

Arrow C-106 engine performance analysis based on Mean Time Between Failure (MTBF) Mean Time To Repair (MTTR) and Availability Methods at PT. Pertamina Hulu Rokan Regional 1 Zone 1 Field Rantau

Yasir Amani¹, Ade Ariansyah Ritonga², M.Iqbal A.Putra³, Faisal Muhammad Nur⁴, Heindrix Hidayat⁵

^{1,2,3,4}Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Malikussaleh University

Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

⁵Faculty of Engineering, Syiah Kuala University

*Corresponding author: yasir.amani@unimal.ac.id

Article Processing Dates:

Received 2026-03-18

Accepted 2026-03-29

Available online 2026-03-31

Keywords:

Arrow C-106 Engine

MTBF

MTTR

Availability

Reliability

Abstract

This study aims to analyze the performance of the Arrow C-106 Engine at PT Pertamina Hulu Rokan, Rantau Field, based on reliability and availability parameters. The data were obtained from operational log sheets, downtime records, and company documentation. The analysis was conducted using three main parameters, namely Mean Time Between Failure (MTBF), Mean Time To Repair (MTTR), and Availability. The results show that the MTBF values range from 598 to 1,462 hours, indicating that the engine can operate for a relatively long duration before failure occurs. The MTTR values range from 1 to 7 hours, suggesting that the repair time is relatively short. Meanwhile, the Availability of all units ranges from 99.04% to 99.93%, reflecting a very high level of operational readiness. These findings indicate that the Arrow C-106 Engine has excellent reliability and availability in supporting oil and gas production continuity, although there is still potential for improvement through maintenance optimization and downtime reduction.

Analisis kinerja engine arrow c-106 berdasarkan metode *Mean Time Between Failure (MTBF) Mean Time To Repair (MTTR) dan availability* di PT. Pertamina Hulu Rokan Regional 1 zona 1 field Rantau

Abstrak_ Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja Engine Arrow C-106 di Field Rantau PT Pertamina Hulu Rokan berdasarkan parameter keandalan dan ketersediaan mesin. Data penelitian diperoleh dari logsheet operasional, catatan downtime, serta dokumentasi perusahaan. Analisis dilakukan menggunakan tiga parameter utama, yaitu Mean Time Between Failure (MTBF), Mean Time To Repair (MTTR), dan Availability. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai MTBF berada pada rentang 598–1.462 jam, yang mengindikasikan kemampuan mesin beroperasi dalam durasi relatif panjang sebelum mengalami kerusakan. Nilai MTTR berada pada kisaran 1–7 jam, yang menunjukkan bahwa waktu perbaikan relatif singkat. Sementara itu, nilai Availability seluruh unit berada pada rentang 99,04%–99,93%, yang mencerminkan tingkat kesiapan operasi yang sangat tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa Engine Arrow C-106 memiliki tingkat keandalan dan ketersediaan yang sangat baik dalam mendukung kontinuitas produksi migas, meskipun masih terdapat potensi peningkatan melalui optimalisasi pemeliharaan dan pengurangan downtime.

Kata kunci: Engine Arrow C-106, MTBF, MTTR, Availability, keandalan mesin

1. Pendahuluan

Dalam industri minyak dan gas bumi, keberlangsungan produksi sangat bergantung pada kinerja peralatan mekanis yang digunakan. Salah satu peralatan penting yang berperan dalam mendukung proses produksi adalah Engine Arrow C-106 seperti pada Gambar 1. Engine Arrow merupakan mesin pembakaran dalam tipe spark ignition yang menggunakan bahan bakar gas. Pada mesin ini, campuran udara dan bahan bakar gas dikompresikan di dalam ruang bakar, kemudian dinyalakan oleh percikan api dari busi untuk menghasilkan tenaga. Secara prinsip, gas engine memiliki kesamaan dengan mesin bensin, namun perbedaannya terletak pada sistem pencampuran bahan

bakar, di mana pada gas engine tidak diperlukan proses pengabutan karena bahan bakar sudah berada dalam fase gas.

