

**REKONDISI MESIN FRAIS FEHLMANN FR 4 DI
LABORATORIUM TEKNIK MESIN POLITEKNIK
MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

PROYEK AKHIR

Proyek akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan sarjana Terapan/Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Muhammad Daffa NIM : 0012218

Rifki Arwansyah NIM : 0012225

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2025**

LEMBAR PENGESAHAN

REKONDISI PADA MESIN FRAIS FEHLMANN FR 4 DI LABORATORIUM TEKNIK MESIN POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG

Oleh:

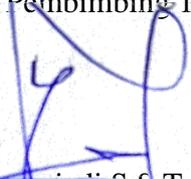
Muhammad Daffa NIM : 0012218

Rifki Arwansyah NIM : 0012225

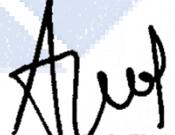
Proyek akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan sarjana Terapan/Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

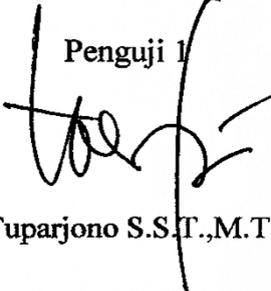
Pembimbing 1


Indra Perjadi S.S.T.,M.T.

Pembimbing 2


Ariyanto S.S.T.,M.T

Penguji 1


Tuparjono S.S.T.,M.T

Penguji 2


Muhammad Riva'I S.S.T.,M.T

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Muhammad Daffa NIM : 0012218

Rifki Arwansyah NIM : 0012225

Dengan Judul : REKONDISI PADA MESIN FRAIS FEHLMANN FR 4 DI
LABORATORIUM TEKNIK MESIN POLITEKNIK
MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 30 Juni 2025

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Muhammad Daffa



2. Rifki Arwansyah



ABSTRAK

Proyek akhir ini bertujuan untuk menganalisis dan memperbaiki kerusakan pada mesin Frais Fehlmann P18s No. 04 yang digunakan di Laboratorium Mekanik Polman Babel. Mesin ini tidak dapat digunakan akibat kerusakan pada Quick Tool Change System (QTCS) dan sistem kelistrikan. Pendekatan Root Cause Failure Analysis (RCFA) dengan metode analisis 5 why digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah, Hasil identifikasi menunjukkan adanya kerusakan pada komponen kontaktor, selector switch, push button, fuse, kapasitor, dan dioda akibat arus listrik yang tidak stabil. Selain itu, QTCS mengalami kegagalan dalam melakukan penckaman adaptor karena korosi pada komponen spindle, bearing, dan housing. Perbaikan dilakukan melalui penggantian dan pembersihan komponen yang rusak, disertai pengujian ulang meliputi uji geometri dan uji fungsi. Pengujian menunjukkan bahwa mesin telah kembali beroperasi secara normal dan memenuhi standar ketelitian geometri. Sebagai langkah preventif, disusunlah rencana pemeliharaan berkala (preventive maintenance) untuk sistem kelistrikan dan QTCS agar kerusakan serupa tidak terjadi kembali. Proyek ini membuktikan bahwa pendekatan RCFA efektif dalam menganalisis permasalahan mesin secara sistematis dan menyeluruh.

Kata Kunci : Mesin Fehlmann P18s, Perbaikan, Uji Fungsi, Uji Geometri, Preventive Maintenance

ABSTRACT

This final project aims to analyze and repair damage to the Fehlmann P18s milling machine No. 04 used in the Mechanical Laboratory of Polman Babel. The machine was inoperable due to electrical system failure and a malfunction in the Quick Tool Change System (QTCS). A Root Cause Failure Analysis (RCFA) method using the 5 Why analysis was applied to identify the root causes. The investigation revealed failures in electrical components such as contactors, selector switches, push buttons, fuses, capacitors, and diodes caused by unstable current. Furthermore, the QTCS could not clamp the tool holder properly due to corrosion on spindle components, bearings, and housing. The repair process involved replacing and cleaning damaged parts, followed by re-testing including geometric and functional tests. The testing showed that the machine was successfully restored to its operational state and complied with geometric precision standards. As a preventive measure, a Preventive maintenance plan was developed for both the electrical system and the QTCS to avoid recurring failures. This project proves that the RCFA method is effective in analyzing machine issues systematically and comprehensively.

Key Words : *Fehlmann P18s Machine, Geometri test, Function test, Maintanancen, Repair*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kahadirat Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat dan karunia-Nya penulis bisa menuntaskan makalah proyek akhir ini dengan baik dan sesuai menggunakan waktu yang sudah ditentukan.

Makalah ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat wajib kelulusan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Dengan adanya makalah ini diharapkan para pembaca dapat mengetahui serta tahu gambaran proyek akhir yang dibuat penulis. Makalah proyek akhir ini dibuat berdasarkan analisa serta pelaksanaan pengujian yang penulis lakukan dalam waktu lebih kurang 4 bulan. Penulis menerapkan pengetahuan yang diperoleh selama tiga tahun menjalani pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung untuk proyek akhir ini.

Selama menyusun makalah proyek akhir ini penulis menerima banyak bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak sehingga proses penulisan makalah ini bisa diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin memberikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu menyampaikan doa, kasih, dan dukungannya sehingga penulis bisa memberikan hasil yang memuaskan.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.d, selaku Direktur utama Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Indra feriadi S.S.T.,M.T.,M.Sc.Tech. dan Ariyanto, S.S.T.,M.T selaku pembimbing proyek akhir.
4. Bapak Dr. Ilham Ary Wahyudie , S.S.T.,M.T selaku Ka. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Angga Sateria , S.S.T.,M.T. selaku Ka. Prody Perawatan dan Perbaikan Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

6. Semua staf pengajar dan pendukung pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Teman-teman mahasiswa dari di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang turut serta membantu dalam menyelesaikan proyek akhir ini.
8. Semua pihak yang terlibat, baik secara langsung maupun tidak langsung pada penyelesaian proyek akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa pada penulisan makalah ini masih terdapat banyak kekurangan sebab terbatasnya pengetahuan serta kemampuan penulis. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari seluruh pihak buat perbaikan serta pengembangan penulisan makalah yang lebih baik lagi kedepannya. Penulis berharap makalah ini dapat berguna bagi pihak yang berkepentingan khususnya serta bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta teknologi pada umumnya,

Sungailiat, 30 Juni 2025



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN ⁱ	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir	3
BAB II	4
DASAR TEORI	4
2.1 Pengertian Rekondisi Mesin	4
2.1.1 Perbedaan Rekondisi <i>Overhaul</i> dan <i>Remanufaktur</i>	4
2.1.2 Tujuan Rekondisi	4
2.1.3 Standar dan Prosedur Rekondisi mesin	5
2.2 Mesin Frais: Prinsip Kerja dan Komponen Utama	5
2.2.1 Prinsip kerja	6

2.2.2	Komponen Utama	6
2.2.3	Jenis Mesin Frais	7
2.3	Definisi 'Kerusakan	8
2.3.1	Jenis Kerusakan	8
2.3.2	Penyebab Kerusakan.....	9
2.3.3	Dampak Kerusakan Kualitas	10
2.4	Quick Tool Change System.....	10
2.5	Metode Diagnostik dan Analisis Kerusakan	11
2.5.1	Metode Identifikasi Penyebab Kerusakan Mesin	11
2.6	Teknik dan Proses Rekondisi Mesin	12
2.7	Pemeliharaan Preventif setelah Rekondisi Mesin	12
2.8	Perawatan	13
2.8.1	Jenis – Jenis Perwatan.....	13
2.8.2	Tujuan Pemeliharaan preventif.....	14
2.9	Pengujian	14
2.9.1	Pengujian Visual.....	15
2.9.2	Pengujian Geometri	15
2.9.3	Pengujian Suhu	15
2.9.4	Pengujian Benda Kerja.....	15
BAB III	16
METODE PELAKSANAAN	16
3.1	PengumpulaniData	17
3.2	Identifikasi Masalah	17
3.3	Perencanaan Perbaikan	18
3.4	Proses Perbaikan.....	19

3.5 Pengujian	20
BAB IV	22
PEMBAHASAN	22
4.1 Pengumpulan Data.....	22
4.2 Analisis kerusakan.....	23
4.2.1 Analisis kerusakan sistem kelistrikan	24
4.3 Analisa 5 why pada kerusakan kelistrikan	26
4.4 Rancangan perbaikan pada kerusakan kelistrikan.....	27
4.5 Tindakan perbaikan kelistrikan	28
4.5.1 Proses Perbaikan sistem kelistrikan.....	29
4.6 Analisis akhir kerusakan utama pada sistem kelistrikan	36
4.6.1 Komponen dan cara kerja <i>Quick Tool Change System</i>	37
4.7 Analisis kerusakan.....	38
4.7.1 Analisis kerusakan <i>Quick Tool Change System</i>	38
4.8 Analisa 5 why pada kerusakan <i>Quick Tool Change System</i>	40
4.9 Rancangan perbaikan	41
4.9.1 Prosedur pembongkaran <i>Quick Tool Change System</i>	41
4.10 Tindakan perbaikan <i>Quick Tool Change System</i>	44
4.10.1 Proses perbaikan <i>Quick Tool Change System</i>	44
4.11 Pengujian <i>Quick Tool Change System</i>	47
4.11.1 Uji fungsi pada <i>Quick Tool Change System</i>	47
4.11.2 Uji geometri pada <i>Quick Tool Change System</i>	49
4.12 Pemeliharaan <i>Preventive</i>	51
4.12.1 Pemeliharaan <i>Preventive Quick Tool Change System</i>	55
4.12.2 Pemeliharaan <i>Preventive</i> pada sistem kelistrikan.....	56

BAB V.....	58
PENUTUP.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagian-Bagian Mesin Frais.....	7
Gambar 2. 2 Mesin Frais Fehlmann P18s.....	8
Gambar 2. 3 Quick Tool Change System	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	16
Gambar 4. 1 Komponen Kontaktor.....	24
Gambar 4. 2 Control Panel.....	24
Gambar 4. 3 Mainboard CPU	25
Gambar 4. 4 komponen Kapasitor	25
Gambar 4. 5 Komponen Dioda	26
Gambar 4. 6 Jenis Kontaktor Posisi K3	29
Gambar 4. 7 jenis kontaktor posisi K6.....	30
Gambar 4. 8 Jenis Push button ON.....	31
Gambar 4. 9 Jenis Push button OFF	32
Gambar 4. 10 Jenis Selector Switch.....	33
Gambar 4. 11 jenis Fuse.....	34
Gambar 4. 12 Jenis Kapasitor	35
Gambar 4. 13 jenis Dioda	35
Gambar 4. 14 Komponen CPU	36
Gambar 4. 15 Komponen Pegas/Per (Return Spring) dan Dudukannya.....	38
Gambar 4. 16 Poros Spindle	39
Gambar 4. 17 Rumah bearing (spindle sleeve)	39
Gambar 4. 18 Spindle Housing (Body).....	40
Gambar 4. 19 Spindle Nose	45
Gambar 4. 20 Bearing 6004 dan 6006	46
Gambar 4. 21 Poros Spindle Utama.....	46
Gambar 4. 22 Rumah Poros Spindle Utama	47

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Wawancara Teknisi/PLP	23
Tabel 4. 2 Rancangan Perbaikan Pada Kelistrikan	27
Tabel 4. 3 Nama Komponen	37
Tabel 4. 4 Cara Pengoperasian Quick Tool Change System	37
Tabel 4. 5 Rancangan Perbaikan Pada Quick Tool Change System.....	41
Tabel 4. 6 Proses Pembongkaran Quick Tool Change System.....	42
Tabel 4. 7 Uji Fungsi Pada Quick Tool Change System	48
Tabel 4. 8 Uji Geometri Pada Quick Tool Change System	49
Tabel 4. 9 Produksi mesin frais tipe 2.....	52
Tabel 4. 10 Data Mesin Frais	52
Tabel 4. 11 Siklus Perawatan	53
Tabel 4. 12 Jadwal Perawatan Tahunan.....	53
Tabel 4. 13 Jadwal Perawatan Bulanan	54
Tabel 4. 14 Pemeliharaan Preventive Pada Quick Tool Change System.....	55
Tabel 4. 15 Pemeliharaan preventif pada Sistem Kelistrikan	56

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 : Sop prosedur tahun Quick Tool Change System
- Lampiran 3 : Diagram Rangkaian Kelistrikan



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, atau Polman Babel, merupakan satu-satunya politeknik di daerah Bangka Belitung yang menawarkan jurusan Teknik Mesin, Polman Babel memiliki bengkel mekanik yang menjadi tempat praktikum bagi mahasiswanya. Di Bengkel Polman Babel mempunyai beragam jenis mesin perkakas seperti mesin bubut, mesin frais, mesin sekrap, mesin bor, *CNC*, dan beberapa mesin lainnya. Selain untuk praktik, mesin-mesin ini juga digunakan untuk memenuhi permintaan produksi dari dalam maupun di luar kampus.

