

PENGUNAAN TEKNIK EVALUASI KEANDALAN MESIN PADA BERBAGAI INDUSTRI DI INDONESIA: *LITERATURE REVIEW*

Iing Pamungkas*

Heri Tri Irawan

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Teuku Umar, Jl. Alue Peunyareng, Gunong Kleng, Kec. Meureubo, Kabupaten
Aceh Barat, Aceh 23681

Hasnita

Program Studi Teknologi Pengelasan Logam
Akademi Komunitas Negeri Aceh Barat, Komplek STTU, Jl. Alue Peunyareng, Ujong Tanoh
Darat, Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23681

Abstract

Reliability of production systems is very important because any breakdown or failure can lead to reduced productivity, increased costs and even restoration of the company's reputation. Attention to system reliability in various industries has increased significantly. The industry recognizes that production system reliability can improve operational efficiency, reduce production downtime, and minimize losses from failures. Therefore, the implementation of the reliability system is a priority in efforts to increase the performance and competitiveness of each industry. The purpose of this study is to determine the use of engine reliability evaluation techniques in various industries in Indonesia. This study uses a literature review method from various published articles which are then identified and analyzed by focusing on the results of the use of reliability evaluation techniques in various industries in Indonesia. The results of the study found that many industries in Indonesia have used reliability techniques, especially in industries that use a lot of machines in their production systems. In addition, current technological developments can be utilized for the development of reliability evaluation techniques such as by utilizing meta-heuristic algorithms, utilizing artificial intelligence (AI), or by using blockchain technology to predict machine breakdown and repair times to obtain optimal results.

Keywords:

Reliability; machine; industry; time to failure; time to repair.

Abstrak

Keandalan sistem produksi menjadi krusial karena setiap gangguan atau kegagalan dapat menyebabkan penurunan produktivitas, peningkatan biaya, dan bahkan merugikan reputasi perusahaan. Perhatian terhadap sistem keandalan pada berbagai industri telah meningkat secara signifikan. Industri menyadari bahwa keandalan sistem produksi dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi waktu henti produksi, dan meminimalkan kerugian akibat kegagalan. Oleh karena itu, implementasi sistem keandalan telah menjadi prioritas dalam upaya meningkatkan kinerja dan daya saing setiap industri. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui penggunaan teknik evaluasi keandalan mesin pada berbagai industri yang ada di Indonesia. Penelitian ini menggunakan metode sistematis kajian literatur dari berbagai artikel yang telah terbit yang kemudian diidentifikasi dan di analisis dengan berfokus pada hasil penggunaan teknik evaluasi keandalan pada berbagai industri di Indonesia. Hasil penelitian menemukan bahwa telah banyak industri di Indonesia menggunakan teknik keandalan, khususnya pada industri yang banyak menggunakan mesin dalam sistem produksinya. Selain itu, perkembangan teknologi saat ini dapat dimanfaatkan untuk pengembangan teknik evaluasi keandalan seperti dengan memanfaatkan algoritma *metaheuristik*, pemanfaatan *artificial intelligent* (AI), ataupun dengan penggunaan teknologi *blockchain* dalam memprediksi waktu terjadinya kerusakan dan perbaikan mesin untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Kata Kunci:

Kendalan; mesin; industri; waktu antar kerusakan; waktu antar perbaikan.

DOI: [10.38038/vocatech.v5i1.128](https://doi.org/10.38038/vocatech.v5i1.128)

Received: 23 Juli 2023 ; Accepted: 25 Agustus 2023 ; Published: 05 September 2023

Citation in APA Style: Pamungkas, I., Irawan, H. T., & Hasnita. (2023). Penggunaan teknik evaluasi keandalan mesin pada berbagai industri di Indonesia. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 5(1), 22-32.

***Corresponding author:**

Iing Pamungkas, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Jalan Alue Peunyareng, Meulaboh, Aceh Barat, 23615, Indonesia.

Email: iingpamungkas@utu.ac.id

1. PENDAHULUAN

Keberadaan beragam industri merupakan faktor pendorong dalam perekonomian global yang berkontribusi secara signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi suatu negara. Pertumbuhan industri yang secara eksponensial telah menjadi puncak perubahan dunia dalam meningkatkan perekonomian suatu negara. Berbagai upaya dilakukan untuk mencapai tingkat keunggulan kompetitif, setiap industri harus memastikan bahwa sistem produksi mereka beroperasi secara efektif dan efisien. Salah satu faktor kunci yang harus diperhatikan dalam mencapai tujuan ini adalah sistem keandalan. Sistem keandalan merujuk pada kemampuan suatu sistem untuk beroperasi tanpa gangguan atau kegagalan yang signifikan dalam jangka waktu tertentu ([Dhillon, 2005](#)). Dalam konteks industri, keandalan sistem produksi menjadi krusial karena setiap gangguan atau kegagalan dapat menyebabkan penurunan produktivitas, peningkatan biaya, dan bahkan merugikan reputasi suatu perusahaan ([Breneman et al., 2022](#)).