Mesin ini digunakan sebagai penggerak utama dalam sistem operasi di PT Pertamina Hulu Rokan Regional 1 Zona 1 Field Rantau, sehingga tingkat keandalannya menjadi faktor yang sangat menentukan kelancaran produksi. Namun, dalam praktiknya, setiap mesin memiliki potensi mengalami gangguan maupun kerusakan yang dapat menyebabkan *downtime* [1][2]. Kondisi ini dapat berdampak pada penurunan efisiensi dan kontinuitas produksi apabila tidak dilakukan evaluasi kinerja secara tepat. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode analisis

yang mampu menggambarkan tingkat keandalan dan ketersediaan mesin secara kuantitatif.

Beberapa parameter yang umum digunakan dalam menganalisis kinerja peralatan adalah Mean Time Between Failure (MTBF) [3], Mean Time To Repair (MTTR) [4], dan Availability [5]. MTBF digunakan untuk mengetahui rata-rata waktu operasi sebelum terjadi kerusakan [6], MTTR menunjukkan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan [7], sedangkan Availability menggambarkan tingkat kesiapan mesin untuk beroperasi dalam periode tertentu [8]. Ketiga parameter ini saling berkaitan dalam memberikan gambaran menyeluruh mengenai performa mesin di lapangan.



Gambar 1. Engine Arrow C-106

(Sumber: PT. Pertamina Hulu Rokan Regional 1 Zona 1 Field Rantau)

Berdasarkan kondisi tersebut, analisis terhadap kinerja Engine Arrow C-106 di Field Rantau PT Pertamina Hulu Rokan menjadi penting untuk dilakukan guna memperoleh gambaran kondisi aktual mesin. Selain itu, masih diperlukan kajian yang lebih mendalam mengenai sejauh mana nilai Availability yang diperoleh benar-benar mencerminkan tingkat keandalan mesin dalam mendukung kontinuitas produksi migas.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR) sebagai indikator kinerja mesin, serta mengevaluasi tingkat Availability yang dihasilkan dari kedua parameter tersebut dalam merepresentasikan keandalan Engine Arrow C-106 dalam mendukung operasi produksi migas secara berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis deskriptif [9] untuk mengevaluasi kinerja Engine Arrow C-106 berdasarkan parameter keandalan dan ketersediaan mesin. Penelitian dilaksanakan di PT Pertamina Hulu Rokan Regional 1 Zona 1 Field Rantau selama periode 11 Agustus hingga 10 September 2025.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder [10]. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan serta wawancara dengan operator terkait kondisi operasional dan proses perbaikan mesin. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari logsheet operasional mesin, catatan downtime, serta

dokumentasi perusahaan yang mencatat aktivitas operasional Engine Arrow C-106 selama periode Juni hingga Juli 2025.

Variabel yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi Mean Time Between Failure (MTBF), Mean Time To Repair (MTTR), dan Availability. MTBF digunakan untuk mengukur rata-rata waktu operasi mesin sebelum terjadi kegagalan, MTTR digunakan untuk mengukur rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam proses perbaikan mesin, sedangkan Availability digunakan untuk menentukan tingkat kesiapan mesin dalam beroperasi.

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data, pengolahan data, dan evaluasi hasil. Data operasional berupa running hours dan downtime terlebih dahulu diolah untuk menghitung nilai MTBF dan MTTR. Selanjutnya, nilai Availability dihitung berdasarkan hubungan antara MTBF dan MTTR.

Hasil perhitungan dari ketiga parameter tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan kondisi aktual di lapangan untuk memperoleh gambaran mengenai tingkat keandalan dan ketersediaan Engine Arrow C-106 dalam mendukung operasional produksi migas.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis kinerja Engine Arrow C-106 dilakukan berdasarkan data operasional dan catatan downtime selama periode Juni hingga Juli 2025. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Mean Time Between Failure (MTBF), Mean Time To Repair (MTTR), dan Availability, yang secara bersama-sama memberikan gambaran mengenai tingkat keandalan, kemampuan perbaikan, serta kesiapan operasional mesin dalam mendukung produksi migas.

