

## ROOT CAUSE ANALYSIS KERUSAKAN SISTEM PENGGEREMAN SPINDEL MESIN FRAIS AJAX MODEL N2A MKV MENGGUNAKAN METODE 5 WHY

Riswanda<sup>1</sup>, Niko Julianto<sup>1\*</sup>, Masdani<sup>1</sup>, Fajar Aswin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Manufaktur Bangka Belitung, Sungailiat

Corresponding Author: nikoo.aja20@gmail.com

### ABSTRAK

*Sistem pengereman spindel merupakan salah satu komponen penting pada mesin frais yang berfungsi menghentikan putaran spindel secara cepat setelah proses pemesinan selesai. Kerusakan pada sistem pengereman dapat menurunkan tingkat keselamatan kerja, mengurangi efisiensi proses pemesinan, serta mempercepat keausan komponen mesin. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi akar penyebab kerusakan sistem pengereman spindel pada mesin frais Ajax Model N°2A M<sup>K</sup>V menggunakan metode Root Cause Analysis (RCA) dengan pendekatan 5 Why. Metode penelitian dilakukan melalui observasi langsung terhadap kondisi mesin, studi manual book, pengujian sistem kelistrikan menggunakan multimeter, serta analisis penyebab kerusakan menggunakan metode 5 Why. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pengereman spindel gagal bekerja akibat terjadinya hubungan singkat (short circuit) pada kumparan (coil) motor elektromagnetik. Kondisi tersebut menyebabkan arus berlebih pada rangkaian AC ke DC sehingga dioda bridge dan fuse mengalami kerusakan berulang. Faktor utama penyebab kerusakan berasal dari umur pakai kumparan yang telah mengalami penurunan kualitas akibat penggunaan dalam jangka waktu lama. Metode 5 Why mampu mengidentifikasi akar penyebab kerusakan secara sistematis sehingga dapat dijadikan dasar dalam penyusunan tindakan perbaikan dan program preventive maintenance untuk meningkatkan keandalan mesin.*

*Kata kunci: Root Cause Analysis, 5 Why, pengereman spindel, mesin frais Ajax, preventive maintenance.*

### ABSTRACT

*The spindle braking system is one of the most important components in a milling machine because it stops spindle rotation immediately after machining. Failure of the braking system reduces operational safety, decreases machining efficiency, and accelerates component wear. This study aims to identify the root cause of spindle braking system failure in an Ajax Model N°2A M<sup>K</sup>V milling machine using the Root Cause Analysis (RCA) method with the 5 Why approach. Data were collected through direct observation, machine manual review, electrical testing using a multimeter, and systematic root cause analysis. The results indicate that the braking system failed due to a short circuit in the electromagnetic motor coil, causing excessive current in the AC-to-DC braking circuit. Consequently, the bridge rectifier diode and fuse repeatedly failed. The root cause was identified as coil deterioration caused by prolonged service life. The 5 Why method effectively identified the root cause and provided a basis for corrective actions and preventive maintenance to improve machine reliability.*

*Keywords: Root Cause Analysis, 5 Why, spindle brake, milling machine, preventive maintenance.*

## 1. PENDAHULUAN

Mesin frais merupakan mesin perkakas yang banyak digunakan dalam industri manufaktur maupun laboratorium pendidikan. Salah satu sistem penting pada mesin frais adalah sistem pengereman spindel yang berfungsi menghentikan putaran spindel dengan cepat setelah motor dimatikan sehingga meningkatkan keselamatan kerja dan efisiensi proses pemesinan. Kerusakan pada sistem pengereman dapat menyebabkan spindel tidak berhenti secara normal, meningkatkan risiko kecelakaan, serta mengganggu kinerja mesin. Berdasarkan hasil observasi pada mesin frais Ajax model N°2A M<sup>K</sup>V di Laboratorium Rekayasa Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, sistem pengereman tidak berfungsi karena fuse terus putus meskipun dioda bridge telah diganti. Hasil pengujian menunjukkan adanya *short circuit* pada kumparan (*coil*) motor pengereman sebagai penyebab utama kerusakan.