Pada beberapa dekade terakhir, perhatian terhadap sistem keandalan pada berbagai industri telah meningkat secara signifikan. Perusahaan menyadari bahwa keandalan sistem produksi dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi waktu henti produksi, dan meminimalkan kerugian akibat kegagalan. Oleh karena itu, implementasi sistem keandalan telah menjadi prioritas dalam upaya meningkatkan kinerja dan daya saing setiap industri. Keandalan adalah kemampuan suatu sistem atau komponen untuk memenuhi fungsi yang dibutuhkan dalam kondisi tertentu selama periode waktu tertentu ([Kapur & Pecht, 2014](#)). Keandalan dijadikan salah satu tolok ukur keberhasilan suatu sistem perawatan sehingga nilai keandalannya sangat bergantung pada sistem perawatan yang diterapkan oleh suatu perusahaan. Nilai keandalan didasarkan pada riwayat waktu antar kerusakan dan waktu antar perbaikan mesin atau umumnya disebut *time to failure* (TTF) dan *time to repair* (TTR) ([Pamungkas et al., 2019](#)). Tingginya nilai keandalan mencerminkan baiknya sistem perawatan yang dilakukan oleh organisasi atau perusahaan ([Pamungkas & Dirhamsyah, 2019](#)).

Mayoritas industri di Indonesia telah banyak mengaplikasikan evaluasi keandalan mesin dalam kegiatan operasi produksinya dan menjadi usaha industri dalam menjaga keberlanjutan dalam sistem produksinya. Untuk mengetahui gambaran industri di Indonesia yang telah menggunakan teknik evaluasi keandalan, maka digunakan metode tinjauan literatur sistematis (*systematic literature review*). *Literature review* merupakan metode yang dapat digunakan untuk melakukan kegiatan penelitian dan sebagai hirarki pembuktian yang populer ([Setiawan & Purba, 2020](#)). *Literature review* menunjukkan bahwa teknik verifikasi yang melalui pendekatan terhadap permasalahan tertentu dalam suatu proses ilmiah sehingga menghasilkan keluaran berupa artikel yang dimaksudkan untuk melakukan penyelidikan ilmiah atau dalam suatu penelitian. ([Kurnia, 2021](#)). Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui penggunaan teknik evaluasi keandalan mesin pada berbagai industri yang ada di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Tujuan utama penelitian ini yaitu untuk mengetahui penggunaan teknik evaluasi keandalan mesin pada berbagai industri yang ada di Indonesia. *Google scholar* sebagai *database* pencarian artikel ilmiah terbesar didunia digunakan sebagai tools untuk mencari artikel yang relevan dengan penelitian ini. Berdasarkan tujuan penelitian, maka dalam mencari artikel terkait digunakan kata kunci diantaranya yaitu “Keandalan Mesin Industri” dan “Keandalan Sistem Industri”. Cakupan pencarian artikel dibatasi mulai dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2023 hingga ditemukannya artikel terkini dan terkait yang sesuai dengan perkembangan berbagai industri di Indonesia saat ini. Adapun upaya yang dilakukan untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan menganalisis artikel yang telah diperoleh, maka digambarkan langkah-langkah sistematis seperti yang ditampilkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tahapan sistematis pelaksanaan penelitian

Berdasarkan Gambar 1, adapun penjelasan mengenai tahapan sistematis pelaksanaan penelitian yaitu sebagai berikut:

- Langkah pertama yaitu pencarian artikel, dimana artikel ditelusuri melalui *google scholar* melalui kata kunci “Keandalan Mesin Industri” dan “Keandalan Sistem Industri”. Total ditemukan lebih dari 100 (seratus) artikel terkait mengenai penggunaan teknik evaluasi keandalan pada berbagai industri di Indonesia yang diperoleh dan kemudian akan dilakukan proses *review*.
- Langkah kedua yaitu penyaringan atau seleksi artikel, dimana artikel yang tidak sesuai dengan tema penelitian, kemudian akan dieliminasi sesuai hasil *review* secara mendalam. Hasil penyaringan atau seleksi artikel, diperoleh 31 (tiga puluh satu) artikel terkait penggunaan metode atau pendekatan teknik evaluasi keandalan pada berbagai industri yang ada di Indonesia.
- Langkah ketiga yaitu merangkum artikel, dimana keseluruhan artikel dirangkum terkait dengan penggunaan teknik evaluasi keandalan pada industri yang ada di Indonesia berdasarkan penulis artikel (*author*), tahun terbit, bidang industri yang menggunakan, serta hasil atau rangkuman keseluruhan dari masing-masing artikel yang diperoleh.
- Langkah keempat yaitu pengelompokan artikel, seluruh artikel yang terkait dengan penggunaan teknik evaluasi keandalan pada berbagai industri di Indonesia kemudian dianalisis berdasarkan beberapa sektor industri dan tahun terbit artikel.
- Langkah kelima yaitu analisis artikel, dimana artikel dianalisis mengenai kelebihan penggunaan evaluasi keandalan pada industri yang ada di Indonesia.
- Langkah terakhir yaitu pengembangan mengenai keilmuan teknik evaluasi keandalan sesuai dengan kemajuan teknologi saat ini yang bertujuan untuk dilakukannya penelitian dimasa yang akan datang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis hasil secara mendalam telah dilakukan untuk 31 (tiga puluh satu) artikel. Daftar lengkap dari artikel yang telah tinjau atau di *review* ditampilkan pada Tabel 1. Hasil *review* dari 31(tiga puluh satu) artikel tersebut dijelaskan dalam 4 (empat) *point* mulai dari rangkuman atau ringkasan, pengelompokan, manfaat penggunaan teknik evaluasi keandalan pada berbagai industri di Indonesia, serta perkembangan teknik evaluasi keandalan untuk penelitian selanjutnya atau di masa yang akan datang. Terdapat 31 artikel (tiga puluh satu) terkait dengan penggunaan teknik evaluasi keandalan mesin pada berbagai industri di Indonesia serta berasal dari berbagai jurnal nasional terpilih yang kemudian ditinjau secara mendalam. Rangkuman atau ringkasan dari 31(tiga puluh satu) artikel yang di *review* ditampilkan melalui Tabel 1 berikut.