3.1 Kinerja Operasional Berdasarkan Running Hours

Data running hours menunjukkan bahwa sebagian besar unit Engine Arrow C-106 beroperasi mendekati kapasitas maksimum, yaitu sekitar 24 jam per hari. Total waktu operasi selama dua bulan berkisar antara 1.143 jam hingga 1.462 jam. Nilai ini mengindikasikan bahwa mesin digunakan secara intensif dalam mendukung aktivitas produksi di lapangan.

Namun demikian, terdapat variasi jumlah jam operasi antar unit. Sebagai contoh, unit dengan total running hours tertinggi adalah Arrow C-106 304434C dengan 1.462 jam, sedangkan unit dengan nilai terendah adalah GEC106007 dengan 1.196 jam. Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan kondisi operasional maupun gangguan teknis yang memengaruhi durasi kerja mesin. Dengan demikian, data running hours tidak hanya mencerminkan tingkat pemanfaatan mesin, tetapi juga menjadi indikator awal adanya downtime yang memengaruhi performa mesin.

3.2 Analisis Mean Time Between Failure (MTBF)

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai MTBF berada pada rentang 598 jam hingga 1.462 jam. Nilai tertinggi diperoleh pada unit Arrow C-106 304434C, sedangkan nilai terendah terdapat pada unit GEC106007. Rentang nilai ini menunjukkan bahwa secara umum mesin memiliki kemampuan untuk beroperasi dalam durasi yang relatif panjang sebelum mengalami kegagalan.

Variasi nilai MTBF tersebut dipengaruhi oleh frekuensi dan jenis kerusakan yang terjadi pada masing-masing unit. Unit dengan nilai MTBF rendah cenderung

mengalami gangguan lebih sering, seperti masalah pada sistem bahan bakar, PTO, serta komponen mekanis lainnya yang tercatat dalam data downtime. Sebaliknya, unit dengan MTBF tinggi menunjukkan frekuensi kegagalan yang lebih rendah, sehingga dapat dikategorikan memiliki tingkat keandalan yang lebih baik.

Secara keseluruhan, nilai MTBF yang relatif tinggi menunjukkan bahwa Engine Arrow C-106 memiliki tingkat keandalan yang baik dalam mendukung operasi produksi migas, meskipun masih terdapat variasi performa antar unit yang perlu menjadi perhatian dalam strategi pemeliharaan.

3.3 Analisis Mean Time To Repair (MTTR)

Nilai MTTR yang diperoleh berada pada kisaran 1 hingga 7 jam. Nilai ini menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan relatif singkat, sehingga mesin dapat segera kembali beroperasi setelah mengalami gangguan.

Unit dengan MTTR tertinggi adalah BIC106009 dengan waktu perbaikan mencapai 7 jam, yang disebabkan oleh gangguan pada sistem PTO yang memerlukan penanganan lebih kompleks. Sementara itu, beberapa unit lainnya memiliki MTTR yang sangat rendah, seperti 304434C dengan waktu perbaikan hanya 1 jam. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar gangguan yang terjadi bersifat ringan dan dapat ditangani dengan cepat oleh tim maintenance.

Nilai MTTR yang rendah memberikan implikasi positif terhadap operasional, karena downtime dapat diminimalkan dan tidak memberikan dampak signifikan terhadap kontinuitas produksi. Hal ini juga menunjukkan bahwa sistem pemeliharaan yang diterapkan di lapangan sudah berjalan dengan cukup efektif.

