

STRATEGI PENINGKATAN EFISIENSI BIAYA PERAWATAN AIRCRAFT TUG DI PT XYZ

Aris Haryanto ¹⁾, George Royke Deksin ²⁾, Jupriyanto ³⁾,
Nurrudin Ahmad ⁴⁾, Nurul Ilmi ⁵⁾

^{1,2,3,4,5)} Prodi Teknik Industri Pertahanan, Fakultas Teknik dan Teknologi Pertahanan
Universitas Pertahanan RI, Indonesia
Email: aris.haryanto@tp.idu.ac.id

Abstrak, Penelitian ini bertujuan untuk menentukan strategi peningkatan efisiensi biaya perawatan *aircraft tug* (ATT) di PT XYZ, sebuah perusahaan milik pemerintah yang bertanggung jawab atas pemeliharaan alutsista TNI. Masalah utama yang teridentifikasi adalah seringnya kerusakan pada ATT akibat kebocoran oli hidrolik, bantalan rem yang aus, penyumbatan radiator, dan kegagalan sistem hidrolik. Untuk mengatasi masalah tersebut, studi ini meneliti kebijakan *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. Data kerusakan ATT dari Januari hingga Desember 2024 dianalisis untuk menentukan jadwal perawatan yang optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan kebijakan *preventive maintenance* setiap enam bulan secara signifikan mengurangi biaya perawatan. Biaya pemeliharaan awal adalah Rp 45.040.000, sedangkan kebijakan *preventive maintenance* yang diusulkan mengurangi biaya menjadi Rp 429.479, sehingga memberikan penghematan sebesar Rp 44.610.521. Studi ini menyimpulkan bahwa *preventive maintenance* menghemat biaya dan dapat diandalkan dibandingkan dengan *corrective maintenance*, memberikan solusi yang layak untuk meminimalkan waktu henti dan biaya operasional di PT XYZ.

Kata Kunci: jadwal perawatan, *preventif maintenance*, *corrective maintenance*.

PENDAHULUAN

PT XYZ adalah perusahaan milik pemerintah Indonesia dan bergerak di bidang perawatan alat pertahanan udara milik Tentara Nasional Indonesia. Perusahaan ini bertugas pada perawatan beberapa armada tempur seperti MI-35, M17, Apache, dan pesawat tempur lainnya. PT XYZ melakukan pemindahan unit mereka dengan bantuan alat pemindahan berupa *aircraft tug* (ATT). Permasalahan yang terjadi adalah ATT mengalami kerusakan berupa kebocoran oli pada hidrolik karena seal rusak atau bocor, kampas rem yang aus, radiator kotor menyebabkan mesin overheating, dan kerusakan pada sistem hidrolik. Oleh karena itu, diperlukan penjadwalan perawatan ATT untuk meningkatkan keandalan mesin dan meminimumkan biaya akibat perawatan. Biaya awal perawatan yang dibutuhkan adalah Rp 45.040.000.

Keandalan merupakan ukuran tingkat keberhasilan suatu objek dalam sebuah kondisi operasi yang diperlukan atau bisa juga disebut sebagai kemungkinan sebuah mesin berfungsi secara baik selama kurun waktu yang ditentukan (Asmoro & Widiasih, 2022). Keandalan mesin menjadi aspek penting dalam manajemen pemeliharaan dan operasi (Jardine dkk, 2018). Mesin yang andal berperan dalam meningkatkan

produktivitas, mengurangi *downtime*, dan menurunkan biaya perbaikan (Nicolae, 2023).

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), perawatan diartikan sebagai tindakan, cara, atau proses untuk menjaga dan memelihara sesuatu. Tujuan utama perawatan adalah untuk menjaga berbagai komponen agar tetap pada kondisi yang baik, serta mengadakan perbaikan dan penyesuaian agar operasi produksi memuaskan sesuai yang direncanakan (ISLAMI, 2023).

Dalam konteks industri 4.0, biaya perawatan dianggap sebagai *value maker*. Meski begitu, sejarah menunjukkan bahwa organisasi menganggap perawatan sebagai biaya yang perlu dikurangi karena kecenderungan perbaikan pada alat atau mesin hanya ketika sudah tidak berfungsi (Sahli et al., 2021). Dengan menerapkan pendekatan analitik berdasarkan data, dimungkinkan untuk menemukan hasil interpretatif untuk pengambilan keputusan strategis, yang memberikan keuntungan seperti pengurangan biaya perawatan, pengurangan kerusakan mesin, pengurangan penghentian perbaikan, pengurangan inventaris suku cadang, peningkatan masa pakai suku cadang, peningkatan produksi, peningkatan keselamatan

operator, verifikasi perbaikan, laba keseluruhan, dan lain-lain (Peres et al., 2018).