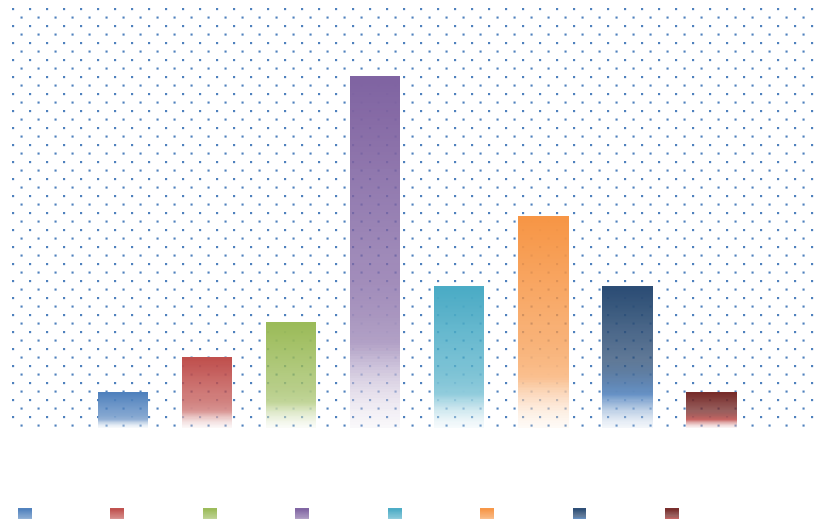
Tabel 1. Klasifikasi artikel berdasarkan tahun penelitian, sektor industri, dan pembahasan hasil penelitian

No.	Penulis dan Tahun	Industri	Hasil
1	Taufik & Hidayanti, 2016	Produksi pipa	Keandalan mesin pada susunan rangkaian seri lebih kecil dibandingkan dengan keandalan mesin yang disusun secara paralel. Nilai Rs dan R sistem yang diperoleh adalah 0,980 dan 0,998.
2	Tanjung et al., 2021	Pembangkit listrik tenaga air	Kondisi PLTA pada tahun 2017 tergolong normal apabila dilihat dari nilai EAF yang mencapai 94,15% dan nilai EFOR rata-rata yaitu sebesar 2,4% dengan jumlah jam pelayanan (SH) yaitu sebanyak 16.912,93 jam dari dua unit.
3	Mujayyin et al., 2020	Pengolahan sampah	Peningkatan kinerja pada laju proses produksi RDF dapat meningkatkan nilai OEE pasca perbaikan yaitu sebesar 45,85% sehingga terjadi peningkatan yaitu sebesar 30,16% dari nilai sebelumnya.
4	Elmiawan, 2019	Ban	Hasil analisis menunjukkan bantalan macet dengan nilai keandalan sebesar 49%, bantalan rusak dengan nilai keandalan sebesar 8,5%, <i>jointless stopper</i> dengan nilai keandalan sebesar 52%, dan baut penghenti dengan nilai keandalan sebesar 50%.
5	Susetyo & Nurhardianto, 2019	Percetakan	Keandalan mesin cetak unit pertama sebesar 99,9%, mesin unit kedua sebesar 92,52%, mesin unit ketiga sebesar 91,85%.

