



PENJADWALAN *PREVENTIF MAINTENANCE* MESIN AIR HANDLING UNIT (AHU) DI PT.X MENGGUNAKAN METODE RCM

Aditya Febiansyah¹⁾, Indra Dwi Febryanto²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

³⁾Dosen Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

E-mail: adityansah97@gmail.com¹⁾, indra@unipasby.ac.id²⁾,

ABSTRAK

Air Handling Unit (AHU) berperan penting dalam menjaga kualitas udara di area produksi farmasi. Di PT. X, kerusakan AHU yang berulang menyebabkan downtime signifikan hingga mengganggu produktivitas. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan penjadwalan preventive maintenance dengan menerapkan metode *Reliability-Centered Maintenance (RCM)*. Analisis dilakukan terhadap komponen kritis menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* untuk menentukan nilai *Risk Priority Number (RPN)*, serta pengolahan data *distribusi Time to Failure (TTF)* menggunakan perangkat lunak Minitab 21. Komponen kritis yang diidentifikasi yaitu kondensor, blower, kompresor, dan evaporator. Hasil menunjukkan distribusi lognormal paling sesuai untuk sebagian besar komponen, kecuali kompresor yang mengikuti distribusi Weibull. Interval optimal preventive maintenance dihitung berdasarkan nilai MTBF. Implementasi jadwal ini diharapkan dapat mengurangi *downtime* dan meningkatkan keandalan AHU.

Kata kunci : *Air Handling Unit, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Unit, Maintenance, RCM*

ABSTRACT

Air Handling Unit (AHU) plays an important role in maintaining air quality in pharmaceutical production areas. At PT. X, recurring AHU failures cause significant downtime and disrupt productivity. This study aims to optimize preventive maintenance scheduling by applying the *Reliability-Centered Maintenance (RCM)* method. Analysis of critical components is carried out using *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* to determine the *Risk Priority Number (RPN)*, and *time-to-failure (TTF)* data is processed using Minitab 21 software. Identified critical components include condenser, blower, compressor, and evaporator. The results show that the lognormal distribution is the most suitable for most components, except for the compressor which follows a Weibull distribution. The optimal preventive maintenance interval is calculated based on MTBF values. Implementing this schedule is expected to reduce downtime and improve AHU reliability.

Keyword : *Air Handling Unit, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Unit, Maintenance, RCM*

1. PENDAHULUAN

Industri farmasi menghadapi persaingan ketat yang mendorong perlunya peningkatan efisiensi operasional, termasuk perawatan mesin. Salah satu mesin penting adalah *Air Handling Unit (AHU)* yang berperan menjaga

kualitas udara di area produksi. Di PT. X, kerusakan AHU terjadi rata-rata 10 kali per tahun dengan *downtime* 6–8 jam, menyebabkan penurunan produktivitas hingga 15%. Masalah umum seperti kerusakan *motor fan*, kebocoran coil, dan kegagalan sistem kontrol sebagian

besar disebabkan oleh pendekatan pemeliharaan yang masih reaktif.

Metode *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) dinilai efektif dalam mengidentifikasi mode kegagalan kritis dan menyusun strategi pemeliharaan yang lebih terstruktur. Studi sebelumnya menunjukkan RCM penerapan RCM mampu mengurangi waktu *downtime* hingga 20-30% dan meningkatkan efisiensi operasional hingga 15% pada berbagai jenis mesin produksi [1]. RCM bertujuan untuk memaksimalkan kinerja mesin dan menemukan kemungkinan kerusakan sebelum terjadi kegagalan sepenuhnya [2]. Namun, integrasi metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dalam kerangka RCM untuk AHU masih jarang diteliti, khususnya yang mempertimbangkan aspek lingkungan dan operasional secara bersamaan.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model pemeliharaan berbasis RCM yang didukung FMEA dengan menggunakan data historis AHU di PT. X. Hasilnya diharapkan memberikan kontribusi teoretis dan solusi praktis dalam optimasi jadwal pemeliharaan serta peningkatan keandalan mesin AHU di sektor manufaktur farmasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Handling Unit (AHU)

Air Handling Unit (AHU) merupakan mesin penukar kalor antara coil pendingin (*evaporator*) dan udara. Prosesnya udara panas yang dihisap dari luar dihembuskan blower untuk melewati coil pendingin mesin AHU, sehingga udara tersebut akan mengalami penurunan temperatur dan menjadi dingin kemudian dihembuskan lagi ke dalam ruangan-ruangan [3]. Fungsi utama AHU adalah mengubah udara luar menjadi udara yang berkualitas dengan cara menyaring, mendinginkan, mengatur kelembaban, dan mendistribusikannya ke area-area yang membutuhkan.

