



ANALISIS TINGKAT KEGAGALAN DAN PERBAIKAN PADA MESIN IMPACT CRUSHER: PENDEKATAN PERAWATAN PROAKTIF"

Yudi Siswanto¹, Amiruddin¹, Erick Aristya Pradana Putra¹, Muhammad Al Jabar Umar¹, Hendi Lilih Wijayanto^{1a}

¹ Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Politeknik Industri Logam Morowali

Korespondensi:

^aProgram Studi Teknik Perawatan Mesin, Politeknik Industri Logam Morowali, 94974, Sulawesi Tengah, Indonesia,
E-mail: hendilw@gmail.com

ABSTRAK

Mesin Impact Crusher adalah jenis mesin penghancur yang digunakan untuk mengubah ukuran material menjadi lebih kecil dengan cara memanfaatkan energi kinetik dari palu atau batang yang berputar dengan kecepatan tinggi. Kurangnya perawatan preventif, seperti pelumasan dan pemeriksaan berkala, dapat menyebabkan kegagalan komponen yang kritis, sehingga sangat penting dalam berbagai industri yang membutuhkan pengolahan material padat. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis menyeluruh terhadap tingkat kegagalan seperti keausan pada hammer, kerusakan pada bearing dan kemacetan pada rotor yang sering terjadi pada mesin impact crusher dan mengembangkan pendekatan perawatan proaktif yang efektif. Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian studi kasus selama 1 tahun dengan data kuantitatif dan kualitatif tentang kegagalan pada Mesin Impact Crusher. Dengan perancangan metodologi penelitian yang sistematis diharapkan juga menjadikan penelitian yang akan dilakukan menjadi lebih terarah untuk mencapai tujuan sebagaimana yang diharapkan dalam perumusan tujuan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan jumlah kegagalan dan jam operasi selama 12 bulan, serta rata-rata tingkat kegagalan dan Mean Time Between Failures MTBF. Total kegagalan selama 12 bulan adalah 23 kegagalan, dan total jam operasi selama 12 bulan adalah 8.460 jam. Rata-rata tingkat kegagalan selama 12 bulan adalah 2,7 kegagalan per 1.000 jam, dan rata-rata MTBF selama 12 bulan adalah 368 jam. Data tersebut menunjukkan bahwa tingkat kegagalan mesin impact crusher bervariasi setiap bulannya.

Kata kunci: impact crusher, tingkat kegagalan, perbaikan, perawatan proaktif

ABSTRACT

An impact crusher machine is a type of crushing machine that is used to change the size of material to a smaller size by utilizing kinetic energy from a hammer or rod rotating at high speed. The use of this machine allows the material crushing process to be more efficient and effective, so it is very important in various industries that require processing of solid materials. This research aims to conduct a comprehensive analysis of the failure rates that often occur in impact crusher machines and develop an effective proactive maintenance approach. The research methodology is structured systematically so that each stage has close links between the other stages. By designing a systematic research methodology, it is hoped that the research that will be carried out will be more focused on achieving the objectives as expected in the formulation of the objectives. The results of this study show the number of failures and operating hours over 12 months, as well as the average failure rate and MTBF. The 12-month total of failures was 23, and the 12-month total of

operating hours was 8,460 hours. The 12-month average failure rate was 2.7 failures per 1,000 hours, and the 12-month average MTBF was 368 hours. This data shows that the failure rate of impact crusher machines varies every month.

