

**ANALISIS DAN PERBAIKAN KERUSAKAN SLOTTING
ATTACHMENT MESIN FRAIS MENGGUNAKAN
PENDEKATAN CORRECTIVE MAINTENANCE DAN
TAHAPAN DMAIC-SIX SIGMA****Jeni Amriansyah¹, Muhammad Faris Agustiansyah², Indra Feriadi³,
Muhamad Riva'i^{4*}**^{1,2,3,4}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Corresponding Author: farisagustiansyah246@gmail.com,

ABSTRAK

Kerusakan salah satu unit Slotting Attachment yang berulang menghambat kegiatan praktik mahasiswa dan produksi di laboratorium pemesinan Polmanbabel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab kerusakan Slotting Attachment dan memperbaikinya agar dapat berfungsi kembali dengan normal. Metode penelitian menggunakan pendekatan perawatan korektif dengan tahapan DMAIC-Six Sigma yang disesuaikan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki penyebab kerusakan. Analisis penyebab kerusakan menggunakan metode analisis 5 mengapa. Hasil analisis menemukan bahwa penyebab kerusakan dimulai dari patahnya komponen pasak yang kemudian merembet pada kerusakan/keausan komponen shaft connector, bush, dan bush pivot. Perbaikan komponen dilakukan dengan cara mengganti bahan pasak yang lebih kuat, membuat baru shaft connector, menghaluskan kerusakan permukaan bush dan pelapisan permukaan bush pivot. Uji coba fungsi menunjukkan bahwa rakitan komponen dan unit Slotting dapat berfungsi sebagaimana mestinya, namun hasil uji suhu mengindikasikan bahwa kinerja unit masih membutuhkan perbaikan lebih lanjut. Pendekatan corrective maintenance dengan metode DMAIC-Six Sigma dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kerusakan mesin.

Kata Kunci : Slotting Attachment, perawatan korektif, DMAIC-Six Sigma, analisis lima mengapa

ABSTRACT

Repeated failure one of the Slotting Attachment units hampered student practice and production activities at the Polmanbabel machining laboratory. This study aims to determine the cause of the damage Slotting Attachment and fix it to normal condition. The research method using corrective maintenance approach with customized DMAIC-Six Sigma stages to identify and repair the cause of the damage. Analysis of the failure causes using the 5 why analysis method. The results of the analysis found that the cause of the damage started from the broken component of the wedges and then spread to the damage/wear of the shaft connector, bush, and bush pivot components. Repair of components is carried out by replacing the wedges with stronger materials, making new shaft connectors, smoothing the damage to the bush surface and metalizing the bush pivot surface. The function test shows that the component assembly and Slotting unit can function properly, however the temperature test indicate that the unit's performance still needs further improvement. The corrective maintenance approach with the

DMAIC-Six Sigma stages can be used to identify and repair machine damage.

Keywords : *slotting attachment, corrective maintenance, DMAIC-Six Sigma, five why's analysis*

1. PENDAHULUAN

Slotting Attachment merupakan alat untuk pemotongan alur seperti alur pasak roda gigi. Alat ini ditempatkan pada kolom dan spindel mesin frais. Putaran spindel ditransformasikan oleh alat ini menjadi gerak lurus. Gerak tersebut melakukan proses pemotongan benda kerja dengan melakukan gerakan naik turun secara vertikal gerak putar dari spindel bisa berputar hingga 360° dengan mekanisme eksentrik. Laboratorium pemesinan dasar Polmanbabel memiliki alat ini 2 unit yang digunakan pada praktik pemesinan frais dan produksi untuk pembuatan alur pasak dan *spline*. Salah satu unit sering mengalami kerusakan. Kerusakan yang sering terjadi berupa patahnya komponen pasak pada *Slotting Connector*. Akibat kerusakan ini tentu saja menjadi hambatan dalam pelaksanaan praktik dan produksi. Hal ini mengindikasikan bahwa kinerja mesin tidak memuaskan pengguna. Kerusakan (*breakdown*) adalah istilah kerusakan yang digunakan untuk menunjukkan kondisi mesin yang dianggap kurang memuaskan (Jeffrey, 2011).