Berdasarkan wawancara kepada PLP dan observasi lapangan di laboratorium, mesin Frais Fehlmann P18s merupakan salah satu jenis mesin Frais yang digunakan di Laboratorium Mekanik Polman Babel untuk mendukung proses belajar mengajar untuk mata kuliah praktik proses permesinan mengefrais. Dari beberapa mesin Frais Fehlmann P18s yang ada, mesin frais no 04 mengalami kerusakan sehingga kondisi mesin tersebut tidak dapat dipakai untuk praktik mahasiswa.

Masalah ini disebabkan oleh rusaknya sistem kelistrikan pada kontaktor yang menghubungkan arus listrik motor, *selector switch* dan *push button* untuk merubah kecepatan putaran motor serta mengoperasikan mesin, kerusakan pada *Quick tool change system* dibagian *spindle* untuk mencekam/mengunci alat adaptor dan arbor. Jika tidak ditangani dengan baik, mesin akan mengalami waktu henti lebih lama dan menghambat praktikum mahasiswa. Oleh sebab itu, diperlukan metode analisis untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah sekaligus mencari solusi yang efektif.

Untuk mengatasi masalah pada rekondisi mesin Frais Fehlmann ini ada salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis dan memperbaiki pada kerusakan kelistrikan dan *Quick tool change system* yaitu metode *Root Cause Failure Analisis* (RCFA), dengan adanya metode ini bisa mengidentifikasi masalah kerusakan yang dialami pada mesin frais menggunakan metode analisis *5 why* untuk

mengetahui penyebab dari kerusakan mesin. Dengan penerapan metode ini, diharapkan masalah yang dialami terhadap mesin Frais Fehlmann FR 4 dapat memperbaiki kerusakan yang berkelanjutan.

Proyek akhir ini bertujuan untuk menganalisis akar penyebab kerusakan pada sistem kelistrikan serta memperbaiki kerusakan *Quick tool change system* di bagian *spindle* dengan menerapkan metode *Root Cause Failure Analisis* (RCFA) menggunakan analisis *5 why* untuk mengetahui penyebab dari masalah tersebut. Dengan adanya proyek akhir ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang efektif dalam memperbaiki sistem kelistrikan dan *Quick tool change system* pada mesin Frais Fehlmann di Laboratorium Polman Babel.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, diketahui bahwa kerusakan pada kelistrikan yang menyebabkan mesin tidak dapat beroperasi, serta kerusakan *Quick tool change system* menyebabkan tidak bisa mencekam alat arbor/adaptor. Oleh karena itu, proyek akhir ini berusaha untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. apa penyebab dari kerusakan sistem kelistrikan dan *Quick tool change system* di bagian *spindle* pada mesin Frais Fehlmann FR4 ?
2. bagaimana penerapan metode untuk memperbaiki kerusakan sistem kelistrikan dan *Quick tool change system* di bagian *spindle* pada mesin Frais Fehlmann FR4 ?
3. bagaimana solusi pemeliharaan untuk mencegah kerusakan sistem kelistrikan dan *Quick tool change system* tidak terulang kembali pada mesin Frais Fehlmann FR4 ?

1.3 Batasan Masalah

Agar proyek akhir ini lebih terarah dan tidak keluar dari fokus yang telah ditentukan, batasan masalah ini dibatasi sebagai berikut:

1. Perbaiki kerusakan sistem kelistrikan pada bagian kontaktor yang menghubungkan arus listrik motor, *selector switch* untuk merubah

kecepatan putaran motor, *push button* on/off dan komponen lainnya pada mesin frais.

2. Perbaiki kerusakan pada *Quick tool change system* dibagian *spindle*.
3. Membuat Pemeliharaan preventif pada sistem kelistrikan dan *Quick tool change system*.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, proyek akhir ini bertujuan untuk memperbaiki dan mengidentifikasi penyebab kerusakan kelistrikan serta perbaikan pada pencekam arbor/adaptor di mesin frais agar mesin dapat beroperasi dengan baik. Secara spesifik, tujuan dari proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi penyebab dari kerusakan kelistrikan pada bagian kontaktor yang menghubungkan arus listrik motor, *selector switch* dan *push button* on/off untuk merubah kecepatan putaran motor, mesin dapat beroperasi, dan komponen lainnya dengan cara menggunakan metode analisis *5 why*.
2. Memperbaiki sistem kelistrikan dan *Quick tool change system* dibagian *spindle* menggunakan metode *Root Cause Failure Analysis* (RCFA).
3. Membuat pemeliharaan preventife pada sistem kelistrikan dan *Quick tool change system*.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pengertian Rekondisi Mesin

Memperbaiki atau mengembalikan penampilan atau kinerja suatu produk ke kondisi sebelumnya dikenal sebagai rekondisi yang sebanding atau sebanding dengan yang baru. Rekondisi dilakukan dengan memperbaiki bagian yang rusak dan mengganti komponen jika masa pakainya sudah habis atau jika komponen tidak dapat diperbaiki (Syahrudin, 2015).

2.1.1 Perbedaan Rekondisi *Overhaul* dan *Remanufaktur*

Perbedaan antara rekondisi *Overhaul* dan *Remanufaktur* dapat dijelaskan dibawah ini:

- *Overhaul*: Suatu proses atau kejadian yang harus dilakukan disebut overhaul, sebuah mesin dibongkar dan diperiksa kembali dengan tujuan meningkatkan kinerja mesin, memperbarui proses alat, atau komponen dalam upaya memperbaiki kondisi kerja alat atau komponen seperti kondisi sebelumnya yang sesuai dengan standar pabrik (Jaya, Akbar., Ikhzan, A. A. M., 2021).
- *Remanufaktur*: Remanufaktur adalah proses mengubah barang yang tidak digunakan menjadi barang baru sehingga pemilik dapat mengurangi jumlah barang bekas dan menghasilkan lebih banyak uang. Proses ini juga membantu menjaga lingkungan karena mengurangi sampah dari komponen yang seharusnya menjadi sampah selama masa pakainya telah habis, tetapi bagian-bagian tersebut dapat digunakan kembali (Tanoto, 2021).

2.1.2 Tujuan Rekondisi

Tujuan utama rekondisi mesin adalah untuk mengembalikan kondisi dan kinerja mesin ke kondisi semula atau standar pabrik (Aswin, Masdani, et al., 2019). Berikut adalah tujuan utama dari rekondisi mesin yaitu:

- Memperpanjang usia pakai: Rekondisi dapat memperbaiki dan mengganti komponen yang mengalami kerusakan atau keausan.
- Meningkatkan kinerja dan efisiensi: Mesin yang direkondisi dapat beroperasi dengan lebih efisiensi dan optimal, mengurangi konsumsi energi serta menjadi lebih produktif.
- Mengurangi biaya operasional: Rekondisi mesin dapat mengurangi biaya perawatan dan penggantian suku cadang berulang.
- Mendukung keberlanjutan dan ramah lingkungan: Dengan memperpanjang umur mesin, kebutuhan akan mesin berkurang, sehingga mengurangi limbah dan efek negatif pada lingkungan.

2.1.3 Standar dan Prosedur Rekondisi mesin

Proses Mengembalikan Kondisi mesin atau rekondisi dapat beroperasi sesuai spesifikasi awal (Aswin, Riva'i, et al., 2019). Beberapa standar dan prosedur pada rekondisi mesin yaitu:

- Identifikasi kerusakan: Identifikasi komponen yang mengalami kerusakan atau penyimpangan geometris melalui inspeksi visual dan pengujian fungsi.
- Analisis kerusakan: Menganalisis penyebab kerusakan seperti analisis 5 *why* (“mengapa”) untuk mendapatkan pemahaman dasar masalah.
- Perbaikan atau pergantian komponen: mengganti atau memperbaiki suku cadang yang rusak berdasarkan hasil analisis.
- Pengujian kinerja mesin: setelah perbaikan, mesin diuji ketelitian geometris, dan uji jalan untuk memastikan bahwa mesin beroperasi sesuai standar.

2.2 Mesin Frais: Prinsip Kerja dan Komponen Utama

Mesin Frais adalah mesin alat yang digunakan secara akurat untuk membuat satu atau lebih alat potong. Tujuan mesin ini adalah untuk membuat permukaan benda kerja rata dan presisi. Proses pengerjaan dilakukan dengan meletakkan benda kerja pada meja mesin atau menggunakan alat pencekam khusus. Kemudian, benda

kerja didekatkan dengan pemotongan yang bergerak maju mundur untuk melakukan proses pemotongan (Ansyori, 2015).

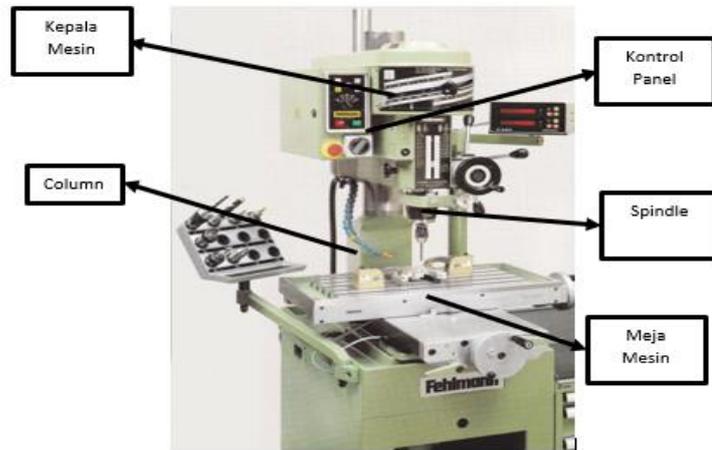
2.2.1 Prinsip kerja

Mesin frais bekerja dengan menggunakan gerakan putar alat potong (cutter) dan benda kerja yang terpasang pada meja mesin. Alat potong berputar dengan kecepatan tertentu sementara benda kerja bergerak mendatar, tegak, atau menyudut terhadap alat potong. Dalam proses ini, material dari benda kerja disayat untuk membentuk permukaan dengan desain yang diinginkan (Lubis, 2024). Prinsip kerja mesin frais terdiri dari beberapa elemen utama:

1. Gerakan Utama dan Pemakanan
 - Gerakan utama adalah putaran cutter pada spindel mesin.
 - Gerakan pemakanan dilakukan dengan menggerakkan meja mesin atau benda kerja terhadap cutter.
2. Proses Pemotongan
 - Alat pemotong menggunakan mata potong jamak untuk memotong material benda kerja menjadi chip.
 - Perbedaan kekerasan antara cutter dan benda kerja menyebabkan pemotongan.
3. Pengaturan Parameter
 - Jika diperlukan, operator dapat mengubah kecepatan putaran spindel, kedalaman potong, dan kecepatan pemakanan.
4. Penggunaan Cairan untuk Mendinginkan
 - Cairan pendingin melumasi area pemotongan, mengurangi panas gesekan, dan memperpanjang umur cutter.

2.2.2 Komponen Utama

Berikut adalah bagian-bagian utama dari mesin frais:



Gambar 2. 1 Bagian-Bagian Mesin Frais

Berikut ini adalah penjelasan bagian-bagian mesin frais:

1. *Column* : Kerangka penopang utama yang menopang berbagai bagian mesin frais.
2. Spindle : Tempat menahan alat potong.
3. Meja Mesin : Tempat mengikat benda kerja saat proses pengefraisan.
4. Kepala Mesin : Bagian ini berfungsi sebagai tempat motor dan pully .
5. Kontrol Panel : bagian ini berfungsi sebagai pengukur parameter pemotongan, seperti kecepatan spindle, kecepatan makan, dan pemindahan meja (Pratama, 2019).