Keywords: *impact crusher, failure rate, repair, proactive maintenance.*

1. PENDAHULUAN

Kawasan IMIP atau Indonesia Morowali Industrial Park merupakan salah satu kawasan industri terintegrasi yang berlokasi di Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah, Indonesia. Kawasan industri ini fokus pada pengolahan mineral nikel menjadi produk olahan yang lebih bernilai tambah. Sebagai kawasan industri terintegrasi yang mengkhususkan diri dalam pengolahan mineral nikel, Kawasan IMIP memiliki berbagai macam mesin dan peralatan yang digunakan dalam proses produksinya. Mesin-mesin tersebut mencakup berbagai tahap dalam rangkaian proses pengolahan nikel, mulai dari tahap penambangan hingga tahap pengolahan menjadi produk akhir seperti feronikel dan nikel pig iron (NPI). Salah satunya Mesin impact crusher merupakan salah satu peralatan vital dalam industri pertambangan, konstruksi, dan penghancuran material. Mesin Impact Crusher adalah jenis mesin penghancur yang digunakan untuk mengubah ukuran material menjadi lebih kecil dengan cara memanfaatkan energi kinetik dari palu atau batang yang berputar dengan kecepatan tinggi (1)(2). Mesin ini sering digunakan dalam industri pertambangan, konstruksi, metalurgi, dan industri lainnya untuk menghancurkan material seperti batuan, bijih, beton, dan aspal menjadi ukuran yang lebih kecil dan seragam (3).

Mesin Impact Crusher memiliki berbagai jenis dan ukuran, tergantung pada kebutuhan aplikasi dan jenis material yang akan dihancurkan (4). Penggunaan mesin ini memungkinkan proses penghancuran material menjadi lebih efisien dan efektif, sehingga sangat penting dalam berbagai industri yang membutuhkan pengolahan material padat (5). Kinerja optimal mesin ini sangat penting untuk menjaga produktivitas dan efisiensi operasional dalam berbagai aplikasi industri (6). Namun, seperti halnya mesin-mesin lainnya, mesin impact crusher juga rentan terhadap berbagai kegagalan dan kerusakan yang dapat mengganggu proses produksi (7). Dalam konteks ini, penting untuk mengembangkan strategi perawatan yang proaktif dan efektif guna mencegah kegagalan mesin serta memperpanjang umur pakai komponen-komponen kritis (8). Pendekatan perawatan proaktif melibatkan analisis tingkat kegagalan dan perbaikan yang mendalam, sehingga memungkinkan identifikasi masalah potensial sebelum terjadi dan mengambil tindakan yang tepat untuk mencegahnya (9).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis menyeluruh terhadap tingkat kegagalan yang sering terjadi pada mesin impact crusher dan mengembangkan pendekatan perawatan proaktif yang efektif. Dengan memahami pola kegagalan yang umum terjadi, kita dapat mengidentifikasi faktor-faktor penyebab utama serta menerapkan strategi perbaikan yang tepat guna meningkatkan kinerja dan keandalan mesin. Melalui pendekatan perawatan proaktif, diharapkan dapat tercapai dengan mencegah kegagalan yang dapat diprediksi, waktu henti produksi akibat perbaikan darurat dapat diminimalkan, sehingga produktivitas dan efisiensi operasional tetap terjaga (10). Meningkatkan keandalan mesin dengan mengidentifikasi dan mengatasi masalah secara dini, umur pakai komponen-komponen kritis dapat diperpanjang, sehingga mesin dapat beroperasi dengan lebih stabil dan efektif (11). Penelitian ini akan mencakup metode analisis kegagalan, identifikasi pola kegagalan yang umum, pengembangan strategi perawatan proaktif berdasarkan temuan analisis, dan evaluasi efektivitas pendekatan perawatan yang diimplementasikan pada mesin impact crusher. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kinerja dan keandalan mesin impact crusher serta mengoptimalkan praktik perawatan di industri terkait.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian studi kasus selama 1 tahun dengan data kuantitatif dan kualitatif tentang Perbaikan pada Mesin Impact Crusher. Metodologi penelitian disusun secara sistematis sehingga setiap tahap memiliki kaitan erat antar tahap lainnya. Dengan perancangan metodologi penelitian yang sistematis diharapkan juga menjadikan penelitian yang akan dilakukan menjadi lebih terarah untuk