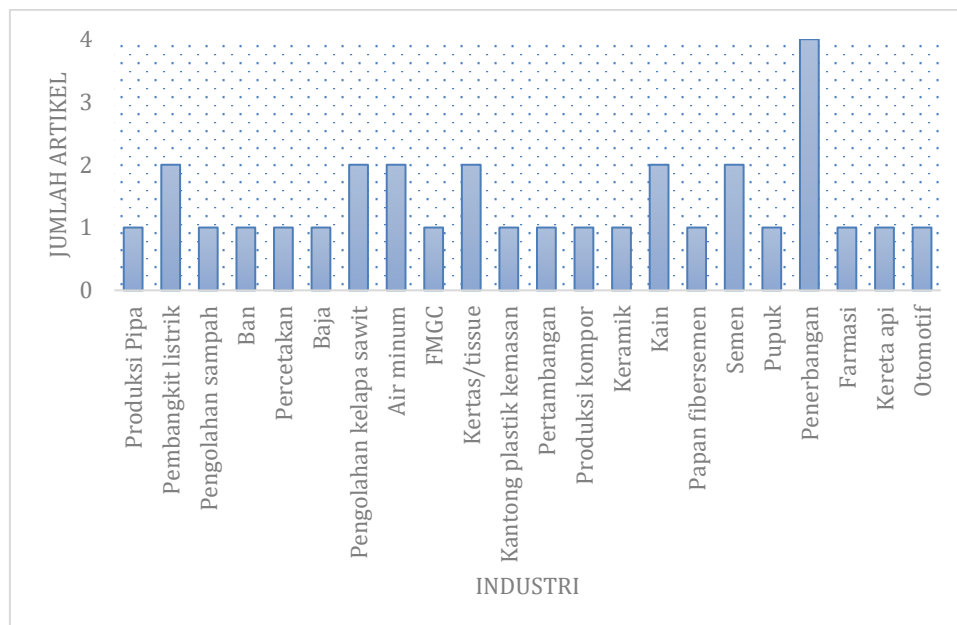
6	Wawan et al., 2017	Baja	Nilai keandalan komponen untuk ketiga mesin utama <i>pump hydraulic</i> adalah 0,3704, 0,4847, 0,4493, 0,5098, 0,375, 0,4546, 0,499, 0,517, 0,50, 0,8993, 0,367, dan 0,319.
7.	Kurniawan & Sholihah, 2019	Pengolahan kelapa sawit	Keandalan mesin <i>screw press</i> pada tahun 2016 lebih tinggi apabila dibandingkan tahun 2015, dimana artinya umur mesin <i>screw press</i> tahun 2016 lebih baik dibandingkan tahun 2015.
8	Prasetyaningsih et al., 2020	Air minum dalam kemasan/Air	Usulan perawatan mesin <i>filling</i> pada siklus ke lima dipercepat dan dilaksanakan secara bersama-sama. Kombinasi perlakuan tersebut dapat meningkatkan keandalan mesin <i>blowing</i> sebesar 26,2% dan mesin <i>filling</i> sebesar 45,21%.
9	Saputra et al., 2018	Pembangkit listrik tenaga uap	Mesin <i>fan mill</i> 1A, 1B, dan 1C memiliki komponen kritis yang serupa yaitu komponen <i>impeller</i> , <i>pressure adjustier</i> dan komponen <i>recycle line</i> .
10	Muhsin & Syaraf, 2018	FMGC	Komponen <i>heat exchanger</i> CF 1, CF 3, dan CF 8 akan mengalami kerusakan berturut-turut setiap 23 hari, 11 hari, dan 29 hari berdasarkan nilai MTTF, dan perlu dilakukan perbaikan berturut-turut selama 5 hari, 4 hari, dan 5 hari berdasarkan nilai MTTR.
11	Bastian et al., 2019	Kertas	Interval waktu untuk usulan penjadwalan pada komponen <i>eelang flexible</i> yaitu diperiksa setiap 33 hari sekali, <i>bearing</i> dilumasi setiap 54 hari sekali dan <i>vant belt</i> diperiksa setiap 45 hari sekali.
12	Sulistyarini et al., 2019	Tisu basah/Kertas	Upaya untuk mencapai target produksi perusahaan dan agar proses produksi menjadi lebih efisien dan efektif, diperlukan tindakan perawatan yang baik dengan memperhatikan nilai keandalan dari setiap komponen kritis.
13	Asmoro & Widiasih, 2022	Kantong plastik kemasan	Komponen <i>ring</i> memiliki keandalan sebesar 60,26%, <i>heater</i> memiliki keandalan sebesar 61,41%, <i>winder</i> memiliki keandalan sebesar 60,26%, <i>take up</i> memiliki keandalan sebesar 62,39%, dan <i>slitting</i> memiliki keandalan sebesar 60,64%.
14	Putro & Sholihah, 2019	Pengolahan kelapa sawit	Keandalan mesin <i>digester</i> pada tahun 2015 lebih tinggi dibandingkan tahun-tahun lainnya, hal ini dibuktikan berdasarkan perhitungan umur mesin <i>digester</i> pada tahun 2015 yaitu lebih dominan dibandingkan tahun 2016.
15	Sutomo et al., 2023	Pertambangan	Strategi perawatan diusulkan berdasarkan pada penggantian secara periodik dalam waktu tertentu (<i>fixed maintenance</i>), berdasarkan kondisi inpeksi (<i>condition based maintenance</i>) dan berdasarkan perlakuan uji fungsi dan kalibrasi (<i>functional test and calibration</i>).
16	Syaripudin et al., 2022	Kompor	Nilai <i>overall availability</i> (Ao) sebesar 88%, dimana nilai tersebut masih dibawah standar dunia ($\geq 90\%$). Hal ini disebabkan oleh <i>downtime</i> komponen yang dominan tinggi yaitu <i>encoder</i> dengan frekuensi kerusakan 86 kali dan <i>downtime</i> sebesar 415 jam.
17	Suhara, 2019	Keramik	Tindakan korektif diperlukan terhadap kondisi mesin dan kualitas material agar mesin mampu memproduksi <i>Mc powder</i> sesuai spesifikasi yang diinginkan perusahaan
18	Cahyadi & Widjajati, 2021	Kain	Jadwal perawatan yang efisien harus dilakukan setiap enam hari sekali dan nilai LCC terendah adalah Rp 450.864.539,85 dengan usia optimal 6 tahun pada mesin.
19	Pratiwi et al., 2021	Papan fibersemen	Perolahan nilai probabilitas keandalan mesin DMB antara lain meliputi 88,42% proses produksi selama 23 jam operasi, 42,25% proses produksi selama 161 jam operasi, dan menurun sebesar 2,70% saat digunakan selama 674 jam proses produksi.
20	Pardiyono & Suryani, 2020	Kain	Usulan jadwal interval waktu perawatan komponen mesin Picanol GTX seri 22844 telah berhasil meningkatkan nilai keandalan masing-masing komponen mesin.