Menurut (Mobley, 1999), kerusakan mesin atau peralatan umumnya disebabkan karena salah penggunaan, pengoperasian, perawatan, dan usia. Untuk memastikan agar kerusakan tidak terulang, maka perlu mengetahui penyebab kerusakan tersebut. Elemen pencegahan adalah kunci untuk semua pekerjaan pemeliharaan yang berhasil, termasuk perbaikan (Jeffrey, 2011). Lebih lanjut menurut Jeffrey, terdapat dua pertimbangan penting untuk elemen “pencegahan” pekerjaan perbaikan kerusakan, yaitu: 1) penanganan pada penyebab, bukan akibat, memastikan penyebab sebenarnya dari kerusakan ditemukan dan diperbaiki; dan 2) solusi pencegahan, mempertimbangkan untuk menghindari pengulangan masalah dengan membuat perubahan kecil dalam desain atau bahan. Analisis kerusakan yang tepat perlu dilakukan untuk mengidentifikasi penyebab dari suatu kerusakan yang muncul. Sering terjadi setelah tindakan pencegahan dan perbaikan dilakukan, peralatan masih belum memberikan performa yang diharapkan karena terjadi kesalahan pada saat mengidentifikasi sumber kerusakan sebuah komponen (Ansori & Mustajib, 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab kerusakan *Slotting Attachment* dan memperbaikinya agar dapat berfungsi kembali dengan normal menggunakan pendekatan *Corrective Maintenance* dan tahapan DMAIC-Six Sigma.

2. METODE

Pelaksanaan penelitian menggunakan pendekatan *Corrective Maintenance* bertujuan untuk menghilangkan kerusakan, penyimpangan dari kondisi operasi optimal, dan perbaikan yang tidak perlu dan untuk mengoptimalkan efektivitas semua sistem instalasi kritis (Mobley, et al., 2008). Tahapan pelaksanaan menggunakan metode DMAIC-Six Sigma yang disesuaikan (Al-Bashir, 2012), strategi kualitas berbasis data yang digunakan

untuk meningkatkan proses yang terdiri dari lima fase *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (Selvi & Majumdar, 2014). Pada penelitian ini, tahap *Control* tidak dilakukan.

Define. Menetapkan masalah dengan luaran berupa pernyataan masalah, tujuan dan kebutuhan pengguna yang dilakukan dengan wawancara dengan pengelola mesin (*stakeholder analysis*) dan observasi lapangan (*field observation*). *Measure*. Mengumpulkan data menggunakan metode SGD dengan operator; memeriksa/menguji kondisi *slotting* dengan cara pengoperasian, membongkar komponen, mengukur, memeriksa/menguji komponen dan membandingkannya dengan spesifikasi komponen. *Analyze*. Menganalisis penyebab kerusakan untuk menentukan tindakan perbaikan yang diperlukan. Metode yang digunakan *5 Why's* atau *why-why analysis* sesuai dengan jenis kerusakan sistem atau komponen. Metode ini dilakukan dengan cara mengajukan pertanyaan “mengapa” pada setiap jawaban yang mengarah pada identifikasi akar penyebab suatu masalah. *Improve*. 1) Perencanaan kegiatan perbaikan berupa pemilihan informasi dan pembuatan asumsi untuk menentukan daftar pekerjaan, kebutuhan bahan/komponen, alat dan jadwal pekerjaan perbaikan yang dibutuhkan untuk memperbaiki penyebab kerusakan sesuai hasil analisis pada tahap *Analyze*. 2) Pelaksanaan perbaikan dengan urutan langkah-langkah terdiri dari: Pembongkaran bagian, subbagian dan komponen; Identifikasi kondisi komponen; Perbaikan dan pembuatan komponen; dan Perakitan komponen, subbagian dan bagian ke unit utama. 3) Pengujian hasil perbaikan menggunakan metoda kebenaran operasi dan kinerja mesin untuk mengetahui hasil rakitan atau hasil perbaikan kerusakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap *Define*