2.2.3 Jenis Mesin Frais

Mesin Frais Fehlmann P18s adalah mesin perkakas yang digunakan untuk memotong dan menyayat benda kerja dengan alat potong yang berputar. Mesin frais ini juga dapat tambahan perlengkapan tertentu. berikut ini merupakan bentuk dari mesin Frais Fehlmann P18s pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Mesin Frais Fehlmann P18s

2.3 Definisi Kerusakan

Secara umum pengertian kerusakan adalah mengalami irusak, kecelakaan, atau kondisi yang rusak terjadi karena masalah. Kerusakan juga idapat diartikan sebagai kondisi suatu benda yang rusak iatau tidak sempurna lagi karena gangguan atau hambatan yang membuatnya tidaki dapat berfungsi seperti semula.

Hal tersebut sesuai dengan pengertian kerusakan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) bahwa kerusakan adalah sudah tidak sempurna lagi dan terjadi cacat atau kondisi yang tidak baik lagi dari suatu benda. Dalam hal ini kerusakan terjadi pada sistem kelistrikan dan *Quick Tool Change System* yang menyebabkan tidak berfungsi lagi seperti semula komponen tersebut atau tidak bisa bekerja secara maksimal (Baskara et al., 2021).

2.3.1 Jenis Kerusakan

Menurut Fernando Yosa Sebayang (2022), jenis-jenis kerusakan terdiri dari sebagai berikut:

- a. Kerusakan Mekanis
 - Kelelahan Material: terjadi karena beban siklik merusak komponen mesin.

- Keausan: gesekan antara bagian yang bergerak mengikis material.
- Korosi: reaksi kimia yang menyebabkan kerusakan pada permukaan logam.

b. Kerusakan Akibat Kurangnya Perawatan

- Pelumasan Tidak Memadai: kekurangan pelumas dapat menyebabkan gesekan dan keausan komponen yang lebih besar.
- Pembersihan yang Tidak Teratur: penumpukan kotoran mengganggu kinerja mesin dan menyebabkan kerusakan.
- Penggantian Komponen yang Terlambat: tidak mengganti komponen aus tepat waktu juga dapat menyebabkan kerusakan lebih lanjut.

2.3.2 Penyebab Kerusakan

Penyebab kerusakan mesin merujuk pada faktor-faktor yang menyebabkan mesin mengalami kerusakan atau tidak dapat melakukan fungsi normalnya disebut sebagai “sebab kerusakan mesin” (Aswin, Riva’i, et al., 2019). Menurut (Husnianto et al., 2016) Faktor –faktor ini dapat berasal dari berbagai hal seperti penjelasan dibawah ini:

➤ Faktor Manusia

Disebut dengan kesalahan manusia yang dilakukan oleh Operator, seperti kurangnya pengetahuan tentang cara mengoperasikan mesin yang dapat menyebabkan kerusakan. Kesalahan Manusia seringkali disebabkan kurangnya pelatihan dan pemahaman tentang prosedur operasi standar.

➤ Faktor Desain Mesin

Faktor ini yang dimana kondisi mesin yang tidak ergonomis atau tidak memerhatikan aspek keselamatan kerja dan memudahkan pengguna meningkatkan risiko kesalahan operator, yang pada akhirnya menyebabkan kerusakan mesin.

➤ Faktor Kondisi Operasional

Faktor ini menyebabkan kondisi operasionalnya tidak sesuai, seperti beban kerja yang berlebihan atau lingkungan kerja yang tidak mendukung,

dapat mempercepat keausan dan kerusakan komponen mesin. Misalnya, pengguna mesin dilingkungan dengan suhu atau kelembaban yang tidak sesuai dapat mengurangi kinerja mesin.

➤ Faktor Kurangnya Pemeliharaan yang tepat

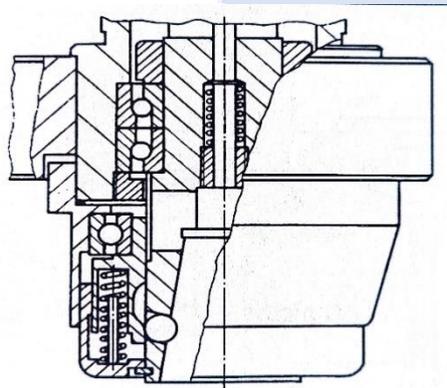
Faktor ini disebabkan tidak adanya prosedur pemeliharaan yang jelas atau kurangnya suku cadang yang diperlukan dapat menghambat proses perbaikan dan pemeliharaan mesin karena kerusakan kecil yang akhirnya berkembang menjadi kerusakan besar.

2.3.3 Dampak Kerusakan Kualitas

Kerusakan mesin dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Misalnya, kerusakan mesin dapat menyebabkan jumlah produk yang cacat, yang mengurangi kepuasan pelanggan dan reputasi perusahaan. Selain itu, kerusakan mesin dapat menyebabkan waktu henti produksi yang tidak direncanakan dan biaya perbaikan dan pemeliharaan yang lebih tinggi, yang semuanya berdampak negatif pada profitabilitas dan efisiensi operasional (Amalia et al., 2022)

2.4 Quick Tool Change System

Sistem pergantian alat cepat FEHLMANN SF 32 terdiri dari adaptor *ISO 30* yang dilengkapi dengan penggerak. Tiga bola menempel pada tangki alat di slot penahan adaptor. Untuk melepaskan alat, tuas umpan harus didorong ke belakang



Gambar 2. 3 *Quick Tool Change System*

hingga berhenti. Ejektor akan mendorong alat keluar dari adaptor secara otomatis.

2.5 Metode Diagnostik dan Analisis Kerusakan

Menurut Pamungkas et al, (2023) metode diagnostik dan analisis kerusakan pada mesin yang umum digunakan yaitu:

- *Failur Mode and Effect Analysis* (FMEA): Metode ini untuk menentukan tindakan pencegahan mana yang paling penting untuk mencegah kegagalan.
- *Root cause failure analysis* (RCFA): Metode sistematis untuk mengidentifikasi akar penyebab utama dari suatu masalah atau kerusakan agar dapat diambil Tindakan yang efektif untuk mencegah terulangnya masalah tersebut.
- *Risk Based Maintenance* (RBM): Pendekatan pemeliharaan yang berfokus pada risiko yang digunakan untuk mengoptimalkan sumber daya dan meminimalkan kerusakan.
- *Fault Tree Analysis* (FTA): Teknik deduktif yang digunakan untuk mengevaluasi sumber potensial dari kegagalan sistem.
- *Fishbone Diagram*: alat atau metode yang membantu menganalisis dan mengidentifikasi akar penyebab masalah.
- *Enterprise Risk Management* (ERM): Sistem untuk mengelola risiko di seluruh organisasi secara menyeluruh.

2.5.1 Metode Identifikasi Penyebab Kerusakan Mesin

➤ *Metode Root Cause Failure Analisis*

Serangkaian Proses logis yang disebut *Root Cause Failure Analisis* (RCFA) digunakan untuk menyelidiki penyebab utama kegagalan melalui analisis bertahap, mulai dari identifikasi gejala hingga penelusuran faktor-faktor yang saling terkait. Tujuan dari RFCA adalah untuk mengurangi kemungkinan kegagalan terulang dan mengelola efeknya jika terjadi (Moblely, 1999).

➤ *Analisis 5 Why*

Analisis 5 *Why* (5 mengapa) adalah teknik pemecahan suatu masalah yang digunakan untuk menemukan penyebab dasar dari suatu masalah. Metode ini melibatkan bertanya kembali “Mengapa?” secara berulang hingga mencapai titik dasar masalah (Wilson, Dell, & Anderson, 1993).

Adapun tujuan dari analisis 5 *Why* yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Akar Masalah
2. Mencegah terulangnya masalah
3. Meningkatkan efisiensi perbaikan

2.6 Teknik dan Proses Rekondisi Mesin

Proses mengembalikan kondisi mesin yang mengalami kerusakan atau penurunan kinerja agar kembali ke kondisi aslinya dikenal sebagai rekondisi mesin (Aswin, Masdani, et al., 2019). Beberapa teknik dan proses yang umum digunakan dalam rekondisi mesin meliputi:

- Pengumpulan data awal kerusakan: untuk mengidentifikasi kerusakan yang ada dilakukan pemeriksaan visual, pengujian fungsi, dan pengujian geometris pada mesin.
- Analisis Kerusakan: setelah data dikumpulkan, analisis dilakukan untuk mengetahui sumber kerusakan dan komponen mana yang harus diperbaiki atau diganti.
- Tindakan Perbaikan: Hasilnya menunjukkan bahwa sistem kelistrikan diperbaiki, komponen mekanik disetel ulang dan bagian yang rusak atau aus diganti.
- Pengujian penyimpangan geometris, dan pengujian kinerja mesin untuk memastikan bahwa mesin telah beroperasi dengan baik sesuai standar yang ditetapkan.

2.7 Pemeliharaan Preventif setelah Rekondisi Mesin

Pemeliharaan preventif dilakukan setelah rekondisi mesin untuk meningkatkan kinerja dan memperpanjang umur mesin. setelah mesin direkondisi, prosedur

pemeliharaan pencegah disarankan (Praharsi et al., 2015). untuk melakukan salah satu yang dijelaskan dibawah ini:

- Pembuatan Jadwal Pemeliharaan Rutin: Tetapkan waktu untuk Inspeksi dan perawatan rutin untuk memastikan bahwa semua komponen bekerja dengan baik.
- Pengguna Metode *Reliability-Centered Maintenance* (RCM): Untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan tindakan pemeliharaan berdasarkan risiko kegegelan komponen dan kendala.
- *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA): Ini bertujuan untuk menentukan potensi mode kegagalan dan efeknya untuk menentukan tindakan pencegahan yang tepat.

2.8 Perawatan

Perawatan disebut dengan istilah *Maintenance* yang dimana kegiatan dilakukan menjaga atau memperbaiki setiap fasilitas agar tetap dalam keadaan yang diterima menurut standar yang berlaku pada biaya yang wajar (Rasindyo et al., 2015).

2.8.1 Jenis – Jenis Perawatan

Jenis-jenis perawatan menjadi 3 kategori pada saat pelaksanaan pekerjaan (Islam, 2020).

1. Pemeliharaan Terencana (*Preventif Maintenance*).

Preventive maintenance adalah kegiatan inspeksi berkala yang dilakukan bersamaan dengan kegiatan pemeliharaan untuk menghilangkan, mengontrol, atau mengembalikan kondisi mesin atau alat yang dapat menyebabkan “breakdown”, produksi terhenti, atau penurunan kondisi mesin atau alat (Rosa, 2005).

2. Pemeliharaan Korektif (*corrective Maintenance*).

Perawatan yang berulang untuk memperbaiki suatu bagian yang telah terhenti untuk memenuhi kondisi yang dapat diterima (termasuk penyetulan dan reparasi) disebut dengan perawatan korektif. Perawatan ini termasuk

perbaikan kecil, terutama untuk rencana jangka pendek, yang mungkin terjadi diantara pemeriksaan, dan perbaikan terencana (Suzen & Feriadi, 2019)

3. Pemeliharaan Prediktif (*Predictive Maintenance*).

Predictive maintenance adalah pendekatan baru untuk pemeliharaan industri yang bertujuan untuk mengoptimalkan waktu pemeliharaan dan mengurangi kerusakan mesin yang tidak terduga (Sajiwo et al., 2023).

2.8.2 Tujuan Pemeliharaan preventif

Pemeliharaan preventif adalah pemeliharaan yang direncanakan secara berkala untuk mencegah kerusakan pada persalatan sebelum rusak (Manesi & Kupang, 2018). Berikut adalah beberapa tujuan pemelihan yaitu:

➤ Menghindari Kerusakan

Pemeliharaan rutin dapat mendeteksi dan menangani kemungkinan kerusakan sebelum mengganggu operasional.

➤ Mendeteksi tanda-tanda awal kerusakan

Pemeliharaan preventif memungkinkan mengidentifikasi bagian yang mulai mengalami penurunan kinerja untuk melakukan perbaikan segera.

➤ Menemukan Kerusakan yang Tersembunyi

Beberapa kerusakan mungkin tidak terlihat secara langsung selama prosedur operasional biasa. Inspeksi rutin dapat mengungkapkan masalah tersembunyi melalui pemeliharaan preventif.

➤ Meningkatkan Umur Pakai Peralatan

Perawatan yang teratur dan tepat waktu membantu peralatan bertahan lebih lama.