mencapai tujuan sebagaimana yang diharapkan dalam perumusan tujuan. Desain metodologi pada penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Identifikasi Variabel dan Parameter. Identifikasi variabel yang akan diteliti, seperti tingkat kegagalan mesin, jenis kegagalan yang paling sering terjadi, faktor penyebab kegagalan
2. Studi Literatur. Tinjauan pustaka akan dilakukan untuk mempelajari literatur yang relevan
3. Sampel dan Data. Kumpulkan data historis terkait kegagalan yang pernah terjadi pada mesin tersebut, termasuk jenis kegagalan, waktu henti, biaya perbaikan, dan faktor penyebabnya pada Mesin Impact Crusher.
4. Analisis Tingkat Kegagalan. Hitung tingkat kegagalan (failure rate) dengan menggunakan metode yang sesuai, seperti MTBF (Mean Time Between Failures) atau RPN (Risk Priority Number).
5. Analisis Faktor Penyebab Kegagalan. Identifikasi faktor-faktor penyebab kegagalan berdasarkan analisis data dan pengamatan langsung pada mesin.
6. Perancangan Strategi Perbaikan. Strategi perbaikan proaktif meliputi penjadwalan perawatan preventif, perbaikan desain mesin, penggunaan pelumas yang tepat, pelatihan operator, dan sebagainya.
7. Hasil dan Kesimpulan. Kesimpulan terkait keberhasilan atau kekurangan dari pendekatan perawatan proaktif yang telah diterapkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 1. ini memberikan catatan tentang kegagalan historis yang dialami oleh mesin impact crusher, mencakup berbagai jenis kegagalan, tanggal, dan deskripsi.

Table 1. Data historis terkait kegagalan pada mesin impact crusher

No	Tanggal	Jenis Kegagalan	Deskripsi Kegagalan
1	10/10/2023	Overheating	Mesin terlalu panas, menyebabkan shutdown otomatis
2	03/12/2023	Bearing rusak	Bearing utama rusak, mengakibatkan getaran
3	14/12/2023	Pemutusan v belt	V belt penggerak putus, mesin tidak beroperasi
4	03/01/2024	Keausan Pisau	Pisau pemecah aus, berdampak pada kualitas output
5	14/02/2024	Kerusakan Liner	Liner pemecah rusak, menyebabkan kebocoran material
6	31/03/2024	Overload	Mesin terlalu banyak bahan, overload dan mati
7	18/04/2024	Kelelahan Struktur	Struktur mesin mengalami kelelahan, retak pada beberapa titik
8	18/05/2024	Keausan pada batu rumah bearing	Benturan terus menerus oleh material

Berikut ini adalah tabel 2. yang merangkum jenis-jenis kegagalan yang paling sering terjadi pada mesin impact crusher

Tabel 2 Jenis Kegagalan yang Paling Sering Terjadi

No	Komponen	Kerusakan paling sering terjadi
1	Palu Penghancur	<ul style="list-style-type: none"> - Palu penghancur sering mengalami keausan atau sobek akibat benturan dengan material yang keras. - Palu yang aus dapat mengurangi efisiensi penghancuran dan mengganggu kinerja mesin secara keseluruhan.
2	Bantalan (Bearing)	<ul style="list-style-type: none"> - Bantalan yang aus atau rusak dapat mengakibatkan peningkatan gesekan, suara berisik, dan risiko kegagalan pada sistem penggerak. - Kebocoran pada bantalan juga dapat mengurangi pelumasan yang diperlukan untuk menjaga kinerja mesin.

3	Lining Plate dan Grid Plate	- Lining plate yang aus atau sobek dapat mengakibatkan kerusakan pada chamber crushing dan mengurangi efisiensi penghancuran. - Grid plate yang rusak juga dapat mempengaruhi distribusi material yang dihancurkan
4	Elektrikal	- Korsleting atau hubung singkat pada kabel listrik dapat menyebabkan mesin mati mendadak dan mengganggu proses operasional.

Tabel 3. Faktor Penyebab Kegagalan

No	Deskripsi	Faktor Penyebab Kegagalan
1	Pemakaian dan Penggunaan yang Intensif	- Penggunaan mesin secara terus-menerus atau di lingkungan yang keras dapat mempercepat keausan dan kegagalan komponen mesin.
2	Kualitas Material dan Maintenance	- Penggunaan material yang kurang berkualitas pada komponen mesin seperti palu penghancur dan bantalan dapat menyebabkan kegagalan lebih cepat. - Kurangnya perawatan preventif dan pemeliharaan berkala juga dapat meningkatkan risiko kegagalan mesin.
3	Kondisi Lingkungan Kerja	- Kondisi lingkungan yang ekstrim seperti suhu tinggi, kelembaban, debu, dan korosi dapat merusak komponen mesin secara bertahap.
4	Kesalahan Operasional	- Pengoperasian mesin yang tidak sesuai dengan panduan atau overloading dapat menyebabkan kerusakan pada komponen tertentu.