Untuk memperoleh keandalan dan mencapai efisiensi biaya perawatan Aircraft Tug, dilakukan metode *preventif maintenance policy* dan *corrective maintenance policy*. Metode *corrective* digunakan setelah sebuah kesalahan diketahui dimana hal itu bertujuan untuk mengembalikan item yang salah kembali seperti keadaan semula sehingga dapat berfungsi secara baik (Misaii, 2023). Metode *preventif* dilakukan saat keandalan peralatan mencapai ambang batas, dengan asumsi peralatan dalam keadaan siaga selama pemeliharaan. Biaya akan terus meningkat seiring dengan kerusakan peralatan, dan kondisi peralatan setelah pemeliharaan tidak dapat diperbaiki seperti baru (Yang et al.,)

Penelitian ini menggunakan data *breakdown Aircraft Tug* selama periode Januari – Desember 2024. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan strategi peningkatan efisiensi biaya perawatan ATT di PT XYZ.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif melalui analisis data kerusakan ATT selama periode Januari-Desember 2024. Pendekatan kuantitatif dipilih karena memungkinkan analisis sistematis terhadap data numerik untuk mengidentifikasi pola dan hubungan statistik (Creswell & Creswell, 2018). Penelitian diawali dengan studi pendahuluan guna menentukan permasalahan yang akan diteliti. Dilanjutkan dengan identifikasi dan perumusan masalah untuk memperjelas masalah inti pada objek penelitian. Permasalahan dalam penelitian ini adalah terjadinya *breakdown Aircraft Tug (ATT)* meskipun sudah ditetapkan jadwal perawatan sehingga dibutuhkan biaya perbaikan yang lebih banyak. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan strategi peningkatan efisiensi biaya perawatan *aircraft tug (ATT)* di PT XYZ.

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah studi pustaka, studi lapangan, dan dokumentasi. Berdasarkan langkah tersebut diperoleh data berupa frekuensi *breakdown ATT*, data *breakdown ATT*, jenis kerusakan, waktu dan biaya perbaikan, waktu dan biaya perawatan, serta jumlah dan biaya tenaga kerja. Data yang diperoleh selanjutnya diolah hingga

diketahui distribusi *breakdown ATT* selama kurun waktu Januari – Desember 2024, jumlah biaya perbaikan (Cr) rata-rata, besarnya jumlah biaya perawatan (Cm), dan perhitungan tentang besarnya biaya untuk perawatan ATT (Montgomery & Runger, 2018).

Perhitungan biaya *corrective maintenance* (Dhillon, 2002).

CR = biaya tenaga kerja tiap 1 unit ATT
$$CR = \{(\text{biaya tenaga kerja selama perbaikan}) \times (\text{waktu perbaikan}) \times (\text{jumlah pekerja})\} + (\text{biaya material})$$

Estimasi biaya *corrective maintenance* (Pintelon, 2008)

$$TCr = B \times Cr$$

$$TCr = \frac{N}{TB} \times Cr$$

$$Tb = \sum_{i=1}^N P_i T_i$$

Perhitungan biaya *preventive maintenance* (Mobley, 2002).

Cm = (waktu untuk perawatan) x (jumlah tenaga kerja) x (biaya tenaga kerja tiap jam)

Estimasi biaya *preventive maintenance*

Menurut (Zhang et al., 2021) dilakukan sebagai berikut:

1. Jumlah kumulatif *breakdown* pada bulan ke-1
$$B_1 = N \times P_1 \text{ (ATT per bulan)}$$
2. Rerata jumlah *breakdown* per bulan
$$B = \frac{B_n}{n} = \frac{B_1}{1} \text{ (ATT per bulan)}$$
3. Estimasi biaya perbaikan per bulan
$$TCr(n) = B \times Cr \text{ (Rp per bulan)}$$
4. Estimasi biaya *preventive maintenance* pada bulan ke-1
$$TCm(1) = \frac{N \times Cm}{n} \text{ (Rp per bulan)}$$
5. Total biaya perawatan
$$TMC_1 = TCr_1 + TCm_1 \text{ (Rp per bulan)}$$