2.2 Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah cara untuk meningkatkan keandalan suatu proses dengan menemukan modus kegagalan, atau potensi kegagalan, dalam proses. Ada tiga parameter yang akan digunakan untuk menilai modus kegagalan: keparahan (*severity*), kemungkinan terjadinya (*occurrence*), dan kemungkinan kegagalan deteksi (*detectability*). Dari 3 parameter di atas dikenal dengan Angka Prioritas Risiko (*Risk Priority Number*) [4]. Nilai Prioritas Risiko, juga dikenal sebagai RPN, adalah hasil matematis dari keseriusan efek (keseriusan), kemungkinan terjadinya penyebab akan menyebabkan kegagalan yang berkaitan dengan efek (kemungkinan terjadi), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (deteksi) [5]. Semakin tinggi nilai RPN, maka semakin tinggi pula kemungkinan produk, mesin, atau alat mengalami kegagalan [6].

2.3 Reliability Centered Maintenance (RCM)

RCM adalah metodologi untuk memilih tindakan pemeliharaan mana yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa aset terus menjalankan fungsinya yang direncanakan. Perkembangan model RCM saat ini mencoba mengatasi kelemahan model RCM tradisional dalam hal optimasi dan pemilihan strategi; misalnya, model RCM tradisional menangani setiap mode kegagalan secara individual dengan pertanyaan keselamatan sederhana "ya atau tidak", yang memiliki kemungkinan kesalahan yang tinggi dan menghilangkan efek dari mode kegagalan kombinasional. [7].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. X pada gedung produksi Cefalosporin. Data dikumpulkan melalui observasi langsung dan kuesioner kepada teknisi HVAC. Komponen yang dianalisis adalah *kondensor*, *blower*, *kompresor*, dan *evaporator*. Metode FMEA digunakan



untuk menentukan komponen kritis dengan mencari nilai RPN tertinggi dan nilai RPN dihitung berdasarkan skor *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Selanjutnya, analisis distribusi TTF dilakukan menggunakan software Minitab 21.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini berfokus untuk mendapatkan informasi yang berkaitan langsung dengan variabel bebas, yaitu data kerusakan komponen mesin AHU serta nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) dari masing-masing komponen, yang kemudian

digunakan untuk menentukan variabel terikat berupa penjadwalan pemeliharaan mesin AHU.

Data yang dikumpulkan dari kuisisioner akan digunakan sebagai dasar untuk penelitian ini dan akan digunakan sebagai pendukung untuk proses perhitungan dengan tool Minitab. Data dari kuisisioner meliputi semua komponen mesin AHU, sehingga dapat mengetahui komponen apa yang paling sering mengalami kerusakan. Setelah itu, nilai RPN dapat dihitung dari semua data untuk menentukan bagian mana yang membutuhkan penjadwalan perawatan *preventif maintenance*.

Data hasil kuisisioner disajikan seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel FMEA mesin AHU

No	Part	Potential failure	Potential effect	Severity	Potential Cause	Occurrence	Current Design Control	Detection	RPN
1	Kompressor	1.Kompressor macet 2.Kompressor short body	Temperature AHU tidak tercapai	7,6	1. Kebocoran pada sistem pendingin 2.Oli Kompressor kurang	4,8	Pemeriksaan visual dan cek fungsi harian	4,6	167,808
2	Filter Dryer	Filter Dryer buntu	1.Tekanan refrigerant tinggi 2. Temperature AHU tidak tercapai	5,6	Kompressor mati karena tekanan refrigerant terlalu tinggi	5,2	Pemeriksaan visual dan cek fungsi harian	2,8	81,536
3	Kondensor	Pipa kondensor retak/pecah	1.Tekanan refrigerant rendah 2. Temperature AHU tidak tercapai	7,6	Tekanan Refrigerant turun dikarenakan terjadi kebocoran pada kondensor	5,6	Pemeriksaan visual dan cek fungsi harian	5,8	246,848
4	Fan Kondensor	Fan Macet	Kompressor Overheat	6,8	1.Bearing Fan rusak 2. Kumparan motor kebakaran	3,8	Pemeriksaan visual dan cek fungsi harian	2,2	56,848
5	Evaporator	Pipa Evaporator pecah	Suhu ruangan tidak tercapai	7,2	Pipa evaporator tersumbat	4	Cleaning Evaporator	7	201,6
6	Blower	Blower Macet / Noise	Sirkulasi udara tidak terdistribusi ke ruangan produksi	6,8	Bearing blower rusak, motor blower shortbody	5,6	Penambahan pelumas bearing blower secara rutin	3,4	129,472
7	TXV	Buntu	Proses Refrigerasi di evaporator tidak lancar	5,4	Kotor	3,6	Pembersihan/ setting bukaan TXV	4	77,76
8	Filter udara	Sobek	Kotoran tidak tersaring dengan baik	4,4	Cleaning menggunakan air bertekanan	2,2	Cleaning filter di rendam / menggunakan air bertekanan rendah	2,2	21,296
9	Heater	Mati / Putus	RH ruangan tidak tercapai	4	Koneksi kabel kurang kencang	3	Cek terminal heater dan kencangkan	2,2	26,4
10	Thermostat	Display mati	Pembacaan suhu tidak terbaca	4,4	Sensor rusak	3	Pemeriksaan visual dan cek fungsi harian	3,4	44,88
11	HLP	Buntu	Kompresor tidak ada safety ketika kekurangan atau kelebihan refrigerant	5,2	Penggatian Pipa HPLP	2,2	Pemeriksaan visual dan cek fungsi harian	3,4	38,896