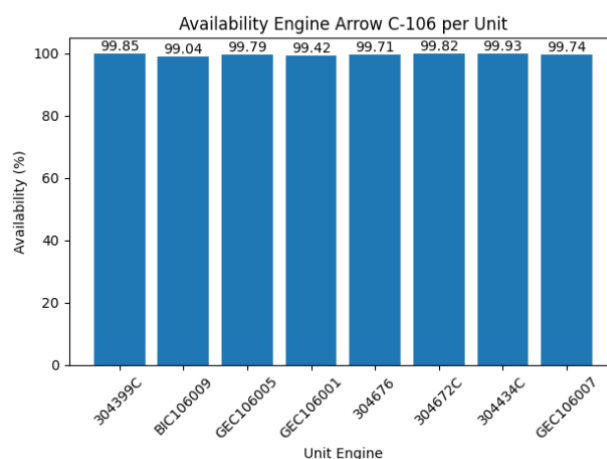
3.4 Analisis Availability

Berdasarkan hasil perhitungan, seluruh unit Engine Arrow C-106 memiliki nilai Availability yang sangat tinggi, yaitu berada pada kisaran 99,04% hingga 99,93%. Nilai tertinggi diperoleh pada unit Arrow C-106 304434C sebesar 99,93%, sedangkan nilai terendah terdapat pada unit BIC106009 sebesar 99,04% seperti pada Gambar 2.

Tingginya nilai Availability menunjukkan bahwa mesin memiliki tingkat kesiapan operasional yang sangat baik dan mampu beroperasi hampir sepanjang waktu. Hal ini merupakan hasil kombinasi dari nilai MTBF yang tinggi dan MTTR yang rendah, yang secara bersama-sama meningkatkan tingkat ketersediaan mesin.

Namun demikian, meskipun nilai Availability sudah sangat tinggi, kondisi ini belum sepenuhnya mencerminkan kondisi ideal. Hal ini disebabkan masih adanya downtime yang terjadi, meskipun dalam durasi yang relatif kecil. Oleh karena itu, masih terdapat potensi peningkatan kinerja melalui optimalisasi pemeliharaan, pengurangan frekuensi kerusakan, serta peningkatan efisiensi proses perbaikan.

Untuk memperjelas hasil analisis nilai Availability pada masing-masing unit Engine Arrow C-106,



Gambar 2. Grafik nilai Availability Engine Arrow C-106 pada masing-masing unit

Gambar 2 menunjukkan bahwa seluruh unit Engine Arrow C-106 memiliki nilai availability yang sangat tinggi, dengan rentang antara 99,04% hingga 99,93%. Nilai tertinggi terdapat pada unit 304434C, sedangkan nilai terendah pada unit BIC106009. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh unit mesin memiliki tingkat kesiapan operasional yang sangat baik.

3.5 Implikasi terhadap Operasi Produksi Migas

Hasil analisis menunjukkan bahwa Engine Arrow C-106 memiliki tingkat keandalan dan ketersediaan yang sangat baik dalam mendukung operasional produksi migas di Field Rantau. Tingginya nilai MTBF menunjukkan bahwa mesin jarang mengalami kegagalan, sedangkan rendahnya nilai MTTR menunjukkan bahwa proses pemulihan dapat dilakukan dengan cepat. Kombinasi kedua parameter tersebut menghasilkan nilai Availability yang tinggi, sehingga mesin mampu beroperasi secara kontinu dengan gangguan yang minimal.

Dengan demikian, kinerja Engine Arrow C-106 dapat dikategorikan optimal dalam mendukung kontinuitas produksi. Meskipun demikian, evaluasi terhadap pola kerusakan yang terjadi tetap diperlukan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan menjaga keandalan mesin dalam jangka panjang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kerja praktik dan analisis data terhadap Engine Arrow C-106 di PT Pertamina Hulu Rokan Regional 1 Zona 1 Field Rantau, dapat disimpulkan bahwa mesin memiliki tingkat keandalan yang baik, yang ditunjukkan oleh nilai Mean Time Between Failure (MTBF) yang relatif tinggi, yaitu berada pada rentang 598 hingga 1.462 jam. Nilai ini mengindikasikan bahwa mesin mampu beroperasi dalam durasi yang cukup panjang sebelum mengalami kerusakan, sehingga frekuensi gangguan masih berada dalam batas yang wajar. Selain itu, nilai Mean Time To Repair (MTTR) yang diperoleh berada pada kisaran rendah, yaitu antara 1 hingga 7 jam, yang menunjukkan bahwa proses perbaikan dapat dilakukan secara cepat dan efektif. Kondisi ini berdampak pada minimnya waktu henti (*downtime*), sehingga tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kelancaran operasional di lapangan. Parameter Availability yang dihasilkan juga menunjukkan nilai yang sangat tinggi, yaitu berada pada kisaran 99,04% hingga