Langkah terakhir adalah menganalisis hasil pengolahan data, menarik kesimpulan, serta memberikan rekomendasi yang sesuai dengan tujuan awal penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 1 ini merupakan data kerusakan *Aircraft Tug* di PT XYZ Semarang selama tahun 2024:

Tabel 1. Data kerusakan Aircraft

No	Kurun Waktu	Jumlah kerusakan (unit)
1	Januari	3
2	Februari	2
3	Maret	2
4	April	3
5	Mei	2
6	Juni	1
7	Juli	3
8	Agustus	3
9	September	2
10	Oktober	4
11	November	3
12	Desember	4
Jumlah		32

Perhitungan biaya *corrective maintenance*

Perhitungan biaya yang dibutuhkan untuk *corrective maintenance* pada satu buah *aircraft tug* (ATT) adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Biaya tenaga kerja selama perbaikan Rp 1.500.000; biaya material Rp 2.500.000; waktu perbaikan 2 jam; jumlah pekerja 3 orang

$$\begin{aligned}
 Cr &= (Rp\ 1.500.000 \times 2 \times 3\ \text{orang}) + \\
 &\quad (Rp\ 2.500.000) \\
 &= Rp\ 10.500.000 / \text{breakdown}
 \end{aligned}$$

Estimasi biaya *corrective maintenance*

Perhitungan biaya yang dikeluarkan pada kebijakan *corrective maintenance* dengan total 7 unit ATT adalah (Sodikin et al., 2024):

$$\begin{aligned}
 TCr &= B \times Cr \\
 TCr &= \frac{N}{TB} \times Cr \\
 Tb &= \sum_{i=1}^N P_i T_i \\
 &= P_1 T_1 + P_2 T_2 + P_3 T_3 + P_4 T_4 + P_5 T_5 + P_6 T_6 \\
 &\quad + P_7 T_7 + P_8 T_8 + P_9 T_9 + P_{10} T_{10} + P_{11} T_{11} + \\
 &\quad P_{12} T_{12} \\
 &= 0,094 (1) + 0,063 (2) + 0,063 (3) + \\
 &\quad 0,094 (4) + 0,063 (5) + 0,031 (6) + \\
 &\quad 0,094 (7) + 0,094 (8) + 0,063 (9) + \\
 &\quad 0,125 (10) + 0,094 (11) + 0,125 (12) \\
 &= 7,031\ \text{bulan}
 \end{aligned}$$

Jadi, biaya untuk *corrective maintenance* adalah

$$\begin{aligned}
 TCr &= \frac{N}{TB} \times Cr \\
 &= \frac{7}{7,031} \times Rp\ 10.500.000 \\
 &= Rp\ 10.453.705
 \end{aligned}$$

Perhitungan biaya *preventive maintenance*

Cara menghitung biaya ini yaitu dengan mencatat lama waktu yang dibutuhkan dalam melakukan perawatan, jumlah pegawai atau tenaga kerja yang dibutuhkan, dan biaya tenaga kerja tiap jam.

Diketahui:

Waktu perawatan yang dibutuhkan selama 1 jam, jumlah tenaga kerja 2 orang, dan biaya tenaga kerja Rp. 20.000,- per jam

$$\begin{aligned}
 Cm &= 1\ \text{hour} \times 2\ \text{people} \times Rp.\ 20.000,- \\
 &= Rp\ 40.000 / \text{mesin}
 \end{aligned}$$

Estimasi biaya *preventive maintenance*

Sitasi yg memberi bukti bahwa PM sec. signifikan mereduksi biaya jangka panjang Metode *preventive maintenance* untuk $n=1$ (bulan ke-1), dengan asumsi kebijakan ini dilakukan setiap bulan, maka perhitungannya dilakukan sebagai berikut (Zhang et al., 2021):