21	Taufik & Arifuddin, 2019	Semen	Nilai keandalan <i>unit boiler</i> I setelah dilakukan pemeliharaan preventif yang diusulkan sebesar 78,87%, dimana hal tersebut meningkat sebesar 32,61%, sedangkan <i>unit boiler</i> II setelah diterapkan pemeliharaan preventif yang diusulkan sebesar 63,24%, dimana hal tersebut meningkat sebesar 13,24%.
22	Utomo, 2018	Pupuk	Nilai kemampurawatan pompa 107-JA adalah pada 2,914 jam, pompa 107-JB adalah pada 3,411 jam, dan pompa 107-JCM adalah pada 3,1 jam. Nilai ketersediaan pompa 107-JA sebesar 84,44%, pompa 107-JB sebesar 92,76% dan pompa 107-JCM sebesar 86,31%.
23	Setiawan et al., 2020	Penerbangan	Jadwal perawatan yang efektif untuk sistem kerja bagian mekanikal, dapat dilaksanakan setelah mencapai 901 jam operasi dengan keandalan sebesar 74,50%, sistem kelistrikan 1001 jam operasi dengan keandalan sebesar 72,72%, dan sistem aktuator pneumatik 4801 jam operasi dengan keandalan sebesar 78,66%.
24	Kusnanto & Sugianto, 2021	Penerbangan	Hasil berupa usulan yang direkomendasikan yaitu dengan menambahkan pengecekan pada komponen <i>High Pressure Valve</i> pada 8.684 FH, <i>Pressure Regulating Valve</i> pada 8.018 FH dan <i>Thermostat</i> pada 10.007 FH.
25	Nisak et al., 2022	PDAM/Air	Usulan penjadwalan mesin pompa air I sehingga fungsi keandalannya 96,7%, mesin pompa air II dengan fungsi keandalannya 96,6%, dan mesin pompa air III dengan fungsi keandalannya 96,6%.
26	Suyuti et al., 2019	Semen	Kerusakan unit <i>crusher</i> selama periode Januari 2012-Januari 2014 yang menjadi penyebab utama kerusakan unit <i>crusher</i> yaitu pada komponen 241 BC2 (<i>Belt Conveyor</i> 2), 231 BC2 (<i>Belt Conveyor</i> 2), 241 BC1 (<i>Belt Conveyor</i> 1), 231 GL1 (<i>Grizzly Feeder Vibrating</i>), dan 241 CR1 (<i>Crusher</i> 1)
27	Rahmanto et al., 2022	Penerbangan	Sistem perawatan pada <i>blade rotor</i> utama untuk waktu yang tepat yaitu selama 200 jam terbang operasional, dengan nilai keandalannya adalah 0,70 atau 70%.
28	Izzaqi et al., 2019	Farmasi	Hasil perhitungan COUR menunjukkan bahwa nilai uang korektif yang hilang yaitu sebesar Rp. 14.260.567.697,19 dan <i>downtime</i> yang hilang sebesar Rp. 33.112.418.213,73.
29	Prasetya et al., 2021	Kereta api	<i>Berdasarkan hasil pop test yang telah dilakukan, ditemukan bahwa salah satu silinder tidak normal karena injektor mengalami tekanan, pegas injektor rusak dan terdapat nozel yang tersumbat.</i>
30	Triyanto & Belyamin, 2021	Pesawat terbang/ penerbangan	Waktu kegagalan <i>plug igniter</i> rata-rata adalah 23.682,4428 jam terbang sehingga perlu dibuat jadwal perawatan baru pada setiap 23.600 jam terbang sehingga dapat meminimalisir terjadinya kegagalan sistem pengapian.
31	Yusuf & Juniani, 2017	Otomotif	Nilai keandalan pada waktu 2.312 jam dari periode waktu 2017 untuk setiap komponen mesin <i>press shearing</i> mekanik adalah 49% untuk tuas kopling macet, 55% untuk pegas lepas, 98% untuk rotor patah, 60% untuk gigi patah, 39% untuk bilah patah aus, 49% karena pengaturan ketinggian yang salah, 39% karena pegas longgar, 18% untuk katup macet, dan 62% untuk kontaktor magnetik.

Selanjutnya, kumpulan artikel diidentifikasi mengenai atribut yang terdapat dalam tinjauan literatur untuk memberikan wawasan yang lebih komprehensif tentang penggunaan dan manfaat menggunakan evaluasi keandalan pada industri di Indonesia. Artikel dikumpulkan dari tahun 2016 hingga 2023 dengan topik khusus terkait penggunaan evaluasi keandalan pada industri di Indonesia. Distribusi artikel menurut tahun dan sektor industri ditampilkan pada Gambar 2 dan 3 berikut.



Gambar 2. Terbitan artikel berdasarkan tahun



Gambar 3. Terbitan artikel berdasarkan sektor industri

Berdasarkan Gambar 2, penggunaan evaluasi keandalan pada berbagai industri di Indonesia cukup banyak dilakukan pada tahun 2019 dan tahun 2021, dan apabila dilihat *trend*-nya dari tahun 2016, cukup mengalami peningkatan. Selain itu, dimulai pada tahun 2020 hingga saat ini, penggunaan evaluasi keandalan pada industri di Indonesia masih banyak digunakan dan menjadi salah satu perhatian bagi industri atau perusahaan.

Berdasarkan Gambar 3, beberapa sektor industri di Indonesia telah menggunakan teknik evaluasi keandalan untuk meminimasi waktu *breakdown* dan meningkatkan produktifitas industri atau perusahaan. Beberapa industri yang terdeteksi telah menggunakan teknik evaluasi keandalan antara lain sektor industri produksi perpipaan, pembangkit listrik, pengolahan sampah, produksi ban, percetakan, baja, pengolahan kelapa sawit, air minum, FMGC, kertas/tissue, kantong plastik kemasan, pertambangan, produksi kompor, keramik, kain, papan fibersemen, semen, pupuk, penerbangan, farmasi, kereta api, dan otomotif.