Tabel 1. Pernyataan Masalah

Pernyataan masalah	: <i>Slotting Attachment</i> mesin frais Lagun FU123 tidak berfungsi.
Tujuan	: Menganalisis penyebab kerusakan dan memperbaiki kerusakan <i>slotting attachment</i> mesin frais Lagun FU123.
Kebutuhan pengguna	: <i>Slotting Attachment</i> dapat berfungsi kembali untuk proses pembuatan alur pasak.



(a) Slotting Attachment kondisi baik



(b) Slotting Attachment yang rusak

Gambar 1. *Slotting Attachment*

Tahap Measure

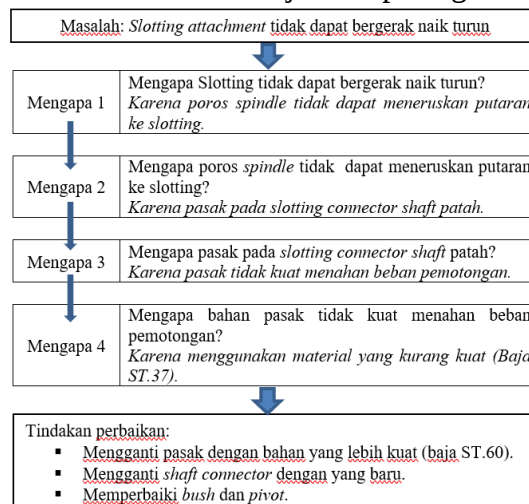
Pada tahap ini dilakukan pembongkaran, pembersihan dan identifikasi komponen. Untuk mengetahui kondisi komponen dilakukan pengukuran dimensi dan geometri, pemeriksaan permukaan dan pengujian hubungan antar komponen. Hasil identifikasi komponen ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Data Kerusakan

No	Komponen yang Rusak	Gambar	Jenis Kerusakan
1.	<i>Connector Shaft</i> Poros penghubung antara spindle dengan slotting.		Permukaan poros penuh goresan/ cacat. Alur pasak rusak. Kebulatan tidak sesuai spesifikasi. Hubungan dengan bush longgar.
2.	<i>Bush</i>		Aus. Hubungan dengan pivot longgar.
3.	<i>Bush Pivot</i>		Permukaan aus dan penuh goresan/cacat. Hubungan dengan bush longgar.
4.	Pasak		Patah. Pasak tidak dapat terhubung dengan <i>spindle connector</i> .

Tahap Analyze

Analisis terhadap penyebab masalah menggunakan Why-why analysis dimulai dari pernyataan masalah, yang kemudian mengajukan pertanyaan mengapa dan jawabannya sebanyak 4 kali, diakhir dengan rekomendasi tindakan perbaikan. Proses dan hasil analisis ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Why-Why Analysis Penyebab Kerusakan *Slotting Attachment*

Hasil analisis sebagaimana gambar di atas menemukan bahwa akar penyebab kerusakan *slotting* adalah pasak patah karena material kurang kuat menahan beban pemotongan. Pasak dibuat menggunakan bahan baja ST.37. Hasil analisis ini didukung informasi dari operator yang menyatakan bahwa kerusakan serupa telah terjadi beberapa kali. Akibat patahnya pasak ini, juga menyebabkan kerusakan pada komponen *shaft connector* dan *bush housing* (lihat tabel 2). Tindakan perbaikan yang perlu dilakukan adalah mengganti bahan pasak dengan baja ST.60 serta membuat dan memperbaiki komponen-komponen yang ikut rusak tersebut.

Tahap *Improve*

Perbaikan Komponen. Tindakan perbaikan pada *Slotting* adalah membuat pasak baru dengan bahan baja ST.60, membuat *shaft connector*, dan memperbaiki *bush* dan *bush pivot*. Proses perbaikan ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Proses Perbaikan Komponen *Slotting Attachment*.