1. Jumlah kumulatif *breakdown* pada bulan ke-1
 $B_1 = N \times P_1 = 7 \times 0,094 = 0,656\ \text{ATT per bulan}$
2. Rerata jumlah *breakdown* per bulan
 $B = \frac{B_n}{n} = \frac{B_1}{1} = \frac{0,656}{1} = 0,656\ \text{ATT per bulan}$
3. Estimasi biaya perbaikan per bulan
 $TCr(n) = B \times Cr$
 $TCr(1) = 0,70 \times Rp\ 10.500.000 = Rp6.890.625 / \text{bulan}$
4. Estimasi biaya *preventive maintenance* pada bulan ke-1
 $TCm(1) = \frac{N \times Cm}{n} = \frac{7 \times (Rp\ 40.000)}{1} = Rp\ 280.000,- / \text{bulan}$
5. Total biaya perawatan
 $TMC_1 = TCr_1 + TCm_1 = Rp\ 7.170.625 / \text{bulan}$

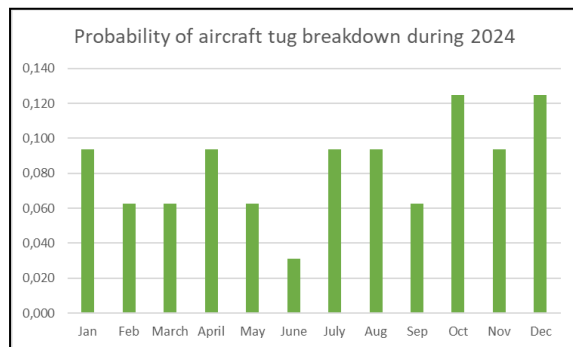
Dengan melakukan langkah yang sama, hasil evaluasi biaya perawatan di setiap periode bulan yang berbeda diperoleh. Tabel 2 merupakan hasil perhitungan kebijakan *preventif maintenance* untuk ATT selama periode Januari – Desember 2024.

Tabel 2. Hasil perhitungan kebijakan preventif maintenance

Bulan	Bn	B	TCR(n)	TCM(n)	TMC(n)
1	0,656	0,656	Rp. 6.890.625	Rp 280.000	Rp. 7.170.625
2	0,438	0,219	Rp 2.296.875	Rp 140.000	Rp 2.436.875
3	0,438	0,146	Rp 1.521.250	Rp 93.333	Rp 1.624.583
4	0,656	0,164	Rp 1.772.656	Rp 70.000	Rp 1.792.656
5	0,438	0,088	Rp 918.750	Rp 56.000	Rp 974.750
6	0,219	0,036	Rp 382.813	Rp 46.667	Rp 429.479
7	0,656	0,094	Rp 984.375	Rp 40.000	Rp 1.024.375
8	0,656	0,082	Rp 861.328	Rp 35.000	Rp 896.323
9	0,438	0,049	Rp 510.417	Rp 31.111	Rp 541.528
10	0,875	0,088	Rp 918.750	Rp 28.000	Rp 946.750
11	0,656	0,060	Rp 626.420	Rp 25.455	Rp 651.875
12	0,875	0,073	Rp 765.625	Rp 23.333	Rp 788.958

Analisis data breakdown

Berdasarkan gambar di bawah ini, dapat dilihat bahwa probabilitas *breakdown* ATT pada tahun 2024 menunjukkan pola distribusi yang tidak beraturan. Di Bulan Oktober dan Desember, probabilitas *breakdown* tertinggi adalah 0,125. Probabilitas *breakdown* tersebut termasuk ke dalam distribusi *poisson* karena waktu *breakdown* yang sulit diprediksi, kerusakan ATT pada satu bulan tidak mempengaruhi kerusakan pada bulan yang lain, serta kejadian tersebut bersifat langka dan acak. Gambar grafik 1 adalah grafik probabilitas *Aircraft Tug breakdown* pada tahun 2024:



Gambar Grafik 1

Analisis jadwal perawatan

Di bawah ini merupakan total biaya yang diperlukan untuk setiap kebijakan perawatan:

Kebijakan *corrective* : Rp 10.453.705
 Kebijakan *preventive* : Rp 429.479
 Kebijakan perawatan : Rp 45.040.000

Berdasarkan hasil pengolahan data diatas, penjadwalan perawatan setiap 6 bulan sekali merupakan strategi paling efisien dengan biaya terendah yaitu sebesar Rp 429.479. Apabila

dibandingkan dengan kebijakan *corrective*, kebijakan *preventive* ini dapat menghemat biaya sebesar Rp 10.024.226.

