = e^{(-1,243085338 \times 10^{-4}) \cdot (54.000)}$$

$$R(1000) = 0,001215425783$$

- Nilai keandalan pada 60.000 jam operasi

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1000) = e^{(-1,243085338 \times 10^{-4}) \cdot (60.000)}$$

$$R(1000) = 0,0005765133693$$

- Nilai keandalan pada 66.000 jam operasi

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1000) = e^{(-1,243085338 \times 10^{-4}) \cdot (66.000)}$$

$$R(1000) = 0,0002734578037$$

- Nilai keandalan pada 72.000 jam operasi

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$R(1000) = e^{(-1,243085338 \times 10^{-4}) \cdot (72.000)}$$

$$R(1000) = 0,000129709343$$

Tabel 2 Nilai keandalan berdasarkan waktu antar *maintenance*

Waktu antar <i>maintenance</i> (jam)	Keandalan (%)
1.000	88
12.000	22,4
18.000	10,6
24.000	5
30.000	2,4
36.000	1,1
42.000	0,54
48.000	0,25
54.000	0,12
60.000	0,057
66.000	0,027
72.000	0,012

Pada tabel diatas ditunjukkan bahwa nilai keandalan dari *chain* SSC yang terus menurun seiring berjalannya waktu operasi. Yang membuktikan bahwa semakin lama *chain* SSC beroperasi maka akan semakin menurun pula keandalannya. Keandalan *chain* SSC menurun akibat dampak dari keausan *chain* SSC selama beroperasi.

Menentukan rekomendasi perawatan pada SSC

Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

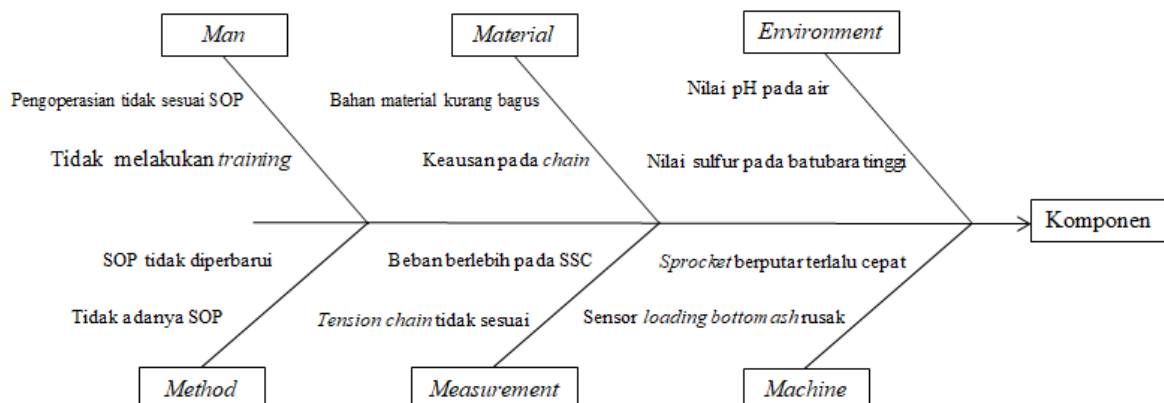
Sesudah melakukan perhitungan nilai keandalan, dalam *Reliability Centered Maintenance (RCM)* selanjutnya dilakukan identifikasi mode kegagalan dan resiko yang akan terjadi apabila kegagalan tersebut terjadi pada *Chain* SSC. Dengan menggunakan metode *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)* dapat membantu menganalisa penyebab kegagalannya suatu komponen dan juga dapat menentukan tindakan yang tepat yang harus dilakukan apabila terjadi kegagalan tersebut.

Tabel 3 *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

<i>Equipment</i>	<i>Function</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Effect of Failure</i>	<i>Failure Causes</i>	<i>Failure Detection</i>
<i>Chain Submerged Scraper Conveyor</i>	<i>Chain SSC</i> berguna sebagai penggerak <i>scraper</i> – <i>scraper</i> pada mesin SSC yang terletak di dalam SSC yang mengangkut abu sisa – sisa pembakaran dari <i>Furnace</i> atau biasa disebut <i>Bottom Ash</i>	<i>Chain</i> atau rantai keluar dari jalur	<i>Submerged Scraper Conveyor</i> berhenti beroperasi sementara dan unit mengalami <i>trip</i>	<i>Chain</i> atau rantai mengalami keausan, tersangkut material asing	Melakukan <i>visual checking</i> pada <i>chain</i> SSC
		<i>Chain</i> atau rantai putus	<i>Submerged Scraper Conveyor</i> berhenti beroperasi sementara dan unit mengalami <i>trip</i>	<i>Overweight, tension chain</i> terlalu kuat	Melakukan pengecekan pada beban dan juga <i>tension</i> pada <i>chain</i> SSC
		<i>Chain</i> longgar atau kendor	<i>Submerged Scraper Conveyor</i> berhenti beroperasi sementara dan unit mengalami <i>trip</i>	<i>Chain</i> atau rantai mengalami keausan, <i>tension chain</i> tidak sesuai SOP	Melakukan <i>visual checking</i> dan pengecekan <i>tension</i> pada <i>chain</i> SSC

Analisa penyebab gangguan pada chain SSC

Berikut merupakan analisa penyebab gangguan pada *chain* SSC menggunakan metode *fishbone diagram* :

Gambar 2 *Fishbone Diagram*

Pada gambar diatas dapat dilihat penyebab gangguan dapat terjadi oleh karena beberapa faktor.