Metode Perawatan yang Telah Diterapkan pada Mesin Impact Crusher:

1. Perawatan Preventif, Pengecekan rutin terhadap kondisi komponen seperti palu penghancur, bantalan, lining plate, dan grid plate. Pelumasan yang teratur pada bantalan dan sistem penggerak.
2. Perbaikan dan Penggantian Komponen, Perbaikan atau penggantian palu penghancur yang aus atau rusak. Penggantian bantalan yang aus atau bermasalah.
3. Pelatihan Operator, Melakukan pelatihan kepada operator untuk memastikan pengoperasian mesin yang benar dan menghindari kesalahan yang dapat menyebabkan kerusakan.
4. Monitoring dan Analisis Kinerja, Penerapan sistem monitoring kondisi (condition monitoring) untuk memantau kinerja mesin secara real-time dan mendeteksi potensi kegagalan lebih awal.
5. Perbaikan Desain, Menerapkan perbaikan atau modifikasi desain pada komponen mesin yang rentan terhadap kegagalan untuk meningkatkan ketahanan dan kinerja.

Dengan mengidentifikasi jenis kegagalan yang sering terjadi, faktor penyebabnya, dan metode perawatan yang telah diterapkan, dapat dilakukan analisis yang lebih mendalam untuk meningkatkan efektivitas perawatan proaktif pada mesin Impact Crusher.

Mengitung tingkat kegagalan (*failure rate*)

Untuk menghitung tingkat kegagalan (*failure rate*) pada mesin Impact Crusher, memerlukan informasi yang spesifik tentang jumlah kegagalan yang terjadi pada mesin dan periode waktu tertentu. Dengan data tersebut, dapat menggunakan rumus berikut untuk menghitung tingkat kegagalan:

$$\text{Tingkat Kegagalan} = \frac{\text{Jumlah Kegagalan}}{\text{Total Waktu Operasi}} \times 100\%$$

Tabel menghitung tingkat kegagalan (*failure rate*) berdasarkan data historis kegagalan pada mesin impact crusher.

Tabel 4. Tingkat kegagalan (*failure rate*)

Periode	Jumlah Kegagalan	Jumlah Jam Operasi	Tingkat Kegagalan (Failure Rate)
Januari	2	744 jam	2 kegagalan per 744 jam
Februari	3	672 jam	3 kegagalan per 673 jam
Maret	1	744 jam	1 kegagalan per 744 jam
April	2	720 jam	2 kegagalan per 720 jam
Mei	1	744 jam	1 kegagalan per 744 jam
Juni	2	720 jam	2 kegagalan per 720 jam
Juli	4	744 jam	4 kegagalan per 744 jam
Agustus	2	744 jam	2 kegagalan per 744 jam
September	2	720 jam	2 kegagalan per 720 jam
Oktober	1	744 jam	1 kegagalan per 744 jam
November	1	720 jam	1 kegagalan per 720 jam
Desember	2	744 jam	2 kegagalan per 744 jam
Total	23	8.460 jam	Rata-rata 2 kegagalan per 705 jam

Dari tabel 4 di atas menunjukkan periode analisis tingkat kegagalan mesin impact crusher selama 12 bulan, dari Januari hingga Desember. mencatat jumlah kegagalan mesin impact crusher yang terjadi setiap bulannya. Jumlah kegagalan terbanyak terjadi pada bulan Juli dengan 4 kegagalan, sedangkan jumlah kegagalan terkecil terjadi pada bulan Februari dengan 1 kegagalan. umlah jam operasi terbanyak terjadi pada bulan Januari dengan 744 jam, sedangkan jumlah jam operasi terkecil terjadi pada bulan April dengan 720 jam. Tingkat kegagalan dihitung dengan membagi jumlah kegagalan dengan jumlah jam operasi dan dikalikan 100%. Tingkat kegagalan terbanyak terjadi pada bulan Juli dengan 4 kegagalan per 744 jam, sedangkan tingkat kegagalan terkecil terjadi pada bulan Februari dengan 1 kegagalan per 744 jam. Total menunjukkan jumlah kegagalan dan jam operasi selama 12 bulan, serta rata-rata tingkat kegagalan. Total kegagalan selama 12 bulan adalah 23, dan total jam operasi selama 12 bulan adalah 8.460 jam. Rata-rata tingkat kegagalan selama 12 bulan adalah 2 kegagalan per 705 jam.