No	Komponen	Tindakan Perbaikan
1.	Pasak 	Tindakan perbaikan pada pasak adalah dengan mengganti pasak lama dengan pasak baru dengan menggunakan bahan baja ST.60 agar pasak lebih kuat.
2.	<i>Shaft connector</i> 	Tindakan perbaikan untuk komponen Shaft yaitu membuat Shaft yang baru menggunakan bahan baja ST.60. Dilakukan dengan proses pembubutan poros dan pembuatan alur ring circlip, serta pembuatan alur pasak menggunakan proses frais.
3.	<i>Bush</i> 	Memperbaiki permukaan dalam dengan cara dibubut halus (<i>finishing</i>). Membersihkan goresan cacat permukaan diameter luar dengan pengikiran halus dan pengamplasan.
4.	<i>Bush Pivot</i> 	Tindakan perbaikan pada <i>Bush Pivot</i> yaitu dengan metoda pelapisan logam (<i>metalizing</i>) menggunakan teknik pengelasan pengisian keliling menggunakan elektroda E7018. Selanjutnya dilakukan proses pembubutan untuk mendapatkan ukuran sesuai diameter lubang <i>Bush</i> .

Perakitan. Setelah komponen selesai dibuat, pekerjaan perbaikan dilanjutkan dengan perakitan komponen dan unit *slotting attachment*. Proses perakitan ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Proses Perakitan Unit

No	Pekerjaan	Gambar	Uraian Pekerjaan
1.	Perakitan <i>shaft</i> ke <i>shaft holder</i> .		<i>Shaft</i> dipasang ke <i>shaft holder</i> dengan cara dipukul menggunakan palu plastik. Periksa ketegaklurusan <i>shaft</i> menggunakan penyiku. Diikat dengan baut pengunci.
2.	Perakitan bush ke <i>bush housing</i> .		Bush dipasang ke <i>bush housing</i> secara manual. Kemudian dikunci dengan baut <i>headless</i> . Periksa kerataan kedua ujung bush terhadap permukaan sisi bush housing menggunakan <i>straighedge</i> .
3.	Pemasangan poros ke <i>Shaft Connector</i>		Poros dipasang ke <i>Shaft Connector</i> dan dikunci dengan ring circlip luar pada ujung poros. Periksa hubungannya dengan memutar poros secara manual.
4.	Pemasangan rakitan komponen ke unit <i>Slotting Attachment</i> .		Pasang sub rakitan komponen ke unit sesuai gambar susunan. Periksa fungsi komponen secara dengan memutar unit secara manual.

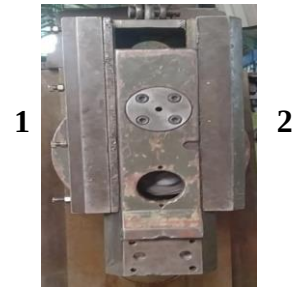
Pengujian. Unit yang sudah dirakit diuji fungsi dan uji kinerja alat (suhu operasi). Uji fungsi untuk melihat apakah komponen yang diperbaiki dan fungsi slotting dapat berfungsi atau tidak. Hasil uji fungsi ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Fungsi

NO	Nama bagian/ Subbagian	Fungsi	Hasil uji
1.	Rakitan pasak, shaft connector, bush dan pivot.	Dapat meneruskan putaran dari spindle ke unit slotting.	Berfungsi meneruskan putaran dari spindle ke unit slotting dengan lancar.
2.	Unit slotting attachment.	Dapat merubah gerak putar dari spindle menjadi gerak lurus (naik-turun) tanpa hambatan.	Berfungsi merubah gerak putar dari spindle menjadi gerak lurus (naik-turun) tanpa hambatan.

Hasil uji fungsi di atas menunjukkan bahwa slotting hasil perbaikan dapat berfungsi secara normal.