Setelah diketahui beberapa sektor industri di Indonesia yang telah menggunakan teknik evaluasi keandalan, maka perlu diketahui rangkuman *output* atau hasil yang diperoleh dari penggunaan teknik evaluasi keandalan, antara lain:

- a. Diperolehnya nilai keandalan aktual dan usulan waktu perawatan untuk peningkatan nilai keandalan baik itu secara sistem (industri atau mesin) maupun secara per komponen mesin.
- b. Diperolehnya interval waktu antar kerusakan (*mean time to failure/MTTF*) dan waktu antar perbaikan (*mean time to repair/MTTR*) sehingga industri dapat meminimalisir terjadinya *breakdown* secara tidak terprediksi.
- c. Meningkatkan umur pakai mesin dan menurunkan tingkat keausan mesin.
- d. Sebagai upaya untuk mencapai target produksi perusahaan dan agar proses produksi menjadi lebih efisien dan efektif dengan tindakan pemeliharaan yang baik dengan memperhatikan nilai keandalan dari setiap komponen kritis.
- e. Meminimalisir terjadinya pengeluaran atau *cost* tambahan terhadap perawatan mesin yang tidak terprediksi akibat waktu *delay* produksi yang tinggi.

Teknik evaluasi keandalan mesin secara konvensional telah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari industri di Indonesia. Teknik ini telah banyak digunakan untuk memprediksi waktu terjadinya kerusakan dan perbaikan mesin, sehingga dapat dilakukan tindakan perawatan yang tepat untuk mencegah *downtime* produksi. Namun, teknik konvensional ini masih memiliki beberapa keterbatasan, seperti sulitnya memprediksi kerusakan mesin yang tidak terduga, serta tidak dapat mengakomodasi faktor-faktor eksternal yang dapat mempengaruhi keandalan mesin.

Perkembangan teknologi saat ini memberikan peluang untuk mengembangkan teknik evaluasi keandalan mesin secara lebih optimal. Algoritma *metabeuristic*, *artificial intelligence* (AI), dan *blockchain* merupakan beberapa teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan akurasi prediksi kerusakan dan perbaikan mesin. Algoritma *metabeuristic* dapat digunakan untuk menemukan solusi optimasi yang kompleks, seperti menentukan jadwal perawatan mesin dengan biaya yang minimal. AI dapat digunakan untuk mempelajari data historis kerusakan mesin dan merumuskan model prediksi yang lebih akurat. *Blockchain* dapat digunakan untuk menyimpan data perawatan mesin secara terdistribusi, sehingga dapat diakses oleh berbagai pihak dengan mudah dan aman.

Pengembangan teknik evaluasi keandalan mesin secara inovatif diharapkan dapat memberikan manfaat yang lebih besar bagi industri di Indonesia. Dengan prediksi kerusakan dan perbaikan mesin yang lebih akurat, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi biaya perawatan, dan meningkatkan kualitas produk. Berikut adalah beberapa contoh penerapan teknik evaluasi keandalan mesin secara inovatif di Indonesia:

- a. PT. Pertamina menggunakan algoritma *metabeuristic* untuk menentukan jadwal perawatan mesin di kilang minyaknya. Hasilnya, perusahaan berhasil menghemat biaya perawatan sebesar 10%.
- b. PT. Indofood menggunakan AI untuk memonitor kondisi mesin produksinya. Sistem AI ini dapat mendeteksi kerusakan mesin secara dini, sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan.
- c. PT. Bank Rakyat Indonesia menggunakan *blockchain* untuk menyimpan data perawatan mesin ATM-nya. Sistem *blockchain* ini memastikan bahwa data perawatan mesin dapat diakses secara aman dan transparan oleh berbagai pihak yang berkepentingan.

Teknik evaluasi keandalan mesin secara inovatif merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas industri di Indonesia. Dengan pengembangan teknologi yang berkelanjutan, diharapkan teknik ini dapat memberikan manfaat yang lebih besar bagi industri dan masyarakat secara luas.

4. SIMPULAN

Keberadaan beragam industri merupakan faktor pendorong dalam perekonomian global yang berkontribusi secara signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi suatu negara. Berbagai upaya dilakukan untuk mencapai tingkat keunggulan kompetitif, setiap industri harus memastikan bahwa sistem produksi mereka beroperasi secara efektif dan efisien. Salah satu faktor kunci yang harus diperhatikan dalam mencapai tujuan ini adalah sistem keandalan. Keandalan sistem produksi menjadi krusial karena setiap gangguan atau kegagalan dapat menyebabkan penurunan produktivitas, peningkatan biaya, dan bahkan merugikan reputasi perusahaan. Industri menyadari bahwa keandalan sistem produksi dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi waktu henti produksi, dan meminimalkan kerugian akibat kegagalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan teknik evaluasi keandalan mesin pada berbagai industri yang ada di Indonesia. Penelitian ini menggunakan metode sistematik kajian literatur dari berbagai artikel yang telah terbit yang kemudian diidentifikasi dan di analisis dengan berfokus pada hasil penggunaan teknik evaluasi keandalan pada berbagai industri di Indonesia. Hasil penelitian menemukan bahwa telah banyak industri di Indonesia menggunakan teknik evaluasi keandalan, khususnya pada industri yang menggunakan mesin dalam sistem produksinya. Beberapa industri yang terdeteksi telah menggunakan teknik evaluasi keandalan

antara lain sektor industri produksi perpipaan, pembangkit listrik, pengolahan sampah, produksi ban, percetakan, baja, pengolahan kelapa sawit, air minum, FMGC, kertas/tissue, kantong plastik kemasan, pertambangan, produksi kompor, keramik, kain, papan fibersemen, semen, pupuk, penerbangan, farmasi, kereta api, dan otomotif. Selain itu, perkembangan teknologi saat ini dapat dimanfaatkan untuk pengembangan teknik evaluasi keandalan seperti dengan memanfaatkan algoritma *metaheuristic*, pemanfaatan *artificial intelegent* (AI), ataupun dengan penggunaan teknologi *blockchain* dalam memprediksi waktu terjadinya kerusakan dan perbaikan mesin untuk mendapatkan hasil yang optimal.