Mean Time Between Failures (MTBF)

Mean Time Between Failures (MTBF) adalah metrik yang digunakan dalam rekayasa keandalan untuk mengukur kinerja suatu sistem atau perangkat dengan menentukan waktu rata-rata antara dua kegagalan berturut-turut. Dalam konteks mesin atau peralatan, MTBF mengacu pada rata-rata waktu (dalam satuan waktu seperti jam, hari, bulan, dll.) yang berlalu antara satu kegagalan dengan kegagalan berikutnya. MTBF penting karena memberikan gambaran tentang keandalan sistem atau perangkat dalam jangka waktu tertentu. Semakin tinggi nilai MTBF, semakin andal sistem atau perangkat tersebut dianggap. MTBF biasanya diukur dalam jam atau siklus operasi tergantung pada jenis mesin atau peralatan yang dievaluasi.

$$MTBF = \frac{\text{Total Waktu Operasi}}{\text{Jumlah Kegagalan}}$$

Risk Priority Number (RPN):

RPN digunakan dalam analisis risiko untuk menentukan tingkat prioritas dari suatu potensi kegagalan atau risiko. RPN dihitung dengan mengalikan tiga faktor, yaitu:

- *Severity* (Keparahan): Seberapa parah konsekuensi dari kegagalan tersebut (biasanya dinilai dengan skala tertentu, misalnya 1-10).
- *Occurrence* (Kejadian): Seberapa sering kemungkinan kegagalan tersebut terjadi (skala 1-10).
- *Detection* (Deteksi): Seberapa mudah kegagalan tersebut dapat dideteksi sebelum menyebabkan kerusakan (skala 1-10).

Formula RPN adalah:

$$RPN = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{detection}$$

jika Severity = 7, Occurrence = 5 dan Detection = 8, maka RPN-nya adalah

$$RPN = 7 \times 5 \times 8 = 280$$

Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi prioritasnya dalam penanganan risiko.

Tabel 5 untuk *Mean Time Between Failures* (MTBF) dan *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan data historis kegagalan pada mesin impact crusher.

Tabel 5. *Mean Time Between Failures*

periode	Jumlah Kegagalan	Jumlah Jam Operasi	MTBF (Jam)	RPN
Januari	2	744 jam	375	140
Februari	3	672 jam	224	160
Maret	1	744 jam	744	120
April	2	720 jam	360	140
Mei	1	744 jam	744	120
Juni	2	720 jam	360	140
Juli	4	744 jam	186	180
Agustus	2	744 jam	372	140
September	2	720 jam	360	140
Oktober	1	744 jam	744	120
November	1	720 jam	720	120
Desember	2	744 jam	372	140
Total	23	8.460 jam	5.561	-

Dari tabel diatas menunjukkan jumlah kegagalan dan jam operasi selama 12 bulan, serta rata-rata tingkat kegagalan dan MTBF. Total kegagalan selama 12 bulan adalah 23, dan total jam operasi selama 12 bulan adalah 8.460 jam. Rata-rata tingkat kegagalan selama 12 bulan adalah 2,7 kegagalan per 1.000 jam, dan rata-rata MTBF selama 12 bulan adalah 368 jam. Dari tabel tersebut. Bahwa tingkat kegagalan mesin impact crusher bervariasi setiap bulannya. Tingkat kegagalan terbanyak terjadi pada bulan Juli, sedangkan tingkat kegagalan terkecil terjadi pada bulan Februari. MTBF terendah terjadi pada bulan Juli, sedangkan MTBF tertinggi terjadi pada bulan Oktober. RPN tertinggi terjadi pada bulan Juli, sedangkan RPN terendah terjadi pada bulan Februari.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini maka di dapat disimpulkan beserta saran yang diberikan adalah sebagai berikut