Pengujian suhu dilakukan pada *Slotting* hasil perbaikan (A) dan *Slotting* yang kondisinya masih baik (B) sebagai pembanding. Pengukuran pada sisi kanan (1), dan sisi kiri (2) seperti tampak pada gambar 3. Pengukuran dilakukan selama 20 menit operasi dengan pemanasan awal selama 10 menit, dengan interval pengukuran setiap 5 menit. Hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 6.



Gambar 3. Titik Pengukuran Suhu

Tabel 6. Hasil Uji Suhu

Pengukuran ke	Interval Waktu	Slotting A		Slotting B	
		Titik 1	Titik 2	Titik 1	Titik 2
1	5 menit	33,9 °C	31,3 °C	30,2 °C	30,4 °C
2	10 menit	40,2 °C	37,0 °C	30,5 °C	30,6 °C
3	15 menit	43,6 °C	41,2 °C	30,7 °C	30,9 °C
4	20 menit	44,1 °C	40,5 °C	30,9 °C	31,1 °C
Rata-rata		40,45 °C	37,5 °C	30,6 °C	30,8 °C

Data hasil uji coba di atas menunjukkan bahwa suhu operasi rata-rata slotting A (yang diperbaiki) cenderung naik. Suhu lebih tinggi 9,7 °C (24%) dari slotting B dengan nilai tertinggi pada sisi kiri (1). Suhu slotting B lebih stabil pada kisaran 30,2-31,1 °C, sementara suhu pada slotting A fluktuatif dengan nilai cukup besar pada kisaran 31,3-44,1 °C (selisih 12,8°C). Rata-rata kenaikan yang terjadi setiap 5 menit dalam rentang waktu 20 menit sebesar 3,4°C. Dari perbandingan suhu operasi slotting A dan B, hasil pengujian mengindikasikan bahwa kinerja slotting hasil perbaikan belum kembali normal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil uji coba dan pembahasan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut: a) Penyebab kerusakan *Slotting Attachment* dimulai dari pasak patah karena bahannya kurang kuat. Akibat kerusakan ini menyebabkan kerusakan pada komponen lain, yaitu *shaft connector*, *bush* dan *bush pivot*. Proses perbaikan dilakukan dengan cara mengganti pasak dengan bahan baja ST.37, membuat *shaft connector* baru, memperbaiki *bush* dan *bush pivot*; b) Hasil uji coba menunjukkan bahwa *Slotting Attachment* dapat berfungsi merubah gerak putar dari *spindle* menjadi gerak lurus (naik-turun) tanpa hambatan, namun kinerja suhu operasinya mengindikasikan bahwa kondisi alat belum kembali normal; c) Pendekatan metode DMAIC-Six Sigma yang disesuaikan cukup efektif digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dan memperbaiki kerusakan mesin dan komponen mesin.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ketua Jurusan dan Kepala Laboratorium Pemesinan Dasar Jurusan Teknik Mesin Polmanbabel yang telah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Bashir, A., 2012. *Implementation of Six Sigma on Corrective Maintenance Case Study at the Directorate of Biomedical Engineering in the Jordanian Ministry of Health*. Istanbul, Industrial Engineering & Operations Management Society, pp. 2508-2516.
- Ansori, N. & Mustajib, M. I., 2013. *Sistem Perawatan Terpadu*. 1st ed. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Jeffrey, D., 2011. *Principles of machine Operation and Maintenance*. 2nd ed. New York: Routledge.
- Mobley, R. K., 1999. *Root Cause Failure Analysis*. Woburn: Butterworth-Heinemann.
- Mobley, R. K., Higgins, L. R. & Wikoff, D. J., 2008. *Maintenance Engineering Handbook*. 7th ed. New York: McGraw-Hill.
- Selvi, K. & Majumdar, M., 2014. Six Sigma- Overview of DMAIC and DMADV. *International Journal of Innovative Science and Modern Engineering (IJISME)*, pp. 16-19.