99,93%, yang mencerminkan tingkat kesiapan operasi mesin yang sangat baik. Tingginya nilai Availability ini menunjukkan bahwa Engine Arrow C-106 memiliki kemampuan untuk beroperasi secara kontinu dengan gangguan yang minimal dalam mendukung proses produksi migas. Secara keseluruhan, kombinasi nilai MTBF yang tinggi, MTTR yang rendah, serta Availability yang sangat baik menunjukkan bahwa Engine Arrow C-106 memiliki performa dan tingkat keandalan yang optimal. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem pemeliharaan yang diterapkan telah berjalan dengan efektif dalam menjaga kinerja mesin, sehingga mampu mendukung kontinuitas produksi migas secara berkelanjutan di PT Pertamina Hulu Rokan.

Referensi

- [1] B. Fikrananda, "Evaluasi Sistem Preventive Maintenance pada Mesin Beveling Untuk Mengurangi Downtime di PT. Artas Energi Petrogas," 2025.
- [2] Z. Zulfahmi and A. Saputra, "Analisis Risiko Kerusakan Mesin (Downtime) Ripple Mill Stasiun Kernel (Studi Kasus PT. Ujong Neubok Dalam)," *SITEKIN J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 19, no. 2, pp. 241–247, 2022.
- [3] E. D. Laksono, "Analysis Of Mean Time Between Failure (MTBF) On Oil Production Machines," *J. Multidisiplin Sahombu*, vol. 5, no. 04, pp. 851–861, 2025.
- [4] S. Silvia, R. I. D. Suyatmo, and M. Murnianti, "Analisis Preventive Maintenance Berdasarkan Mean Time Between Failure (MTBF) Dan Mean Time To Repair (MTTR) Pada Alat Blow Molding Di PT XYZ," *J. Pengabd. Masy. Bangsa*, vol. 2, no. 8, pp. 3471–3478, 2024.
- [5] N. Kontrec, S. Panić, and B. Panić, "Availability based maintenance analysis for system with repair time threshold," *Yugosl. J. Oper. Res.*, vol. 35, no. 3, pp. 585–593, 2025.
- [6] M. Iman, I. A. Eddi, and K. Kundori, "PENGUKURAN LAJU KERUSAKAN DENGAN MENGINDIKASIKAN NILAI MTBF DALAM MANAJEMEN PERAWATAN MESIN PADA PT. AIC," *Artik. Ilm.*, 2023.
- [7] B. Habeahan, H. V. Gea, and R. R. Margana, "Analisis Efektifitas Penerapan Preventive Maintenance menggunakan Mean Time Between Failures dan Mean Time to Repair Terhadap Kinerja Operasional Forklift di PT XYZ," *J. Log. Logist. Supply Chain Cent.*, vol. 4, no. 2, pp. 61–66, 2025.
- [8] M. S. Effendi, N. Rahman, and T. Rahman, "Pengaruh Rata-Rata Nilai Risk Priority Number Pada Failure Mode And Effect Analysis Terhadap Availability UNIT CAT OHT 773D," *POROS Tek.*, vol. 6, no. 2, pp. 88–95, 2014.
- [9] M. S. Jailani, "Teknik pengumpulan data dan instrumen penelitian ilmiah pendidikan pada pendekatan kualitatif dan kuantitatif," *IHSAN J. Pendidik. Islam*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2023.
- [10] U. Sulung and M. Muspawi, "Memahami sumber data penelitian: Primer, sekunder, dan tersier," *Edu Res.*, vol. 5, no. 3, pp. 110–116, 2024.