1. Kegagalan yang paling sering terjadi pada mesin impact crusher melibatkan komponen seperti palu penghancur, bantalan, dan lining plate.
2. Kurangnya perawatan preventif dan pemeliharaan berkala juga memperparah risiko kegagalan.
3. Dari data tingkat kegagalan rata-rata mesin impact crusher adalah sekitar 2 kegagalan per 705 jam operasi.
4. Rata-rata MTBF selama 12 bulan adalah 368 jam, dengan MTBF tertinggi terjadi pada bulan Oktober dan terendah pada bulan Juli.
5. Mengoptimalkan pelatihan operator untuk memastikan pengoperasian yang benar dan mengurangi kesalahan operasional.

Pendekatan perawatan proaktif harus dilakukan secara berkelanjutan. Hal ini harus terus memantau dan mengevaluasi program perawatan dan melakukan penyesuaian yang diperlukan. Dengan demikian, dapat memastikan bahwa mesin Impact Crusher Anda selalu dalam kondisi optimal dan aman. Dengan menerapkan tersebut, diharapkan tingkat kegagalan mesin impact crusher dapat dikurangi dan keandalan mesin dapat ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Yuan Q, Wang L, Xie G, Gu S, Khan NM, Jiao Z, et al. Evaluation of the Energy Consumption and Fractal Characteristics of Different Length-Diameter Ratios of Coal under Dynamic Impact. *Energies*. 2022;15(15).
2. Cárdenas D, Parra-Tsunekawa I, Leiva F, Ruiz-del-Solar J. Automatic Determination of Rock-Breaking Target Poses for Impact Hammers. *Energies*. 2022;15(17):1–24.
3. Saeed AS, Abdul Nasar R, AL-Shudeifat MA. A review on nonlinear energy sinks: designs, analysis and applications of impact and rotary types. Vol. 111, *Nonlinear Dynamics*. Springer Netherlands; 2023. 1–37 p.
4. Tu S, Jia M, Wang L, Feng S, Huang S. A Dynamic Scheduling Model for Underground Metal Mines under Equipment Failure Conditions. *Sustain*. 2023;15(9).
5. Zhang X, Song X, Wu S. Simulation of collapse failure process of rock slope based on the smoothed particle hydrodynamics method. *Front Earth Sci*. 2022;10(May):1–10.
6. Chen Y, Wang Z, Hui Q, Zhang Z, Zhang Z, Huo B, et al. Influence of Gas Pressure on the Failure Mechanism of Coal-like Burst-Prone Briquette and the Subsequent Geological Dynamic Disasters. *Sustain*. 2023;15(10).
7. Li S, Gao M, Wu B, Xu Y, Li Y, Zeng G. Dynamic compressive failure of coal at different burial depths. *Geomech Geophys Geo-Energy Geo-Resources*. 2023;9(1).
8. Zhou Z, Zhou Q, Qin K, Li S, Zhang K, Yuan T, et al. The Particle Breakage Effect on Abrasive Wear Process of Rubber/Steel Seal Pairs under High/Low Pressure. *Polymers (Basel)*. 2023;15(8).
9. Montella E, Iodice S, Bernardo C, Frangiosa A, Pascarella G, Santalucia I, et al. Integrated System for the Proactive Analysis on Infection Risk at a University Health Care Establishment Servicing a Large Area in the South of Italy. *J Patient Saf*. 2023;19(5):313–22.
10. Manchadi O, Ben-Bouazza FE, Jioudi B. Predictive Maintenance in Healthcare System: A Survey. *IEEE Access*. 2023;11(May):61313–30.
11. Xiao H, Yan Y, Kou G, Wu S. Optimal Inspection Policy for a Single-Unit System Considering Two Failure Modes and Production Wait Time. *IEEE Trans Reliab*. 2023;72(1):395–407.