2.9 Pengujian

Pengujian Merupakan Penilaian yang dimaksudkan untuk mengukur pengetahuan ukuran atau kemampuan dari *respond* (produk atau benda yang diuji).

2.9.1 Pengujian Visual

Pengujian Visual adalah teknik yang tergolong konvensional yang sederhana. Pengujian ini merupakan proses pengujian tercepat dengan melihat kondisi fisik secara visual (dimensi, permukaan, dll).

2.9.2 Pengujian Geometri

Pengujian Geometri ini merupakan pengujian kesebarisan mesin dan kesejajaran. apabila komponen mengalami perubahan bentuk, dimensi, permukaan dan posisi maka berdampak buruk terhadap hasil produknya. aspek geometri yang menjadi penentu adalah :

- Kerataan, yang dimana sebuah garis dianggap sejajar terhadap bidangnya apabila jarak dari garis terhadap bidang berada diposisi yang sama.
- Ketegaklurusan, yang dimana sebuah bidang dikatakan, 2 garis lurus atau sebuah garis lurus yang penyimpangannya sejajar dengan penyiku standar.
- Kesejajaran, yang dimana sebuah garis sejajar terhadap bidangnya, apabila jarak pengukuran garis tersebut berada diposisi yang sama.

2.9.3 Pengujian Suhu

Yang dimana pengujian ini dimaksudkan untuk mencari sumber masalah yang berada pada mesin. Ketika mesin dihidupkan atau dioperasikan selama 8 jam per hari, mesin dapat mengalami peningkatan pada suhu dibagian tertentu. Namun ketika suhu pada mesin dihasilkan terlalu tinggi maka dilakukannya pemeriksaan pada bagian mesin yang mengalami kenaikan suhu.

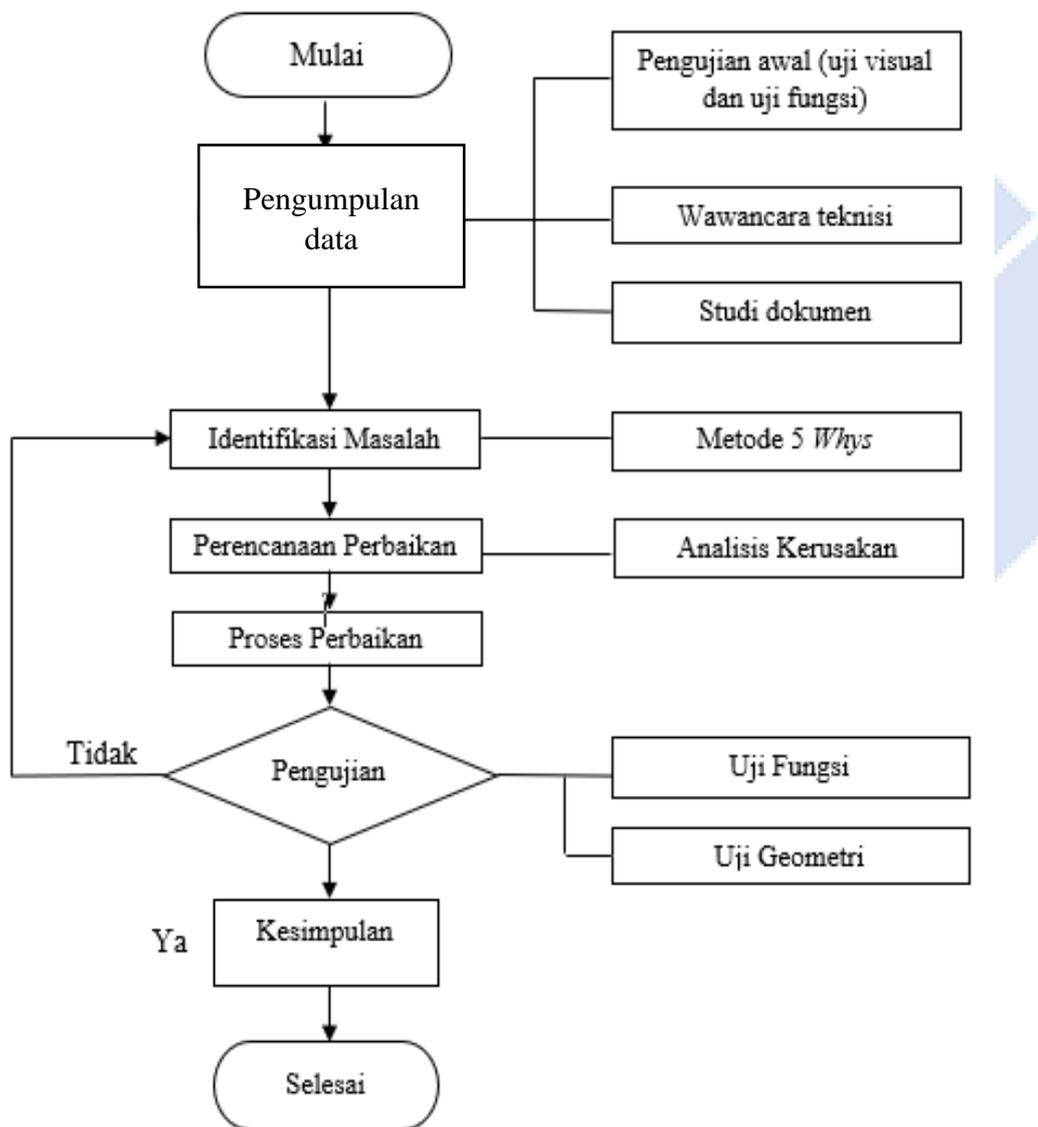
2.9.4 Pengujian Benda Kerja

Pengerjaan benda kerja yang dilakukan pada proses dengan melakukan pemakanan atau *feeding*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketegaklurusan benda kerja.

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Untuk menyelesaikan proyek akhir ini dan imenyusun laporan maka dibuatkan rancangan kegiatan-kegiatan dalam bentuk diagram alir ini untuk mempermudah mengambil langkah-langkah yang terarah sehingga mencapai target yang telah ditetapkan yang dimana diharapkan dapat tercapai. Diagrami alir dapat dilihat dibawah ini pada gambar 3.1 dibawah ini



Gambar 3. 1 Diagram Alir

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini akan dilakukan beberapa metode yang tujuannya untuk mengambil data-data sebagai pendukung untuk proses perbaikan pada mesin Fraiss Fehlmann P18s ini. Adapun metode yang digunakan sebagai pengumpul data yaitu:

1. Pengujian awal

Pengujian awal ini yang dimana sebagai tindakan untuk melakukan pengujian langsung pada mesin, ada beberapa cara pengujian yang akan dilakukan pada pengujian awal diantaranya, uji fungsi, uji geometri pada mesin, uji jalan mesin serta uji visual.

2. Wawancara teknisi

Wawancara pada teknisi ini metode untuk mencari atau melengkapi data-data yang didapatkan pada saat pengujian awal. Selain untuk mempermudah mendapatkan informasi pada permesinan, melakukan wawancara pada teknisi menjadi saran diskusi terkait dalam perbaikan mesin yang akan dilakukan.

3. *Study Dokument*

Study dokument atau buku panduan untuk salah satu acuan sebagai dasar operasi serta mencari sumber informasi mengenai spesifikasi standar pada mesin diantaranya, rangkaian kelistrikan, komponen pendukung pada mesin serta sebagai referensi pembuatan *sparepart* jika diperlukan.

3.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah ini adalah mencari masalah atau penyebab dari kerusakan yang dialami pada mesin, untuk mengamati masalah yang terkait dan dengan adanya analisis 5 why ini dapat mempermudah menemukan masalah pada kerusakan ini. Pada saat melakukan indentifikasi masalah ditemukannya 3 kerusakan yang terjadi pada mesin.

- Tujuan: identifikasi masalah pada mesin ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang jelas dan akurat tentang sumber kerusakan atau gangguan pada mesin sehingga perbaikan yang tepat dan efektif.
- Metode Analisis 5 *Why*
 analisis 5 *why* yang akan diterapkan untuk mengidentifikasi masalah kerusakan pada sistem kelistrikan dan *Quick tool change system*.

Hasil yang diharapkan dari identifikasi masalah ini yaitu diharapkan adanya bantuan dari analisis ini dapat membantu menemukan masalah kerusakan dengan mengajukan pertanyaan “mengapa” hingga lima kali atau sampai penyebab utama ditemukan.

3.3 Perencanaan Perbaikan

Perencanaan perbaikan suatu rangkaian aktivitas atau tindakan untuk merencanakan dan mengatur pemeliharaan atau perbaikan mesin,serta peralatan suatu industri/perusahaan untuk mengurangi downtime dan menghindari kerusakan. Untuk mencegah masalah dan kesalahan yang tidak perlu selama proses perbaikan, Urutan langkah ini dimodifikasi berdasarkan data kerusakan yang dikumpulkan selama identifikasi masalah.

- Tujuan: perencanaan perbaikan ini bertujuan untuk mengantisipasi dan mengatur kebutuhan sumber daya seperti tenaga kerja, waktu, suku cadang, dan alat bantu serta mengantisipasi hambatan yang mungkin muncul selama proses perbaikan.

Adapun langkah-langkah atau prosedur dalam perencanaan perbaikan, sebagai berikut :

1. Pembuatan jadwal pelaksanaan

Pembuatan jadwal pelaksanaan dalam perencanaan perbaikan sangatlah penting, karena akan membantu memfokuskan proses perbaikan dan cakupannya. Perkiraan atau estimasi perencanaan perbaikan yang akan dilakukan nantinya dapat dihitung dengan menggunakan jadwal yang telah direncanakan.

➤ Langkah-langkah:

- Membuat rancangan jadwal pelaksanaan agar dapat memilih waktu yang tepat untuk melakukan pelaksanaan perbaikan.
- Dalam pembuatan jadwal pelaksanaan ini perlu menentukan pelaksanaan untuk menyelesaikan perbaikan.
- Dalam langkah ini perlunya menyusun jadwal yang mencakup waktu mulai dan durasi.

2. Akusisi suku cadang

akusisi suku cadang sebagai mendapatkan bagian mesin yang hilang atau rusak. Suku cadang dapat idibeli atau dibuat melalui proses pemesanan jika memungkinkan.

- Tujuan: dalam perbaikan mesin, akusisi suku cadang dilakukan untuk memastikan bahwa komponen yang dibutuhkan akan tersedia selama proses perbaikan, sehingga perbaikan dapat dilakukan secara efektif, tepat waktu, dan berkualitas.

Hasil yang diharapkan dari pembuatan jadwal pelaksanaan dan akusisi suku cadang yaitu bahwa perbaikan mesin dapat dilakukan secara terencana, efisien dan tepat waktu. Dengan jadwal pelaksanaan yang baik, perbaikan dapat dilakukan tanpa mengganggu proses produksi, sehingga mengurangi *downtime*, dan memungkinkan semua bagian yang terlibat untuk berkolaborasi dengan baik.

3.4 Proses Perbaikan

langkah-langkah proses perbaikan yang dilakukan untuk melakukan tindakan perbaikan, memulihkan suatu komponen atau melakukan pergantian pada suku cadang dengan mengikuti prosedur perencanaan perbaikan yang sudah di tentukan setelah mengalami kerusakan atau penurunan kinerja.

- Tujuan: tujuan dari proses perbaikan ini untuk mengembalikan fungsi dan kinerja mesin ke kondisi optimal setelah terjadi kerusakan, dan penurunan performa pada mesin.
- Langkah-langkah:

- Melakukan identifikasi masalah dengan menggunakan analisis 5 why untuk menemukan masalah kerusakan sebelum melakukan proses perbaikan.
- Sebelum melakukan proses perbaikan, tentukan penyebab akar masalah dari mesin terlebih dahulu.
- Setelah melakukan analisis 5 why dan ditemukannya akar penyebab masalah, setelah itu dilakukannya tindakan perbaikan pada mesin.
- Hasil yang diharapkan dari proses perbaikan.
 - Mesin bisa berfungsi normal dan dapat beroperasi sesuai dengan spesifikasi teknis
 - Mengurangi waktu henti mesin (*downtime*), dan dapat berjalan kembali tanpa gangguan yang berkempanjangan.
 - Memperpanjang umur pakai mesin sehingga mesin tetap beroperasi dalam jangka panjang.