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>
- Bastian, A., Atmaji, F. T. D., & Pamoso, A. (2019, Agustus). *Usulan kebijakan perawatan berdasarkan risiko dan evaluasi keandalan untuk penjadwalan perawatan pada mesin escher myss di PT. Kertas Padalarang*. EProceedings of Engineering, Bandung, Indonesia. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/10961>
- Triyanto, A. F. R., Belyamin, B. (2021). *Studi keandalan komponen igniter plug pada pesawat boeing 737-800*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin, Depok, Indonesia. <https://prosiding-old.pnj.ac.id/index.php/sntm/article/view/4003>
- Breneman, J. E., Sahay, C., & Lewis, E. E. (2022). *Introduction to reliability engineering*. John Wiley & Sons. <https://www.wiley.com/en-ca/Introduction+to+Reliability+Engineering%2C+3rd+Edition-p-9781119640653>
- Cahyadi, I. P., & Widjajati, E. P. (2021). Analisis reliabilitas, laju kerusakan, dan analisis biaya pada mesin penenun menggunakan metode LCC di PT XYZ Mojokerto. *JUMINTEN*, 2(3), 83–94. <https://doi.org/10.33005/juminten.v2i3.257>
- Dhillon, B. S. (2005). *Reliability, quality, and safety for engineers*. CRC press.
- Elmiawan, P. (2019). Analisa kehandalan pada mesin jointless dengan metode reliability centered maintenance. *Jurnal Teknologi Dan Terapan Bisnis*, 2(1), 71–80. <https://doi.org/10.0301/jttb.v2i1.64>
- Izzaqi, P. D., Alhilman, J., & Pamoso, A. (2019). Penilaian kinerja berbasis reliability menggunakan metode cost of unreliability (cour) pada mesin fillomatic rotary liquid filler & capper di PT Xyz. *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri (PASTI)*, 13(2), 167–176. <http://dx.doi.org/10.22441/pasti.2019.v13i2.006>
- Kapur, K. C., & Pecht, M. (2014). *Reliability engineering* (Vol. 86). John Wiley & Sons.
- Kurnia, H. (2021). A systematic literature review of performance pyramids system implementation in the manufacture industries. *Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEEM)*, 2(2), 115–126. <http://dx.doi.org/10.22441/ijiem.v2i2.11150>
- Kurniawan, S., & Sholihah, Q. (2019). Analisis keandalan (reliability) pada mesin screw press (studi kasus: PT. Perkebunan Nusantara XIII). *JTAM ROTARY*, 1(1), 55–66. https://doi.org/10.20527/jtam_rotary.v1i1.1403
- Kusnanto, K., & Sugianto, W. (2021). Analisis kehandalan pneumatic system pada pesawat penumpang di PT ABC. *Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE)*, 4(1), 38–47. <https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal/article/view/3078>
- Muhsin, A., & Syarafi, I. (2018). Analisis kehandalan dan laju kerusakan pada mesin continues frying. *Opsi*, 11(1), 28–34. <https://doi.org/10.31315/opsi.v11i1.2198>
- Mujayyin, F., Gunarso, D. A., & Mukhsinin, N. D. (2020). Analisis keandalan teknologi pengolah sampah TPA menjadi bahan bakar refuse derived fuels (RDF) dengan pendekatan six sigma DMAIC. *Jurnal Mekanik Terapan*, 1(2), 133–141. <https://doi.org/10.32722/jmt.v1i2.3360>
- Nisak, K., Nursanti, E., & Priyasmanu, T. (2022). Analisis tingkat keandalan dan penentuan interval waktu pemeliharaan mesin pompa air di perumda air minum tugu tirta Kota Malang. *Jurnal Valtech*, 5(2), 217–223. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/valtech/article/view/5644>
- Pamungkas, I., & Dirhamsyah, M. (2018, September, 12-14). *Monte carlo simulation for predicting the reliability of a boiler in the Nagan Raya steam power plant*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Aceh, Indonesia. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/523/1/012071>
- Pamungkas, I., Irawan, H. T., Arhami, A., & Dirhamsyah, M. (2019). Usulan waktu perawatan dan perbaikan berdasarkan keandalan pada bagian boiler di pembangkit listrik tenaga uap. *Jurnal Optimalisasi*, 5(2), 82–95. <https://doi.org/10.35308/jopt.v5i2.1255>