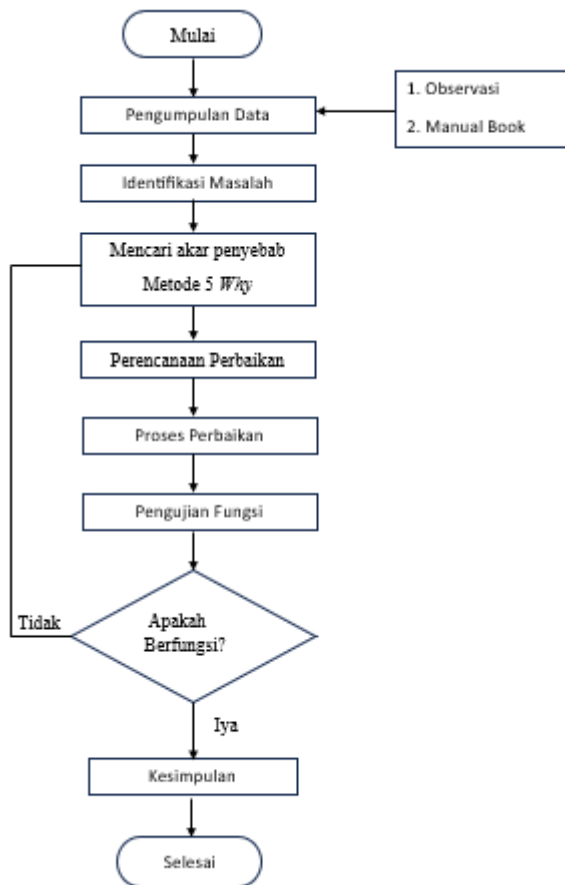
Penelitian sebelumnya telah menerapkan metode *Root Cause Analysis (RCA)* dan *5 Why* untuk menganalisis kerusakan pada berbagai sistem mesin. Namun, penelitian yang secara khusus membahas analisis akar penyebab kerusakan sistem pengereman spindel pada mesin frais Ajax model N°2A M<sup>K</sup>V masih terbatas (Suswanto et al., 2025). Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode *5 Why* untuk mengidentifikasi akar penyebab kerusakan secara sistematis.

Kontribusi penelitian ini adalah mengidentifikasi akar penyebab kerusakan sistem pengereman spindel, menyusun rekomendasi tindakan perbaikan, serta memberikan usulan *preventive maintenance* guna mencegah kerusakan berulang dan meningkatkan keandalan mesin frais.

## 2. METODE

Flowchart penelitian dimulai dengan pengumpulan data melalui observasi dan studi manual book untuk memperoleh informasi mengenai kondisi dan sistem kerja mesin. Selanjutnya dilakukan identifikasi masalah pada sistem pengereman spindel, kemudian dianalisis menggunakan metode *5 Why* untuk menemukan akar penyebab kerusakan.

Berdasarkan hasil analisis, disusun perencanaan perbaikan yang dilanjutkan dengan proses perbaikan pada komponen yang mengalami kerusakan. Setelah itu dilakukan pengujian fungsi untuk memastikan sistem pengereman telah bekerja dengan baik. Jika hasil pengujian belum sesuai, proses kembali ke tahap analisis akar penyebab. Apabila sistem telah berfungsi normal, penelitian diakhiri dengan penarikan kesimpulan. Dapat dilihat pada Gambar 1. *Flowchat*.



Gambar 1. *Flowchat*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Identifikasi Kerusakan Sistem Pengereman Spindel

Berdasarkan hasil observasi pada mesin frais Ajax Model N2A MKV, diketahui bahwa sistem pengereman spindel tidak bekerja secara normal. Gejala kerusakan ditunjukkan ketika tombol push button stop ditekan, spindel tidak langsung berhenti, melainkan masih berputar selama beberapa detik. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem pengereman elektromagnetik gagal menghasilkan gaya pengereman yang diperlukan untuk menghentikan putaran spindel.