3.5 Pengujian

serangkaian proses pengujian atau aktivitas yang dilakukan untuk mengkonfirmasi bahwa sistem, perangkat atau komponen berfungsi dengan baik setelah dilakukan perbaikan, pembaruan, atau perubahan. Pada tahap ini, penentuan keberhasilan perbaikan dilakukan.

- Tujuan: pengujian mesin setelah perbaikan bertujuan untuk memastikan bahwa mesin berfungsi dengan baik dan bekerja sesuai dengan standar operasional yang ditetapkan.

Adapun metode atau tahapan pengujian setelah dilakukannya perbaikan sebagai berikut :

1. Uji Geometri, tujuan pengujian ini untuk mengetahui kondisi geometris mesin dan ketelitiannya. Serta kegiatan pemeriksaan kesebarisan dan kesejajaran sumbu mesin termasuk dalam pengujian geometri.
 - Langkah-langkah:

- melakukan pengujian Geometri untuk menentukan kerataan dan ketegak lurusan mata spindle dengan menggunakan alat uji geometri seperti Dial.
2. Uji Fungsi, tujuan pengujian ini untuk mengevaluasi kinerja isetiap komponen yang digunakan sebagai pengendali, penggerak, pengatur dan sebagainya untuk menentukan apakah komponen tersebut telah berfungsi sebagaimana mestinya.
 - Langkah-langkah:
 - Melakukan pengujian fungsi putaran spindle.
 - Melakukan pengujian fungsi gerakan meja (sumbu X, Y, Z)
 - Melakukan pengujian fungsi pemotongan sederhana.
 3. Uji Suhu, tujuan pengujian ini memastikan bahwa mesin beroperasi dalam rentang suhu yang aman dan optimal.
 - Langkah-langkah:
 - Melakukan pengujian suhu dengan menentukan titik pengukuran suhu.
 - Melakukan pengujian pengukuran suhu awal dan akhir saat mesin beroperasi.

Hasil yang diharapkan dalam pengujian ini akan menghasilkan mesin yang dapat beroperasi secara normal sesuai dengan fungsi dan spesifikasinya semula. Semua bagian harus bekerja dengan lancar dan tidak ada kerusakan yang lebih lanjut.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Selama pengumpulan data, beberapa pendekatan telah digunakan untuk mengidentifikasi masalah dan kerusakan yang terjadi pada mesin Frais Fehlmann P18s FR 4 . pengujian awal termasuk uji visual, uji fungsi, uji geometri, uji suhu dan kemudian wawancara teknisi dan *study literature*. Adapaun data iawal yang telah didapatkan atau diperoleh pada pelaksanaan metode tersebut, yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian awal

pengujian awal ini dilakukan obeservasi mesin dengan melakukan beberapa pengujian diantaranya uji fungsi serta uji visual terhadap *Quick Tool Change System* dan sistem kelistrikan.

- Hasil uji fungsi pada *Quick Tool Change System*
 - Uji fungsi: pada saat melakukan pengujian, Quick tool change system tidak dapat mencekam alat adaptor/arbor.
- Hasil uji fungsi dan visual pada sistem kelistrikan
 - Uji fungsi: pada saat melakukan pengujian, mesin tidak bisa beroperasi atau mati total.
 - Uji visual: pada saat melakukan pengujian visual terhadap mesin, ditemukannya beberapa komponen yang tidak terpasang yaitu:
 - Komponen selector switch tidak terpasang/tidak ada.
 - Komponen push button on/off tidak terpasang/tidak ada.
 - Komponen kontaktor K3 tidak terpsang/tidak ada.

2. *Study* dokument

- Dari hasil yang didapatkan pada study dokument yaitu:
 - Referensi perbaikan di sistem kelistrikan dan *Quick tool change system*.

Dari kedua metode tersebut menunjukkan bahwa beberapa bagian komponen dari mesin Frais Fehlmann P18s FR 4 mengalami kerusakan dan bermasalah. Untuk mengetahui lebih lanjut tentang penyebab masalah tersebut, dilakukan identifikasi untuk mempercepat perbaikan mesin. Berikut hasil wawancara teknisi PLP yang dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah.

Tabel 4. 1 Hasil Wawancara Teknisi/PLP

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Kendala apa yang terjadi pada sistem kelistrikan ini?	Ketika mesin dinyalakan mesin tidak dapat dihidupkan karena terjadi kerusakan kelistrikan seperti mati total, kemarin saya periksa pada kelistrikan tersebut ada 3 kerusakan yaitu kontaktor, push button dan selector switch. Kontaktor ini disebabkan terjadinya tegangan arus listrik lemah dan yang 2 komponen lainnya telah rusak karena umur dan pemakaiannya yang sering.
2.	Apa awal dari penyebab kerusakannya quick tool change ini?	Pada awal penyebab kerusakannya itu ketika alat adaptornya dipasang seperti ada yang ganjal di bagian spindel ini, saat mesin dinyalakan putaran adaptornya tidak simetris lalu dilakukan pemakanan hasilnya tidak sesuai dengan yang diharapkan dan juga pada saat pemasangan adaptornya, operatornya tidak mengikuti SOP atau kurang paham cara pemasangannya karna itulah yang membuat pengunci adaptornya rusak seiring berjalanya waktu dan tidak bisa mengunci seperti semula.

4.2 Analisis kerusakan

Tindakan ini adalah kegiatan yang diambil untuk mengetahui lebih berlanjut kerusakan mesin yang telah ditemukan selama pengumpulan data. Dan diantara

identifikasi masalah atau kerusakan yang ditemukan pada mesin Frais Fehlmann P18s FR 4 adalah identifikasi kerusakan kelistrikan.

4.2.1 Analisis kerusakan sistem kelistrikan

1. Kerusakan Kontaktor K3 dan K6

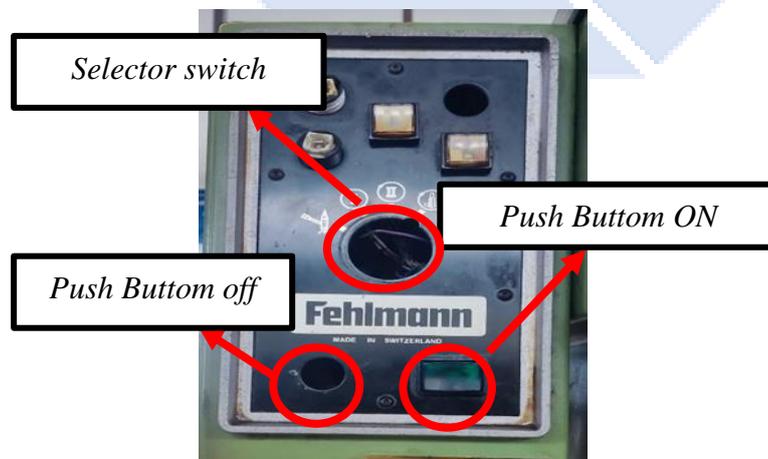
pada tahapan ini melakukan pemeriksaan arus yang keluar pada kontaktor menggunakan multitester dengan cara mengukur arus, pada pemeriksaan hasilnya K3=5A dan K6=6A yang standar 10 A.1. Dapat dilihat gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4. 1 Komponen Kontaktor

2. Kerusakan pada panel control

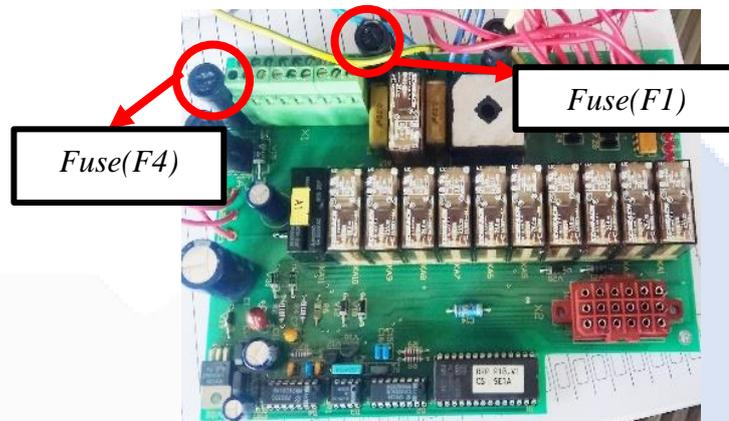
Pada tahapan ini melakukan pemeriksaan beberapa komponen yang tidak terpasang yaitu selector switch, dan push button off. Selain itu, ada kerusakan pada push button on yang mengalami pegas pendorong rusak. Dapat dilihat gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4. 2 Control Panel

3. Kerusakan pada komponen *Fuse*

Pada tahapan ini melakukan pemeriksaan aliran listrik pada komponen *fuse* di CPU menggunakan multimeter, ditemukan kerusakan pada *Fuse F4* dan *Fuse F1* yaitu mengalami korsleting dan tidak bisa digunakan. pada pemeriksaan hasil *Fuse F1* =1,054 Ω dan *Fuse F4* =1,056 Ω , yang standarnya(terhubung) = $\pm 0,005 \Omega$. Dapat dilihat gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4. 3 Mainboard CPU

4. Kerusakan pada komponen Kapasitor

Pada tahapan ini melakukan pemeriksaan Kapasitor di CPU ditemukan kerusakan pada kapasitor menggunakan multimeter, yang mengalami arus masuk berlebihan. Pada hasil pemeriksian kapasitor =1,560 Ω yang standarnya(terhubung) =0,500 Ω . Dapat dilihat gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4. 4 komponen Kapasitor

5. Kerusakan *dioda* pada komponen *CPU*

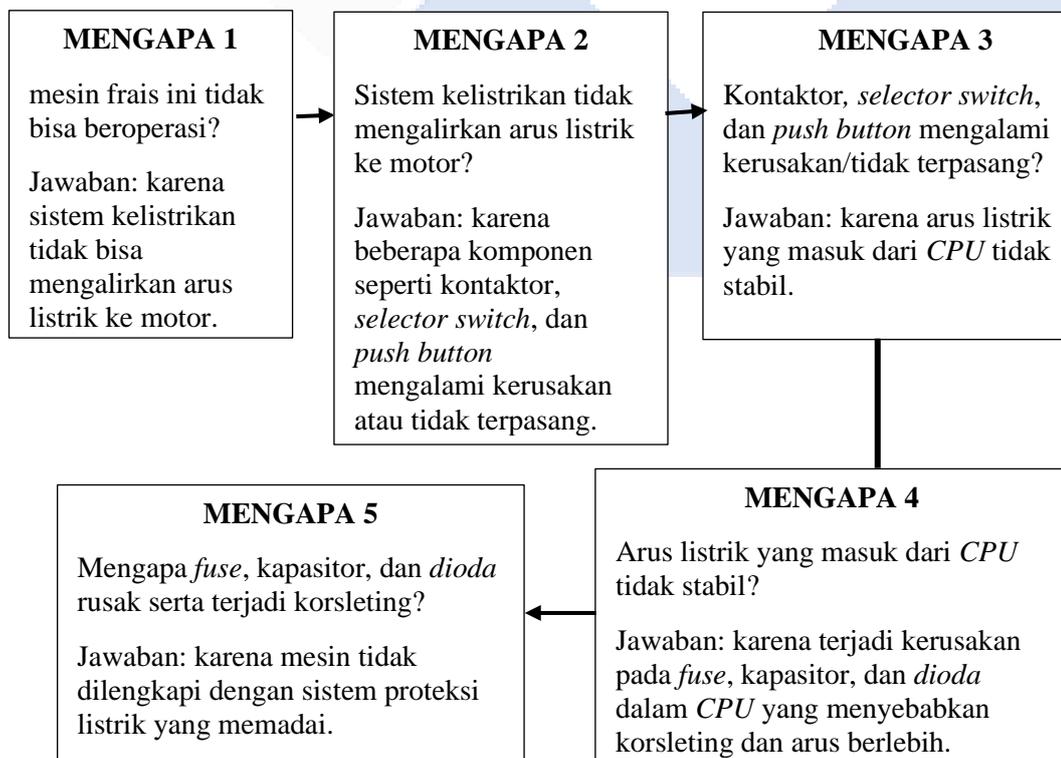
Pada tahapan ini melakukan pemeriksaan *dioda* di *CPU* ditemukan kerusakan pada *Dioda* menggunakan multimeter, yang mengalami arus masuk berlebihan. Pada hasil pemeriksian *Dioda* =1,498Ω yang standarnya(terhubung) =0,500Ω. dapat dilihat gambar 4.5 dibawah ini



Gambar 4. 5 Komponen Dioda

4.3 Analisa 5 why pada kerusakan kelistrikan

Pada analisa ini yang dimana dengan membuat pertanyaan “mengapa”, untuk menemukan hasil akhirnya atau akar penyebab dari kerusakan pada sistem kelistrikan, untuk lebih detainya dapat dilihat pada pertanyaan yang telah dirancang pada bagian dibawah ini.