Dari tabel diatas dapat dilihat nilai RPN tertinggi adalah Kondensor dengan nilai RPN 246, Evaporator 201, Kompressor 167 dan Blower AHU 129.

Didapatkan komponen yang memiliki nilai kekritisan paling tinggi adalah Kondensor, Blower, Kompressor dan Evaporator maka

dalam proses selanjutnya akan difokuskan dengan keempat komponen tersebut.

Data yang sudah didapat melalui kuisisioner dan data histori kerusakan mesin AHU akan diolah menggunakan tool minitab. Hasil pengolahan data menggunakan minitab yaitu:

4.2 Analisa Goodness of Fit

Analisis distribusi digunakan untuk menentukan model distribusi waktu kerusakan (TTF) dari tiap komponen kritis. Hasil distribusi ini berfungsi sebagai dasar perhitungan MTTF, MTTR, dan MTBF, Pemilihan ditentukan dengan mencari nilai A-D terkecil [8].

Distribusi digunakan untuk menyesuaikan model penjadwalan, menjadikan bagian ini sangat terkait dengan variabel terikat: Kondensor, Blower, Kompresor dan Evaporator.

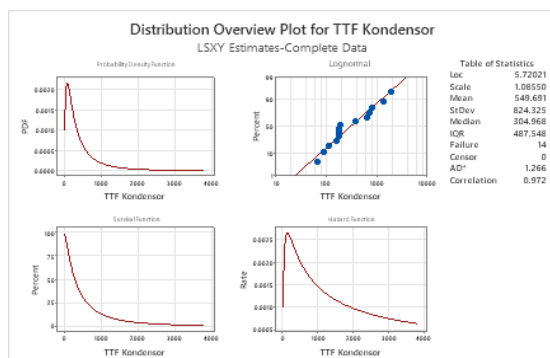
Pengolahan data komponen kondensor

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)	Correlation Coefficient
Weibull	1.949	0.933
Lognormal	1.266	0.972
Exponential	1.407	*
Normal	2.243	0.868

Gambar 1. Goodness of Fit Kondensor

Diketahui bahwa nilai Anderson Darling terkecil sebesar 1.266 dan koefisien korelasi (r) tertinggi sebesar 0.972 terletak pada distribusi Lognormal. Dengan demikian, distribusi data waktu yang terjadi antar kerusakan komponen kondensor mengikuti distribusi Lognormal.



Gambar 2. Distribusi Lognormal Komponen Kondensor

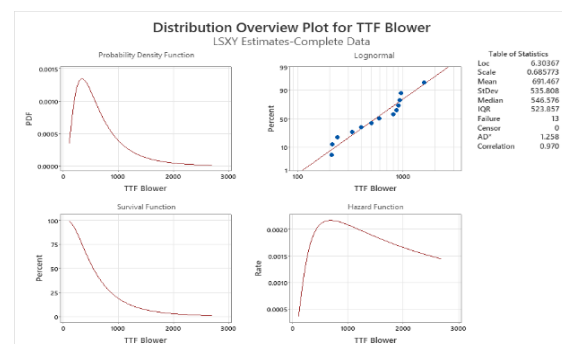
Pengolahan data komponen blower

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)	Correlation Coefficient
Weibull	1.318	0.961
Lognormal	1.258	0.970
Exponential	2.519	*
Normal	1.326	0.950

Gambar 3. Goodness of Fit Blower

Diketahui bahwa nilai terkecil Anderson Darling sebesar 1.258 dan nilai koefisien korelasi (r) yang tertinggi sebesar 0.970 terletak pada distribusi Lognormal, maka distribusi data waktu antar kerusakan blower AHU mengikuti distribusi Lognormal.