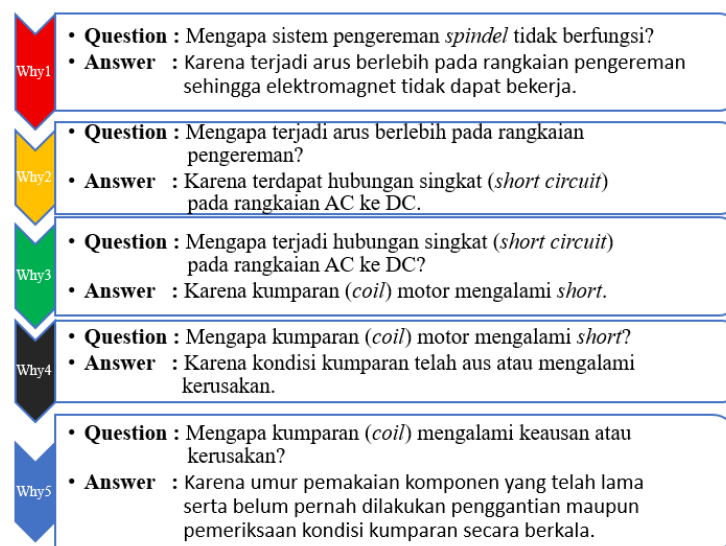
Pemeriksaan awal dilakukan terhadap rangkaian pengereman berdasarkan wiring diagram mesin. Dari hasil pengujian diketahui bahwa dioda bridge SKB 15/16 A2 mengalami kerusakan sehingga arus AC tidak dapat diubah menjadi arus DC untuk mengaktifkan elektromagnet pengereman. Setelah dilakukan penggantian dioda bridge dan fuse (F3), fuse kembali putus saat panel mesin dihidupkan. Hal tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat gangguan lain pada rangkaian pengereman.

Pemeriksaan lanjutan menggunakan multimeter menunjukkan adanya hubungan singkat (*short circuit*) pada kumparan (*coil*) motor pengereman. Kerusakan tersebut menyebabkan arus listrik yang mengalir pada rangkaian melebihi kapasitas fuse sehingga fuse kembali putus sebagai sistem pengaman. Dengan demikian, penyebab utama kegagalan pengereman tidak hanya berasal dari dioda bridge, tetapi juga dari kondisi kumparan motor yang telah mengalami kerusakan.

| Tabel 1. Pemeriksaan Awal Dilakukan Terhadap Rangkaian Pengereman |                           |               |                                     |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------|-------------------------------------|
| No                                                                | Komponen                  | Kondisi       | Dampak                              |
| 1                                                                 | Dioda Bridge SKB 15/16 A2 | Rusak         | Arus AC tidak berubah menjadi DC    |
| 2                                                                 | Fuse F3                   | Putus         | Rangkaian pengereman terputus       |
| 3                                                                 | Kumparan (Coil) Motor     | Short Circuit | Terjadi arus berlebih               |
| 4                                                                 | Sistem Pengereman         | Tidak bekerja | Spindel tidak berhenti secara cepat |

### 3.2 Analisis Root Cause Analysis Menggunakan Metode 5 Why

Setelah proses identifikasi selesai dilakukan, analisis akar penyebab dilakukan menggunakan metode 5 Why. Metode ini digunakan untuk mengetahui hubungan sebab-akibat hingga diperoleh akar penyebab yang sebenarnya.



Gambar 2. Root Cause Analysis

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa penyebab utama kerusakan bukan hanya kerusakan dioda bridge, tetapi berasal dari kumparan motor pengereman yang telah mengalami penurunan kualitas akibat umur pakai. Kerusakan kumparan menyebabkan arus hubung singkat sehingga dioda bridge dan fuse mengalami kerusakan berulang.

### 3.3 Pembahasan

Sistem pengereman pada mesin frais Ajax Model N2A MKV menggunakan prinsip elektromagnetik. Pada saat tombol Stop ditekan, arus AC dari sumber listrik disearahkan oleh dioda bridge menjadi arus DC. Arus DC kemudian dialirkan menuju kumparan elektromagnet sehingga menghasilkan medan magnet yang menarik mekanisme rem dan menghentikan putaran spindel.

Pada penelitian ini ditemukan bahwa kumparan motor mengalami hubungan singkat. Kondisi tersebut menyebabkan resistansi kumparan menurun sehingga arus listrik meningkat secara signifikan. Arus yang melebihi kapasitas kerja rangkaian menyebabkan fuse F3 putus sebagai bentuk perlindungan terhadap komponen lainnya.

Akibatnya, dioda bridge tidak mampu bekerja secara normal dan sistem pengereman gagal menghasilkan gaya elektromagnetik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggantian dioda bridge tanpa memperbaiki akar penyebab kerusakan tidak dapat mengembalikan fungsi sistem pengereman. Hal ini dibuktikan dengan fuse yang kembali putus setelah komponen diganti. Oleh karena itu, metode Root Cause Analysis sangat membantu dalam membedakan antara penyebab sementara (*symptom*) dengan penyebab utama (*root cause*).