Solusi :
Melakukan identifikasi kerusakan, analisis akar masalah, perbaikan komponen.

Akar penyebab :
Kerusakan komponen *CPU* karena arus berlebih akibat tidak adanya proteksi.

4.4 Rancangan perbaikan pada kerusakan kelistrikan

Setelah menyelesaikan identifikasi masalah kerusakan kelistrikan dan analisa 5 why penyebabnya, maka didapatkan penyebab akar masalah yang akan ditindaklanjuti dengan proses perbaikan ini. Agar proses perbaikan ini lebih terarah dan dibuatlah rancangan perbaikan ini. Langkah-langkah rancangan perbaikan berisikan dengan jadwal perbaikan, pergantian suku cadang serta alat-alat yang digunakan untuk melakukan proses perbaikan. Rancangan perbaikan dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4. 2 Rancangan Perbaikan Pada Kelistrikan

No	Nama Bagian dan kerusakannya	Alat dan bahan yang digunakan dalam perbaikan	Rancangan Perbaikan
A	Panel Kelistrikan		
1.	Kontaktor K3 mengalami pelemahan arus listrik .	1. Multitester 2. Testpen 3. Obeng – dan + 4. Isolasi kertan dan kabel	ganti komponen.
2.	Kontaktor K6 mengalami kerusakan patah dibagian <i>Manual override(I/O)</i>	1. Multitester 2. Testpen 3. Obeng – dan + 4. Isolasi kertan dan kabel	ganti komponen

3.	Komponen <i>Fuse</i> mengalami korsleting	1. Multitester 2. Obeng –	ganti komponen.
4	Kapasitor 22 μ F40V mengalami arus berlebihan	1. Multitester 2. solder	ganti komponen.
5	Dioda 3A 1N5404 mengalami arus berlebihan	1. Multitester 2. solder	ganti komponen.
B	Control panel operasi mesin		
1	Selector Switch tidak terpasang	1. Multitester 2. Obeng +	Ganti komponen
2	Push button OFF tidak terpasang	1. Multitester 2. Obeng +	Ganti komponen
3	Push button ON mengalami pegas rusak	1. Multitester 2. Obeng +	Ganti Komponen

4.5 Tindakan perbaikan kelistrikan

Berdasarkan perencanaan yang telah dibuat sebelumnya, perbaikan ini ditekankan pada sistem kelistrikan yaitu penggantian atau penambahan komponen seperti kontaktor, *selector switch*, *push button on/off*, *fuse*, *kapasitor*, dan *dioda*. Hasil perbaikan dan langkah-langkah atau prosedur perbaikan.

4.5.1 Proses Perbaikan sistem kelistrikan

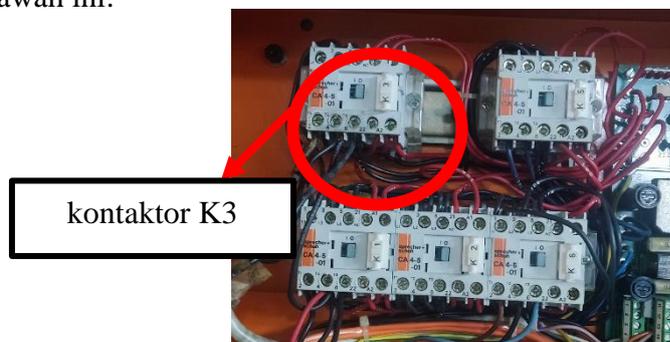
Pada proses perbaikan ini setelah dilakukan identifikasi kerusakan pada sistem kelistrikan ditemukannya beberapa komponen kerusakan yang harus diganti atau diperbaiki berikut adalah proses perbaikan kelistrikan dan SOP perbaikannya dapat dilihat dibawah ini.

1. Proses pergantian komponen kontaktor posisi K3

Langkah-langkah SOP pergantian komponen kontaktor posisi K3 :

- Buka semua kabel yang terhubung pada kontaktor dengan menggunakan obeng – atau +.
- Buka 2 penahan kontaktor dengan menggunakan obeng +.
- lepaskan 2 penahan dari dudukannya.
- lepaskan kontaktor dari dudukan listrik.
- Gantikan kontaktor yang baru dan letakan kembali pada dudukannya.
- pasangkan 2 penahan kontaktor agar kontaktor tidak bergeser.
- Pasangkan kembali kabel-kabel ke kontaktor.
- Untuk memastikan rangkaiannya benar periksa kembali dengan melihat diagram rangkaiannya di study dokument mesin Fehlmann

Pada proses ini melakukan pergantian komponen kontaktor posisi K3 dengan spesifikasi motor *starter Sprecher + schuh CA 4-5 230V coil + 4 X NC contacts*, berikut adalah setelah perbaikan kontaktor K3 pada gambar 4.6 dibawah ini.



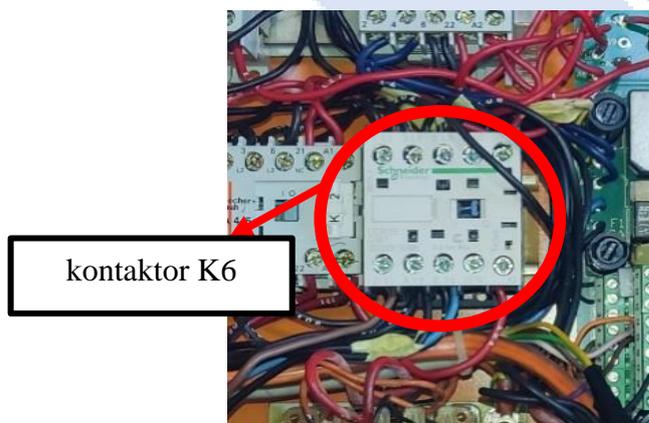
Gambar 4. 6 Jenis Kontaktor Posisi K3

2. Proses pergantian komponen kontaktor posisi K6

Langkah-langkah SOP pergantian komponen kontaktor posisi K6

- Buka semua kabel yang terhubung pada kontaktor dengan menggunakan obeng – atau +.
- Buka 2 penahan kontaktor dengan menggunakan obeng +.
- Lalu lepaskan 2 penahan dari dudukannya.
- Setelah itu lepaskan kontaktor dari dudukan listrik.
- Gantikan kontaktor yang baru dan letakan kembali pada dudukannya.
- Setelah itu pasang 2 penahan kontaktor agar kontaktor tidak bergeser.
- Pasangkan kembali kabel-kabel ke kontaktor.
- Untuk memastikan rangkaiannya benar periksa kembali dengan melihat diagram rangkaiannya di study dokument mesin Fehlmann

Pada proses ini melakukan pergantian komponen kontaktor posisi K6 dengan spesifikasi *Schneider TeSys K Contactor 3P 20A 2.2kW* tipe LC1K0601M7, berikut adalah setelah perbaikan kontaktor K6 pada gambar 4.7 dibawah.



Gambar 4. 7 jenis kontaktor posisi K6

3. Proses pergantian komponen *Push button ON*

Langkah-langkah SOP pergantian komponen *Push button ON* :

- Lepaskan penutup tombolnya, lalu buka baut tersebut dengan menggunakan obeng + yang berukuran kecil.
- push button tersebut dari dudukannya dengan cara memutar ke arah kiri.
- Lepaskan kabel yang terhubung pada push button dengan cara memotong dengan alat tang potong.
- Gantikan push button dengan yang baru lalu pasang kabel-kabelnya dengan menggunakan obeng +.
- Untuk memastikan rangkaiannya benar periksa kembali dengan melihat diagram rangkaiannya di study dokument mesin Fehlmann.
- pasang push buttonnya dari dudukannya dengan cara memutar ke arah kanan untuk mengucinya.

Pada proses ini melakukan pergantian komponen *Push button ON* dengan spesifikasi A5 250V AC CRF-F25 HANYOUNG NUX, berikut adalah setelah perbaikan *Push button ON* dibawah.



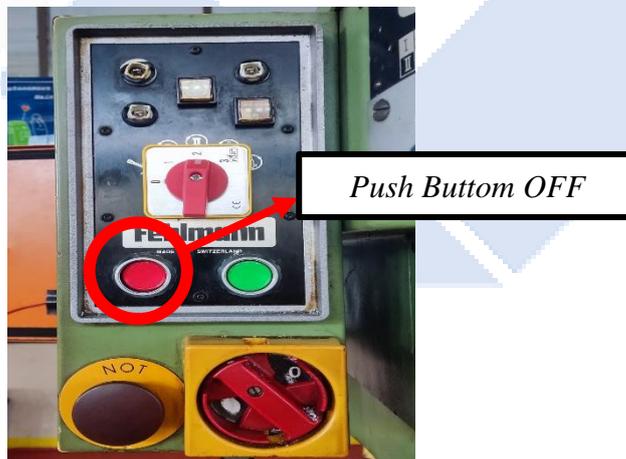
Gambar 4. 8 Jenis *Push button ON*

4. Proses pergantian komponen *Push button OFF*

Langkah-langkah SOP pergantian komponen *Push button OFF* :

- Lepaskan penutup tombolnya, lalu buka baut tersebut dengan menggunakan obeng + yang berukuran kecil.
- Buka push button tersebut dari dudukannya dengan cara memutar ke arah kiri.
- Lepaskan kabel yang terhubung pada push button dengan cara memotong dengan alat tang potong.
- Gantikan push button dengan yang baru lalu pasang kembali kabel-kabelnya dengan menggunakan obeng +.
- Untuk memastikan rangkaiannya benar periksa kembali dengan melihat diagram rangkaiannya di study dokument mesin Fehlmann.

Pada proses ini melakukan pergantian komponen *Push button OFF* dengan spesifikasi A5 250V AC CRF-F25 HANYOUNG NUX, berikut adalah setelah perbaikan *Push button OFF* pada gambar 4.9 dibawah.



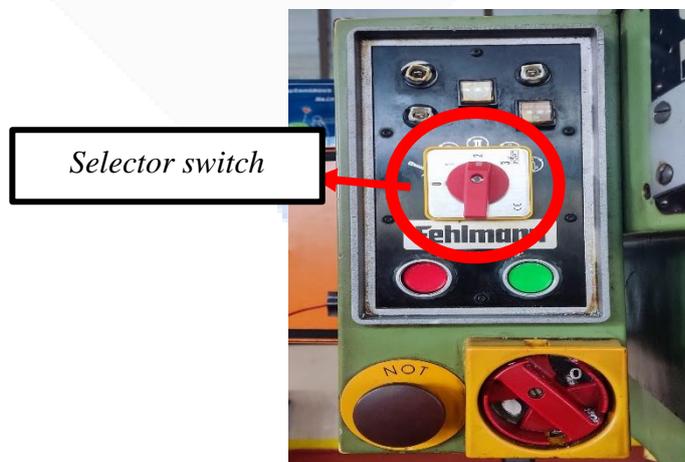
Gambar 4. 9 Jenis *Push button OFF*

5. Proses pergantian komponen *Selector switch*

Langkah-langkah SOP pergantian komponen *selector switch* :

- Pasangkan kabel ke selector switch yang baru dengan cara melihat diagram rangkainnya.
- Periksa kembali rangkaiannya agar tidak salah.
- Pasangkan *selector switch* -nya ke dudukan lalu kencangkan 4 buah baut dengan menggunakan obeng +.
- Untuk memastikan rangkaiannya benar periksa kembali dengan melihat diagram rangkaiannya di study dokument mesin Fehlmann.

Pada proses ini melakukan pergantian komponen *Selector switch* dengan spesifikasi 20A 220-230V merk *Fort*, berikut adalah setelah perbaikan *Selector Switch* pada gambar 4.10 dibawah.