Apabila dibandingkan dengan kebijakan perawatan saat ini, kebijakan *preventive* dapat menghemat biaya sebesar Rp 44.610.521. Perbedaan selisih biaya tersebut dikarenakan kebijakan saat ini berupa perbaikan setelah ditemukan kerusakan atau kegagalan sistem, sementara kebijakan *preventive* mempertimbangkan berbagai faktor seperti probabilitas *breakdown* setiap bulan, rata-rata *breakdown* setiap bulan, dan kumulatif *breakdown*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berikut merupakan kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian di atas:

1. Biaya perawatan *Aircraft Tug* kurang efisien karena waktu *breakdown* sulit diprediksi. Hal ini disebabkan oleh distribusi frekuensi *breakdown Aircraft Tug* selama periode Januari-Desember 2024 membentuk pola distribusi tidak beraturan.
2. Peningkatan efisiensi biaya perawatan dapat dicapai melalui kebijakan perawatan yang optimal untuk *Aircraft Tug* berupa penerapan metode *preventive maintenance*. Perawatan tersebut yaitu melakukan penggantian oli filter dan filter bahan bakar secara rutin setiap 6 bulan sekali.
3. Dengan melakukan kebijakan perawatan tersebut, diperkirakan dapat menghemat biaya sebesar Rp 44.610.521 karena kebijakan *preventive maintenance* hanya memerlukan Rp 429.479 sedangkan biaya perawatan yang dibutuhkan saat ini adalah Rp 45.040.000.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmoro, N. D. A., & Widiasih, W. (2022). Analisis Keandalan Mesin untuk Meningkatkan Kinerja pada Mesin Extruder di PT. Rapindo Plastama. *Journal of Industrial View*, 4(2), 11–22. <https://doi.org/10.26905/jiv.v4i2.8014>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). Sage Publications.
- Dhillon, B. S. (2002). *Engineering Maintenance: A Modern Approach*. CRC Press
- ISLAMI, I. A. (2023). Keywords: care, maintenance, ste PERAWATAN DAN PEMELIHARAAN PADA TURBIN UAP DI PLTU REMBANG. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 15(2), 80. <https://doi.org/10.24843/jem.2022.v15.i02.p03>
- Jardine, A. K., Lin, D., & Banjevic, D. (2018). A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 20(7), 1483-1510. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2005.09.012>
- Misaii, H., Fouladirad, M., & Haghighi, F. (2023). Optimal perfect corrective maintenance policy for a system with multiple components using data-driven decision-making methods. *Quality and Reliability Engineering International*. <https://doi.org/10.1002/qre.3435>
- Mobley, R. K. (2002). *An Introduction to Predictive Maintenance*. Butterworth-Heinemann.
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2018). *Applied statistics and probability for engineers* (7th ed.). John Wiley & Sons.
- Nicolae, A., Burlacu, C., Stanciu, A., Korodi, A., Poşa, B., & Mihaila, F. (2023). *An Industry 4.0 Oriented Predictive Maintenance Solution Deployed in Real-World Automotive Manufacturing Facilities*. 99–104. <https://doi.org/10.1109/cscs59211.2023.00025>
- Peres, R. S., Dionisio Rocha, A., Leitao, P., & Barata, J. (2018). IDARTS – Towards intelligent data analysis and real-time supervision for industry 4.0. *Computers in Industry*, 101(October 2017), 138–146. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.07.004>
- Pintelon, L., & Parodi-Herz, A. (2008). *Maintenance: An Evolutionary Perspective*. Dalam *Complex System Maintenance Handbook* (hlm. 1-30). Springer.
- Sahli, A., Evans, R., & Manohar, A. (2021). Predictive Maintenance in Industry 4.0: Current Themes. *Procedia CIRP*, 104(March), 1948–1953. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.329>
- Sodikin, I., Parwati, C. I., Fayzi, F., & Indrayana, M. (2024). Penjadwalan Perawatan Mesin Dengan Metode Preventive Maintenance & Predictive Maintenance (Studi Kasus Di PLTD Kota Masohi). *Jurnal Tekstil: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Bidang Tekstil Dan Manajemen Industri*, 7(1), 37–46. <https://doi.org/10.59432/jute.v7i1.88>
- Yang, L., Liu, Q., Xia, T., Ye, C., & Li, J. (2022). *Preventive Maintenance Strategy Optimization in*.
- Zhang, Z., Tang, Q., & Chica, M. (2021). Maintenance costs and makespan minimization for assembly permutation flow shop scheduling by considering preventive and corrective maintenance. *Journal of Manufacturing Systems*, 59(November 2020), 549–564. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.03.020>