- Pardiyono, R., & Suryani, P. (2020). Meningkatkan keandalan komponen mesin dan minimasi downtime pada mesin picanol GTX seri 22844. *Sistemik: Jurnal Ilmiah Nasional Bidang Ilmu Teknik*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.53580/sistemik.v8i1.33>
- Prasetya, H. W., Atmaja, D. S., & Hermawan, R. S. (2021). Analisis gangguan hasil uji pop test sebagai parameter kehandalan mesin diesel lokomotif CC 206. *V-MAC (Virtual of Mechanical Engineering Article)*, 6(1), 30–34. <https://doi.org/10.36526/v-mac.v6i1.1282>
- Prasetyaningsih, E., Ruchiyat, I., & Muhammad, C. R. (2020). Penentuan interval waktu perawatan mesin blowing dan mesin filling menggunakan teori reliability dan model age replacement (Studi Kasus pada PT. XYZ):-*Jurnal Sistem Teknik Industri*, 22(2), 1–12. <https://doi.org/10.32734/jsti.v22i2.3762>
- Pratiwi, A. I., Sihombing, B., Sayuti, M., Pradana, N., & Adetia, D. (2021). DMB machine reliability analysis through failure mode effect analysis and reliability block. *OPSI*, 14(1), 81–88. <https://doi.org/10.31315/opsi.v14i1.4745>
- Putro, D. M., & Sholihah, Q. (2019). Analisis keandalan (reliability) pada mesin digester (studi kasus: PT. Smart Tbk Batu Ampar Mill Kotabaru). *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 4(1), 67–76. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v4i1.53>
- Rahmanto, B., Setiawan, F., & Sofyan, E. (2022). Perancangan aktivitas pemeliharaan dengan metode reliability pada sistem main rotor blade helikopter BELL 412EP studi kasus Penerbad Semarang. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Renewable Energy*, 2(1), 9–15. <https://doi.org/10.52158/jamere.v2i1.243>
- Saputra, D. R. F., Sukmono, Y., & Fathimahhayati, L. D. (2018). Analisis reliability pada mesin fan mill unit 1 di PT Cahaya Fajar Kaltim. *Dinamika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 10(1), 1–8.
- Setiawan, F., Sofyan, E., & Putra, D. M. C. (2020). Analisis reliability sistem starter valve untuk merencanakan aktivitas maintenance pada pesawat boeing 737 next generation di PT GMF Aeroasia. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 6(2), 92–103. <https://doi.org/10.56521/teknika.v6i2.272>
- Setiawan, I., & Purba, H. H. (2020). A systematic literature review of key performance indicators (KPIs) implementation. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 1(3), 200–208. <https://doi.org/10.7777/jiemar.v1i3.79>
- Suhara, A. (2019). Analisa keandalan proses mesin spray dryer untuk meningkatkan kualitas keramik (studi kasus di PT. KIA Karawang). *BUANA ILMU*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.36805/bi.v4i1.807>
- Sulistyarini, D. H., Setyarini, P. H., & Cahyawati, A. N. (2019). Analisis keandalan mesin produksi tissue basah. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 10(1), 95–104. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2019.010.01.12>
- Susetyo, A. E., & Nurhardianto, E. (2019). Penentuan komponen kritis untuk mengoptimalkan keandalan mesin cetak. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 5(2), 13–22. <https://doi.org/10.30738/jst.v5i2.5802>
- Sutomo, S., Supardi, S., & Dini, A. (2023). Strategi program perawatan untuk meningkatkan keandalan (reliability) dan ketersediaan (availability) mesin produksi Di Departemen Concentrating. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri & Manajemen*, 1(1), 19–24. <https://jurnal.fti.umi.ac.id/index.php/JRSI/article/view/33>
- Suyuti, M. A., Nasrullah, B., Chandra, M. A., & Kido, M. I. (2019). Analisis keandalan crusher pada pt. Semen Bosowa sebagai dasar penentuan interval waktu perawatan. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 16(2), 131–139. <http://dx.doi.org/10.31963/sinergi.v16i2.1508>
- Syaripudin, M., Budiharjo, B., & Rostikawati, D. A. (2022). Usulan perawatan mesin bending 90° dengan pendekatan preventive maintenance berdasar metode keandalan dan fmea di PT. Rinnai Indonesia-Cikupa. *Jurnal Taguchi: Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 2(2), 175–184. <https://doi.org/10.46306/tgc.v2i2.36>
- Tanjung, A., Jaya, A., Suryanto, S., & Apollo, A. (2021). Evaluasi keandalan PLTA Bakaru. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 19(1), 80–87. <http://dx.doi.org/10.31963/sinergi.v19i1.2762>
- Taufik, A., & Arifuddin, A. (2019). Evaluasi keandalan boiler unit 1 dan 2 BTG (boiler turbine generator) PT. Semen Tonasa menggunakan software weibull++ 6. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 11(1), 1–10. <http://dx.doi.org/10.31963/sinergi.v11i1.1092>
- Taufik, T., & Hidayanti, W. (2016). Keandalan sistem lintasan produksi pembuatan pipa. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 15(2), 143–154. <https://doi.org/10.25077/josi.v15.n2.p143-154.2016>
- Utomo, R. W. (2018). Perencanaan perawatan mesin pump 107 dengan metode reability centered maintenance (RCM) di PT. Petrokimia Gresik. *Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, 1(02), 33–38.

- Wawan, Febianti, E., & Ferdinant, P. F. (2017). Peningkatkan keandalan mesin main pump hydraulic unit pada lini continuous casting (studi kasus: PT. XYZ). *Jurnal Teknik Industri Untirta*, 5(2), 197-202. <http://dx.doi.org/10.36055/jti.v0i0.1807>
- Yusuf, A., & Juniani, A. I. (2017, September, 30). *Analisis keandalan mechanical press shearing machine di perusahaan manufaktur industri otomotif*. Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and Its Application, Surabaya, Indonesia. <https://journal.ppns.ac.id/index.php/CDMA/article/view/324>