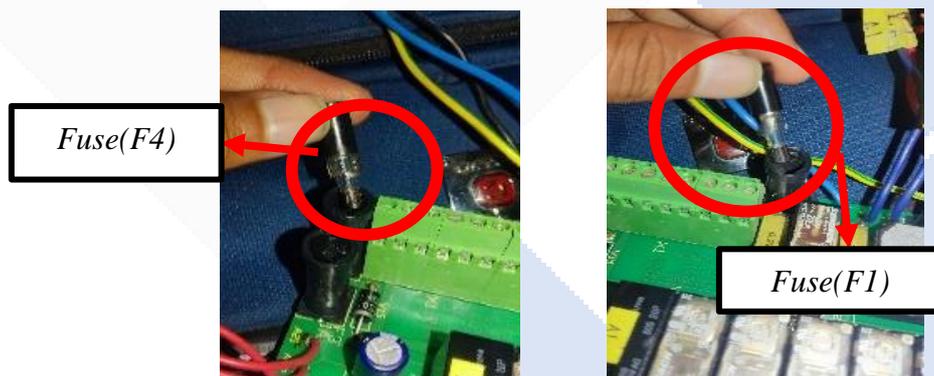
Gambar 4. 10 Jenis *Selector Switch*

6. Proses pergantian komponen *Fuse*

Langkah-langkah SOP pergantian komponen *Fuse*

- Buka penutup *fuse* dengan menggunakan obeng – dan putarkan kearah kiri untuk membuka.
- Pasang kan 2 *fuse* yang dimana fuse 1 3A dan fuse 6A ke masing-masing ampere yang telah ditentukan.
- Lalu periksakan hambatan pada *fuse* menggunakan multimeter untuk memastikan komponen berfungsi.

Pada proses ini melakukan pergantian komponen *Fuse* dengan spesifikasi *Fuse F4* 3A 250V dan *Fuse F1* spesifikasi 7A 250V, berikut adalah setelah perbaikan *Fuse* pada gambar 4.11 dibawah.



Gambar 4. 11 jenis *Fuse*

7. Proses pergantian *Kapasitor*

Langkah-langkah SOP pergantian komponen *kapasitor*

- Buka kapasitor nya dengan cara solder timah pada ujung – dan + kapasitor lalu cabutkan komponen dari CPU.
- Pasangkan kapasitor yang baru ke CPU, tentukan yang mana – dan + pada kapasitornya.
- Lalu solder pada bagian-bagian kapasitornya
- Setelah itu periksa kembali komponen kapasitor tersebut menggunakan multimeter.

pada proses ini melakukan pergantian komponen *Kapasitor* dengan spesifikasi Elco $22\mu F$ 40V PHILIPS elko axial, berikut adalah setelah perbaikan *Kapasitor* pada gambar 4.12 dibawah.



Gambar 4. 12 Jenis *Kapasitor*

8. Proses pergantian komponen *Dioda*

Langkah-langkah SOP pergantian komponen *Dioda*

- Sebelum melakukan pergantian komponen periksa terlebih dahulu $M\Omega$ menggunakan multimeter.
- Buka dioda nya dengan cara solder timah pada ujung – dan + kapasitor lalu cabutkan komponen dari CPU.
- Pasangkan dioda yang baru ke CPU, tentukan yang mana – dan + pada dioda.

Setelah itu solder pada bagian-bagian *dioda*-nya.

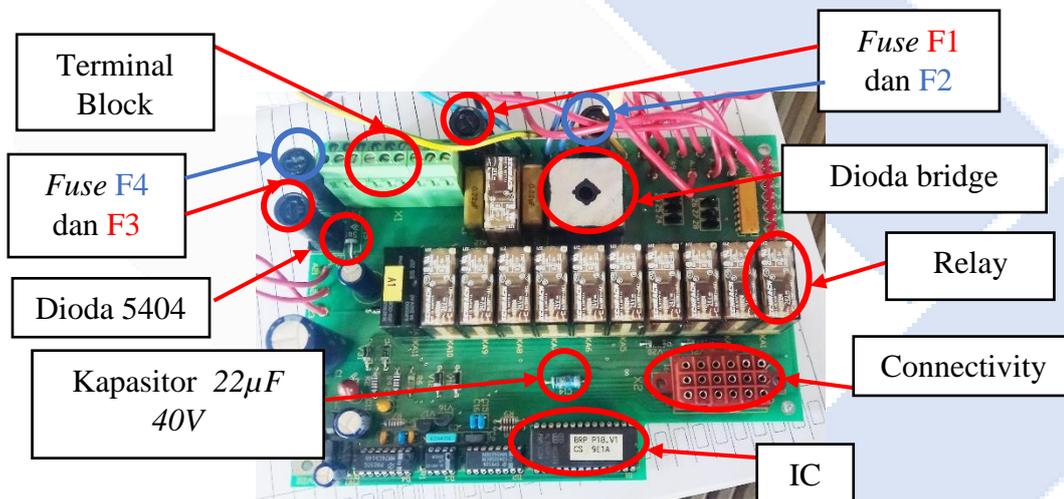
Pada proses ini melakukan pergantian komponen *Dioda* dengan spesifikasi 3A IN5404 1N5404 MIC ROLL, berikut adalah setelah perbaikan Dioda pada gambar 4.13 dibawah.



Gambar 4. 13 jenis *Dioda*

4.6 Analisis akhir kerusakan utama pada sistem kelistrikan

Pada hasil analisis sistem kelistrikan dari tahap identifikasi sampai proses perbaikan ini dapat disimpulkan bahwa sistem kelistrikan kerusakannya lebih kompleks dari yang diketahui penyebabnya. Pada hasil akhir dari perbaikan ini, mesin frais sempat beroperasi dan komponen lainnya berfungsi dengan normal, saat mesin frais dinyalakan dapat beroperasi sementara selama 5-7 menit kemudian mati total. Setelah itu, diidentifikasi dan dianalisis mendalam sistem kelistrikan ditemukan beberapa kerusakan pada komponen CPU dari inti kelistrikannya, jadi pada perbaikan ini dianalisis yang telah didapatkan pada kerusakan utamanya, lebih detailnya dapat dilihat pada gambar 4.14 dibawah ini.

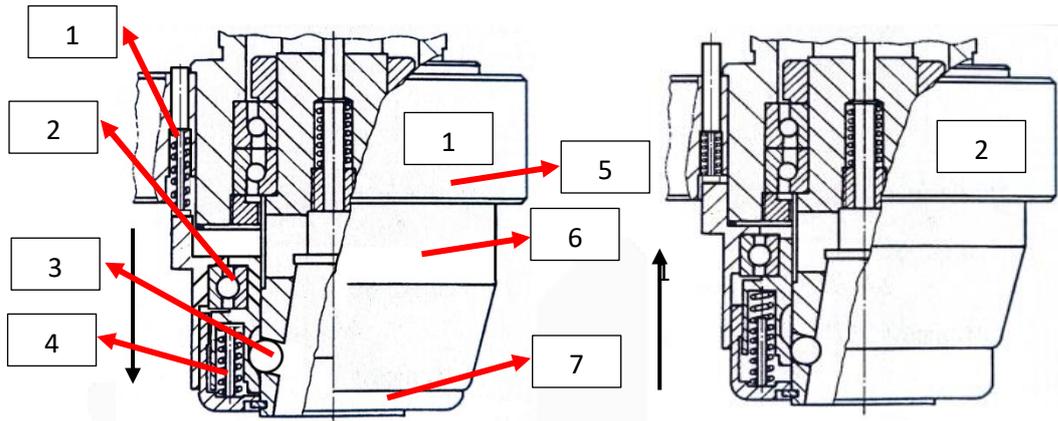


Gambar 4. 14 Komponen *CPU*

Hasil perbaikan di sistem kelistrikan ini, ditemukan akar penyebab dari kerusakan kelistrikan yaitu bagian komponen *CPU*, pada saat diperiksa ditemukan kerusakan di komponen *Fuse 6A* dan *Fuse 3A*, *Dioda 5404*, dan *kapasitor 22µF 40V*. Setelah komponen yang rusak diganti, dilakukan uji coba mengoperasikan mesin tersebut hasilnya tetap saja sama. Dapat disimpulkan bahwa ada komponen lainnya yang rusak pada komponen *CPU* tersebut.

4.6.1 Komponen dan cara kerja *Quick Tool Change System*

Setelah dilakukannya identifikasi masalah kerusakan pada *Quick Tool Change System* di bagian spindle ditemukan kerusakan yang mengalami tidak bisa mengunci pada alat adaptor lebih detailnya akan dijelaskan gambar 4.3 dibawah ini.



Tabel 4. 3 Nama Komponen

No.	Nama komponen
1.	<i>Pusher pin</i>
2.	<i>Bearing</i>
3.	<i>Locking ball dan gate</i>
4.	<i>Return spring</i>
5.	<i>Body spindle</i>
6.	<i>Spindle nose</i>
7.	<i>Housing return spring</i>

Tabel 4. 4 Cara Pengoperasian *Quick Tool Change System*

No.	Cara Pengoperasian <i>Quick Tool Change System</i>
1.	Proses membuka <i>quick tool change system</i> : pada saat membuka, <i>quill</i> (tuas) diputar searah jarum jam, lalu <i>pusher pin</i> menekan <i>spindle nose</i> kebawah, lalu membuka gate dan <i>locking ball</i> masuk ke dalam gate untuk melepaskan adaptor.

2.	Proses mengunci <i>quick tool change system</i> : pada saat mengunci, <i>quill</i> (tuas)diputar berlawanan jarum jam, lalu <i>pusher</i> pin naik keatas <i>spindle nose</i> mendorong keatas lalu menutup <i>gate</i> dan <i>locking ball</i> keluar untuk mengunci adaptor.
----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.7 Analisis kerusakan

Tindakan ini adalah kegiatan yang diambil untuk mengetahui lebih lanjut kerusakan mesin yang telah ditemukan selama pengumpulan data. Dan diantara identifikasi masalah atau kerusakan yang ditemukan pada mesin Frais Fehlmann P18s FR 4 adalah identifikasi *Quick Tool Change System*.

4.7.1 Analisis kerusakan *Quick Tool Change System*

1. Terjadinya korosi pada pegas dan dudukannya

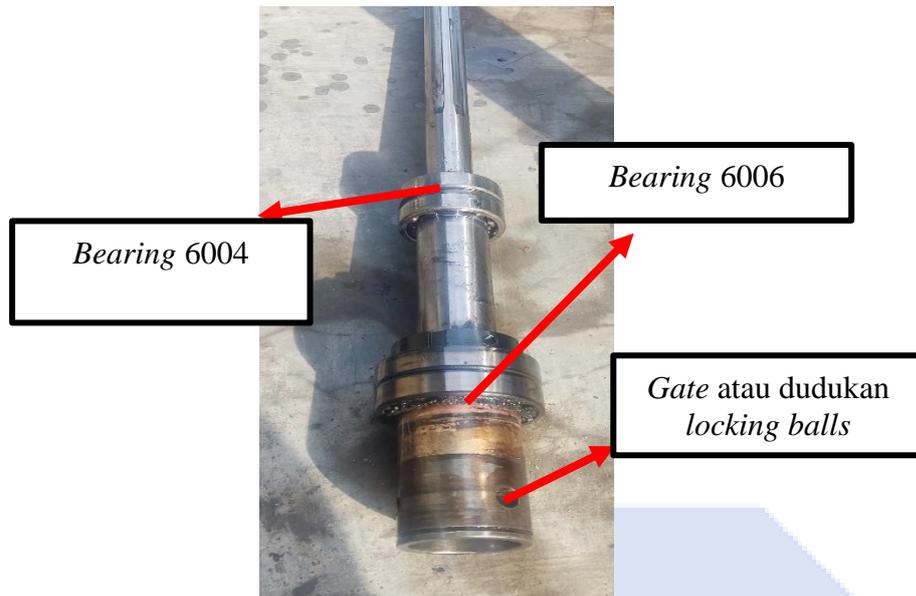
Pada tahapan ini setelah melakukan pembongkaran pada pindle nose, dan dilakukan analisis kerusakan ditemukannya karatan dan *grease* yang tidak layak dipakai atau sudah kotor, pada bagian pin, pegas, danudukan pegas, lebih detailnya dapat dilihat pada gambar 4.15 dibawah ini.



Gambar 4. 15 Komponen Pegas/Per (*Return Spring*) dan Dudukannya

2. Bearing mengalami suara berisik dan kotor

Pada tahapan ini setelah melakukan pembongkaran pada poros *spindle*. Dilakukan analisis kerusakan ditemukannya korosi, serta *grease* yang sudah mengeras dan hitam pada bagian poros *spindle* dan *bearing*, lebih detailnya dapat dilihat pada gambar 4.16 dibawah ini.