Gambar 4. Distribusi Lognormal Komponen Blower

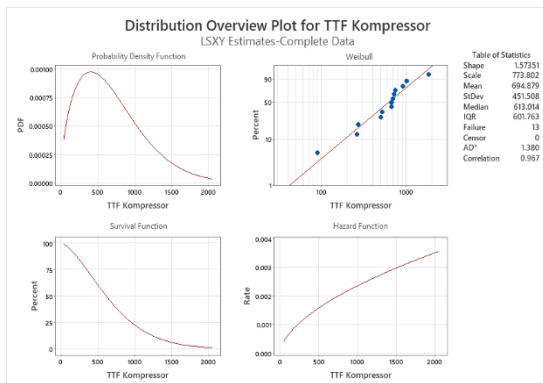
Pengolahan data komponen kompresor

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)	Correlation Coefficient
Weibull	1.380	0.967
Lognormal	1.521	0.937
Exponential	2.694	*
Normal	1.593	0.919

Gambar 5. Goodness of Fit Kompresor

Dari distribusi data waktu antar kerusakan kompresor AHU mengikuti distribusi Weibull, dengan nilai terkecil Anderson Darling sebesar 1.380 dan koefisien korelasi (r) tertinggi sebesar 0.967.



Gambar 6. Distribusi Weibull Komponen Kompresor

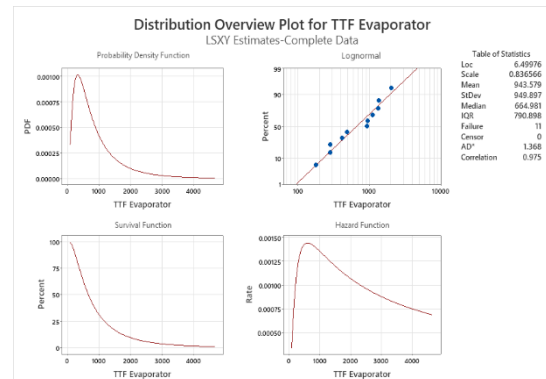
Pengolahan data komponen Evaporator

Goodness-of-Fit

Distribution	Anderson-Darling (adj)	Correlation Coefficient
Weibull	1.360	0.974
Lognormal	1.368	0.975
Exponential	1.925	*
Normal	1.393	0.961

Gambar 7. Goodness of Fit Evaporator

Diketahui bahwa nilai terkecil Anderson Darling sebesar 1.368 dan nilai koefisien korelasi (r) yang tertinggi sebesar 0.975 terletak pada distribusi Lognormal, maka distribusi data waktu antar kerusakan evaporator AHU mengikuti distribusi Lognormal.



Gambar 8. Distribusi Lognormal Komponen Kompresor

Data yang sudah di olah di atas kemudian akan di Analisa agar dapat menentukan penjadwalan keempat komponen yang sering mengalami kerusakan. Analisa yang dilakukan adalah sebagai berikut: Perhitungan MTBF, MTTF dan MTTR Dari ketiga mesin yang sering mengalami kerusakan dapat ditentukan MTBF, MTTF dan MTTR untuk kebijakan dalam mengambil tindakan dimana saat melakukan perawatan setiap komponen.

Tabel 2. Perhitungan nilai MTTF, MTTR dan MTBF

Nama Komponen	Kerusakan	MTTF (Jam)	MTTR (Jam)	MTBF (Jam)
Kondensator	14	550,2	4	554,2
Blower	12	691,7	3,7	695,5
Kompresor	12	695,4	6,3	701,7
Evaporator	10	943,9	7,7	950,5

Data yang telah di olah menggunakan minitab, selanjutnya dihitung untuk mencari nilai *reliability*. Data di hitung seperti dibawah ini:

Tabel 3. Perhitungan Reliability

Nama Komponen	Kerusakan (n)	Downtime (jam)	MTTF (Jam)	Parameter	Reliability
Kondensor	14	55,5	550,2	$\mu=5,72021, \sigma= 1,08550$	0,292929
Blower	12	44	691,7	$\mu=6,30367, \sigma= 0,685773$	0,363231
Kompresor	12	76	695,4	$\eta= 773,802 \beta= 1,57351$	0,429299
Evaporator	10	77	943,9	$\mu=6,49976, \sigma= 0,836566$	0,337771

Jika dilihat dari Tabel 3 di atas yang menunjukkan nilai keandalan masing-masing komponen, kompresor sebesar 0.429299, blower 0,363231, evaporator 0,377771 dan komponen kondensor sebesar 0,292929.