Rekomendasi perawatan pada chain SSC

Sesudah dilakukan analisa dan diketahui penyebab yang menyebabkan gangguan pada *chain* SSC, maka penyusun disini memberikan rekomedasi perawatan pada chain SSC yang bisa dilakukan untuk mencegah atau mengurangi terjadinya kegagalan yang mengacu pada FMEA pada tabel 4. Sesuai dengan beberapa mode kegagalan yang terjadi. Berikut adalah tabel rekomendasi perawatan yang mengacu pada FMEA.

Tabel 4 Rekomendasi perawatan pada *chain* SSC

NO	<i>Failure</i>	Perawatan
1	<i>Chain</i> longgar atau kendor	- Melakukan Pengecekan <i>tension chain</i> setiap bulan
2	<i>Chain</i> atau rantai keluar dari jalur	- Melakukan <i>visual checking</i> setiap hari - <i>Cleaning slag – slag bottom ash</i> pada <i>chain</i> dan <i>scraper</i> SSC - Melakukan pelumasan pada <i>sprocket</i> yang bergesekan dengan <i>chain</i> SSC
3	<i>Chain</i> atau rantai putus	- <i>Cleaning slag –slag bottom ash</i> yang mengeras di <i>chain</i> SSC - Melakukan penggantian <i>chain</i> setiap 42.000 jam operasi

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, didapatkan hasil penelitian nilai laju kegagalan pada *chain Submerged Scraper Conveyor* (SSC) diperoleh sebesar $1,243085338 \times 10^{-4}$ kegagalan per jam, nilai *Mean Time To Failure* (MTTF) atau waktu rata – rata chain SSC mengalami kegagalan pada saat beroperasi selama 16.089 jam adalah sebesar 8044,5 jam, nilai keandalan pada chain SSC pada saat 0 jam operasi sebesar 100%, 1.000 jam sebesar 88%, 12.000 jam sebesar 22,4%, 18.000 jam sebesar 10,6%, dan semakin menurun hingga 72.000 jam sebesar 0,012% sehingga setiap nilai keandalannya sudah dibawah 0% sebaiknya chain SSC diganti dengan yang baru dan tindakan perawatan yang dapat dilakukan untuk mencegah atau meminimalisir terjadinya kegagalan berdasarkan mode kegagalan sesuai FMEA yaitu melakukan *visual checking* setiap hari, melakukan pelumasan pada *sprocket* yang bergesekan dengan *chain* SSC, *cleaning slag –slag bottom ash* yang mengeras di *chain* SSC, melakukan penggantian rantai setiap 42.000 jam operasi, melakukan Pengecekan *tension chain* setiap bulan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. ABC karena sudah memberikan data yang diperlukan untuk diteliti. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada keluarga yang sudah memberikan dukungan dan doa kepada penulis dan terimakasih juga kepada teman – teman program studi pembangkit tenaga listrik dan juga teman – teman penulis di jurusan lain yang sudah memberikan dukungan dan doanya.

REFERENSI

- [1] M. Bahrudin and S. C. N, “Studi Analisis Optimalisasi Submerged Scraper Chain Conveyor (SSCC) Terhadap Keandalan Kinerja Boiler PLTU Unit 50 JEETech,” pp. 92–102, 2021.
- [2] C. E. Ebeling, “Intro to Reliability & Maintainability Engineering.” p. 486, 1997.
- [3] S. Nasution and Razali, “Analisa Kegagalan Cylinder Head Mesin Diesel Komatsu Dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di Megapower PLTD Bengkalis,” *Semin. Nas. Ind. dan Teknol.*, no. 2012, pp. 236–262, 2019, [Online]. Available: <http://eprosiding.snit-polbeng.org/index.php/snit/article/view/88>.
- [4] Piyaneta, “MTBF, MTTR, DAN MTTF INDIKATOR PENTING UNTUK MAINTENANCE,” 2020, [Online]. Available: <https://amtiss.com/blog/2020/01/21/mtbf-mtrr-dan-mttf-indikator-penting-untuk-maintenance/>.
- [5] Nurlaily Mufarikhah, T. W. Pribadi, and Soejitno, “Studi Implementasi RCM untuk Peningkatan Produktivitas Dok Apung (Studi Kasus: PT.Dok dan Perkapalan Surabaya),” vol. 5, 2016.