Temuan ini sejalan dengan penelitian Mustaqim dan Septiarditian (2025) yang menyatakan bahwa metode Root Cause Failure Analysis efektif dalam mengidentifikasi penyebab utama kerusakan mesin sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan secara tepat. Selain itu, penelitian Feriadi dkk. (2025) juga menjelaskan bahwa penggunaan metode 5 Why mampu membantu proses penelusuran akar penyebab gangguan sistem kelistrikan pada mesin frais sehingga kerusakan berulang dapat diminimalkan.

Berdasarkan hasil penelitian ini, tindakan perbaikan yang direkomendasikan adalah mengganti atau melakukan *rewinding* pada kumparan motor pengereman, mengganti dioda bridge dan fuse sesuai spesifikasi pabrikan, serta melakukan pengujian tahanan isolasi sebelum mesin dioperasikan kembali. Selain tindakan korektif, perlu diterapkan program *preventive maintenance* berupa pemeriksaan tahanan isolasi kumparan, pengukuran arus kerja sistem pengereman, inspeksi kondisi terminal, dan pembersihan panel listrik secara berkala. Program tersebut diharapkan mampu meningkatkan keandalan sistem pengereman dan mencegah terjadinya kerusakan yang sama pada masa mendatang.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode *Root Cause Analysis (RCA)* dengan pendekatan 5 Why, dapat disimpulkan bahwa penyebab utama tidak berfungsinya sistem pengereman spindel pada mesin frais Ajax Model N2A MKV adalah terjadinya hubungan singkat (*short circuit*) pada kumparan (*coil*) motor pengereman. Kerusakan tersebut menyebabkan arus berlebih pada rangkaian AC ke DC sehingga dioda bridge dan fuse mengalami kerusakan berulang. Analisis menggunakan metode 5 Why berhasil menelusuri hubungan sebab-akibat secara sistematis hingga diperoleh akar penyebab berupa penurunan kualitas isolasi kumparan akibat umur pemakaian yang telah lama.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggantian dioda bridge dan fuse saja belum mampu mengembalikan fungsi sistem pengereman karena akar permasalahan berada pada kumparan motor. Oleh karena itu, tindakan perbaikan yang direkomendasikan adalah penggantian atau *rewinding* kumparan motor pengereman serta penerapan *preventive maintenance* secara berkala melalui pemeriksaan tahanan isolasi, inspeksi komponen kelistrikan, dan pengujian fungsi sistem pengereman. Penerapan metode 5 Why terbukti efektif sebagai dasar dalam menentukan tindakan perbaikan yang lebih tepat sehingga potensi terjadinya kerusakan berulang dapat diminimalkan.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada POLMAN BABEL yang telah menyediakan fasilitas selama pelaksanaan Proyek Akhir. Kegiatan ini dilakukan untuk mendukung ketersediaan mesin praktik bagi mahasiswa. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak lainnya yang telah bersedia berbagi ilmunya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Betalia Banjarnahor, Juliana, M. J., & Darmanto Zaenal. (2025). *Penerapan Root Cause Analysis untuk Mengidentifikasi Ketidaksesuaian Data Aktual dan Input SAP pada Proses Operasional di PT XY*. Jurnal Riset dan Aplikasi Teknik Industri, 3(1), 103–109.
- Ding, S. H., Muhammad, N. A., Zulkurnaini, N. H., Khaider, A. N., & Kamaruddin, S. (2013). *Production System Improvement by Integration of FMEA with 5-Whys Analysis*. Advanced Materials Research, 748, 1203–1207.
- Feriadi, I., Ariyanto, A., Daffa, M., & Arwansyah, R. (2025). *Penerapan Metode Root Cause Failure Analysis dan Pengujian pada Perbaikan Quick Tool Change System di Mesin Fehlmann P18S*.
- Mustaqim, & Septiartiditan. (2025). *Perawatan Korektif pada Mesin Frais Aciera Menggunakan Metode Root Cause Failure Analysis (RCFA)*.
- Pradana, W. W., & Widiasih, W. (2023). *Penjadwalan Preventive Maintenance untuk Meningkatkan Kinerja Mesin Frais dan Bubut di PT ISUMI*. Journal of Industrial View, 5(1), 1–11.
- Suswanto, A. B., Sinaga, Y. T. P., Aswin, F., & Tuparjono. (2025). *Corrective Maintenance Pada Mesin Frais Ajax Fr 15*. Prosiding Seminar Nasional Kefarmasian Ke-3.
- Wahjudi, D., & Cahyadi, A. (2022). *Implementasi FMEA untuk Peningkatan Produktivitas di PT X*. Jurnal Teknik Mesin, 19(2), 45–50.