4.3 Penjadwalan *Preventive Maintenance* berdasarkan RCM

Dalam membuat perancangan penjadwalan preventive maintenance, nilai MTBF diperlukan sebagai indikator waktu estimasi antar kerusakan. Tabel 3 menunjukkan interval yang secara umum dihitung 80% dari nilai MTBF, dimana waktu interval preventive maintenance dari masing-masing komponen adalah 435,36 jam untuk Kondensor, 561,5 jam untuk komponen Blower, 561,36 jam untuk komponen Kompresor dan 760,4 untuk komponen Evaporator.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR), *Mean Time To Failure* (MTTF) dan perhitungan waktu perawatan dan dikombinasikan dengan software minitab 21, adagar mesin AHU dapat bekerja dengan optimal tanpa adanya gangguan kerusakan yang signifikan maka interval waktu perawatan untuk setiap komponen kritis mesin AHU yaitu sebagai berikut: Komponen Kondensor AHU harus dilakukan perawatan setiap 554,2 jam atau 23hari, Komponen Blower AHU harus dilakukan perawatan setiap 695,5 jam atau 29 hari, Komponen Kompresor AHU harus dilakukan perawatan setiap 701.7 jam atau 29

hari, Komponen Evaporator AHU harus dilakukan perawatan setiap 950,5 jam atau 39 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Margana, W. S. Ayu, and E. I. Khoirunnisaa, "Maintenance System Analysis Using the Reliability Centered Maintenance Method with the Help of Failure Mode Effect Analysis on the Air Handling Unit G4," *J. Mek. Terap.*, vol. 5, no. 1, pp. 16–24, 2024, doi: 10.32722/jmt.v5i1.6299.
- [2] I. Rizkya, I. Siregar, K. Siregar, R. Matondang, and E. W. Henri, "Reliability Centered Maintenance to Determine Priority of Machine Damage Mode," *E3S Web Conf.*, vol. 125, no. 2019, pp. 3–6, 2019, doi: 10.1051/e3sconf/201912522005.
- [3] M. I. Ramadhan, J. Sumarjo, F. C. Suci, and D. T. Santoso, "Analisis Kerusakan Mesin Ahu Menggunakan Pendekatan Metode Failure Mode and Effect Analysis," *Rotor*, vol. 14, no. 2, p. 49, 2021, doi: 10.19184/rotor.v14i2.26460.
- [4] A. Alijoyo, Q. B. Wijaya, and I. Jacob, *Failure Mode Effect Analysis Analisis Modus Kegagalan dan Dampak RISK EVALUATION RISK ANALYSIS: Consequences Probability Level of Risk*. 2020. [Online]. Available: www.lspmks.co.id
- [5] M. N. Ali M and A. Kusuma, "Analisa Kinerja Mesin Wtp Menggunakan Metode Fmea Dan Penjadwalan Preventif Maintenance," *WAKTU J. Tek. UNIPA*, vol. 17, no. 1, pp. 15–25, 2019, doi: 10.36456/waktu.v17i1.1829.



- [6] Y. Alahmad and A. Agarwal, “VNF Placement Strategy for Availability and Reliability of Network Services in NFV,” in *2019 Sixth International Conference on Software Defined Systems (SDS)*, 2019, pp. 284–289. doi: 10.1109/SDS.2019.8768620.
- [7] H. R. Maintenance, M. Alrifayy, T. S. Hong, A. As, and E. E. Supeni, “Optimization and Selection of Maintenance Policies in an Electrical Gas Turbine Generator Based on the,” 2020.
- [8] A. Soedira, G. Dwi Haryadi, and K. Rozi, “Analisis Reliability Komponen Kritis Electric Submersible Axial Flow Pump Berkapasitas 2000 Liter Per Detik Menggunakan Probability Plot Dan Root Cause Analysis,” *J. Tek. Mesin S-1*, vol. 10, no. 2, pp. 151–160, 2022.