Gambar 4. 16 Poros *Spindle*

3. Ada korosi pada bagian rumah *bearing* (*spindle sleeve*).

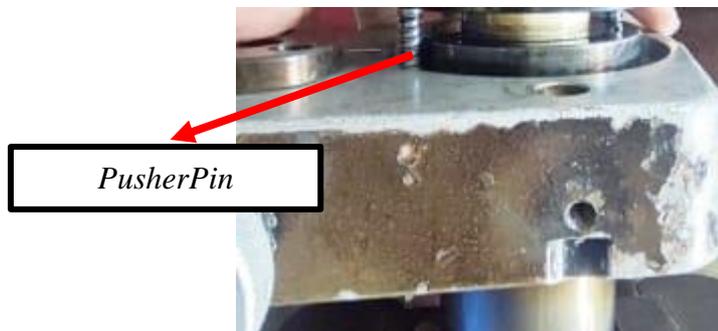
Pada tahapan ini setelah dilakukan analisis kerusakan dan ditemukannya rumah *bearing* yang mengalami korosi, lebih detailnya dapat dilihat pada gambar 4.18 dibawah ini.



Gambar 4. 17 Rumah bearing (*spindle sleeve*)

4. *Pusher pin* mengalami macet.

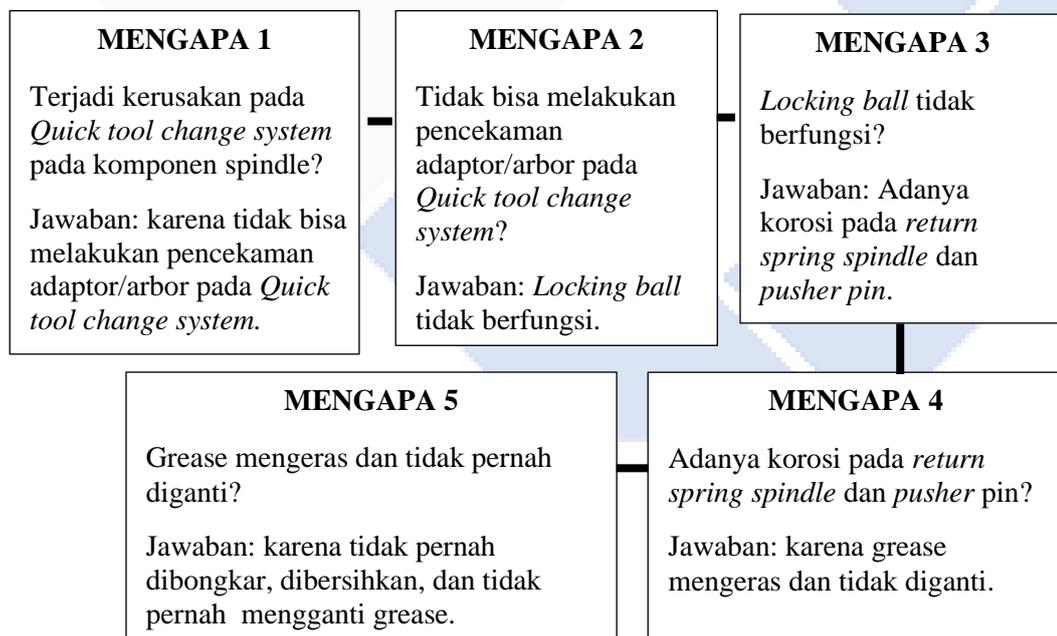
Pada tahapan ini setelah dilakukannya analisis dan kerusakan ditemukannya masalah pada *spindle head pusher* yang mengalami kemacetan, yang dimana fungsinya untuk membantu mendorong *locking balls*. Lebih detailnya dapat dilihat pada gambar 4.19 dibawah ini.



Gambar 4. 18 Spindle Housing (Body)

4.8 Analisa 5 why pada kerusakan Quick Tool Change System

Pada analisa ini melakukan pemembuat pertanyaan “mengapa”, untuk menemukan hasil akhirnya atau akar penyebab dari kerusakan pada *Quick Tool Change System*, untuk lebih detainya dapat dilihat pada pertanyaan yang telah dirancang pada bagian dibawah ini.



Akar penyebab :

Penyebab dari tidak bisa mengunci adaptor dikarenakan terjadinya korosi pada komponen-komponen *spindle*.

Solusi :

Membersihkan korosi pada setiap komponen dan membuat jadwal perawatan preventif.

4.9 Rancangan perbaikan

Setelah menyelesaikan identifikasi masalah kerusakan *Quick Tool Change System* dan analisa 5 *why* penyebabnya, maka didapatkan penyebab akar masalah yang akan ditindaklanjuti dengan proses perbaikan ini. Agar proses perbaikan ini lebih terarah dan dibuatlah rancangan perbaikan ini. Langkah-langkah rancangan perbaikan berisikan dengan jadwal perbaikan, pergantian suku cadang serta alat-alat yang digunakan untuk melakukan proses perbaikan. Rancangan perbaikan dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4. 5 Rancangan Perbaikan Pada *Quick Tool Change System*

Nama Bagian dan kerusakan	Alat dan bahan yang digunakan dalam perbaikan	Rancangan perbaikan
Quick Tool Change Sistem mengalami tidak bisa mengunci alat adaptor	<ol style="list-style-type: none">1. Obeng + dan –2. Palu karet3. Palu besi4. Kunci L5. Oli6. Tang snap ring7. Kunci pass ring	Membersihkan bagian yang terkena korosi dan memberikan pelumasan disetiap komponen.

4.9.1 Prosedur pembongkaran *Quick Tool Change System*

Dalam perbaikan ini, berikut adalah proses pembongkaran pada quick tool change system yang dimana menggunakan alat yang telah disiapkan untuk lebih detailnya bisa dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4. 6 Proses Pembongkaran *Quick Tool Change System*

No	Gambar	Langkah langkah pembongkaran
1		<p>Pada awal pembongkaran lepaskan terlebih dahulu <i>snap ring</i> menggunakan alat tang snap ring.</p>
2		<p>Buka penutup rumah pegas(<i>return spring housing</i>) menggunakan alat palu karet untuk memudahkan agar dilepas.</p>
3		<p>lepaskan per/pegas (<i>return spring</i>)berserta dengan pin yang ada didalam pegas tersebut.</p>
4		<p>lepaskan <i>spindle nose</i> menggunakan palu karet, pukul kearah luar untuk melepaskan, lalu lepaskan 3 bola besi kecil(<i>locking ball</i>).</p>
5		<p>Lepaskan 2 poros pin pendorong (<i>pusher pin</i>) beserta pegasnya.</p>

6		<p>Longgarkan baut inbus L <i>body spindle</i> tersebut menggunakan kunci L, lalu lepaskan dari dudukannya.</p>
7		<p>Buka penahan poros dalam (<i>inner shaft holder</i>) menggunakan <i>punch pin</i> lalu putar berlawanan arah jarum jam.</p>
8		<p>Lepaskan poros yang ada didalam tersebut menggunakan alat palu karet.</p>
9		<p>Lepasakan snap ring penahan <i>bearing</i> setelah itu buka bearing beserta ringnya.</p>
10		<p>buka penahan bearing ini putarkan kearah kiri untuk membuka.</p>

11		Lepaskan <i>bearing</i> tersebut menggunakan palu karet.
----	-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

4.10 Tindakan perbaikan *Quick Tool Change System*

Pada proses perbaikan ini setelah dilakukannya identifikasi kerusakan pada quick tool system dilakukan pembersihan karat setiap komponennya dan melakukan perbaikan pada *pegas/per* (return spring), *spindle nose*, poros *spindle*, poros *spindle* utama, *bearing*. Lebih jelasnya dapat dilihat dibawah ini.

4.10.1 Proses perbaikan *Quick Tool Change System*

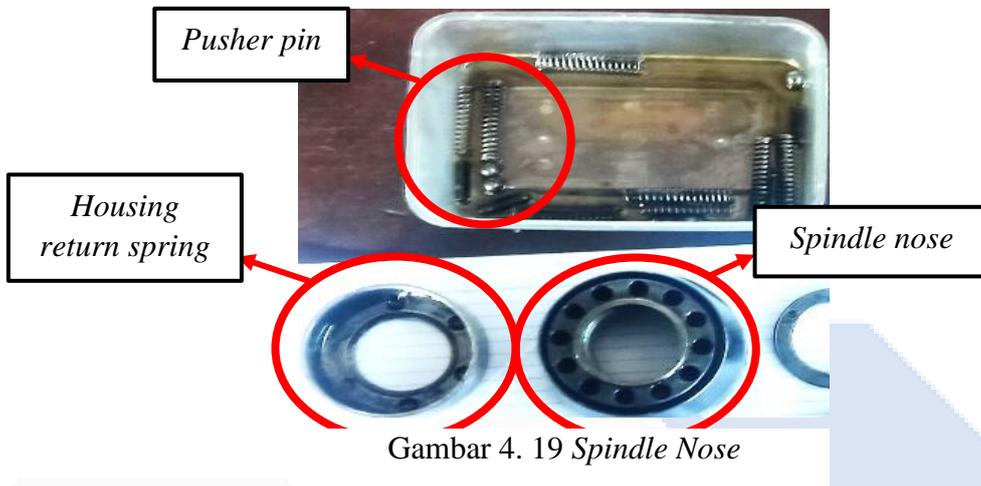
Pada proses perbaikan ini setelah dilakukan identifikasi kerusakan pada sistem kelistrikan ditemukannya beberapa komponen kerusakan yang harus diganti atau diperbaiki berikut adalah proses perbaikan kelistrikan dan perbaikannya dapat dilihat dibawah ini.

1. Proses pembersihan bagian *Spindle Nose*

Langkah-langkah proses pembersihan bagian *Spindle Nose*:

- Siram terlebih dahulu disemua bagian menggunakan bensin.
- Setelah itu sikat pegas, pin pendorong(*pusher pin*), dan bagian kepala spindle menggunakan amplas halus .
- Siram terlebih dahulu disemua bagian menggunakan bensin
- Setelah itu sikat pegas, pin pendorong(*pusher pin*), dan bagian kepala spindle menggunakan amplas halus
- Siram lagi menggunakan bensin untuk mencuci yang telah diampas.
- Berikan pelumas pada komponen yang telah diberishkan agar tidak korosi.

Pada proses ini melakukan pembersihan komponen pegas/per yang terkena korosi dengan menggunakan alat amplas, berikut adalah setelah melakukan pembersihan dapat dilihat pada gambar 4.20 dibawah ini.



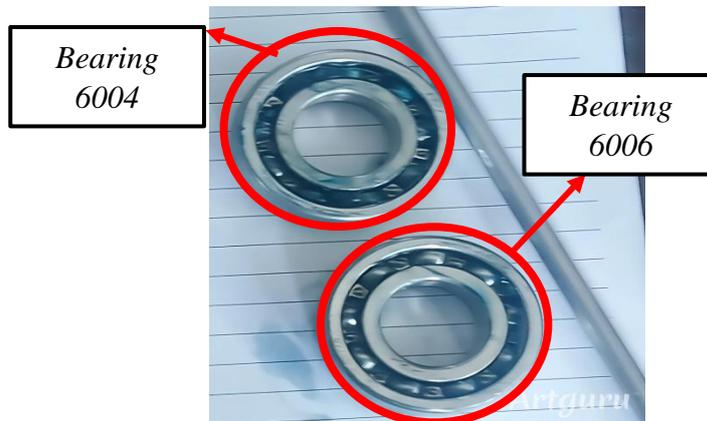
Gambar 4. 19 *Spindle Nose*

2. Proses pembersihan komponen *bearing* 6004 dan 6006.

Langkah-langkah proses pembersihan bagian *bearing* 6004 dan 6006:

- Sebelum membersihkan, bongkar terlebih dahulu kepala spindle pada bagian *bearing* menggunakan palu karet.
- Setelah dibongkar Siram disemua komponen menggunakan bensin.
- Setelah itu sikat dan bersihkan *bearing* 6004 dan bearing 6006 menggunakan amplas halus.
- Siram lagi menggunakan bensin untuk mencuci yang telah diampas.
- berikan pelumas pada komponen *bearing* yang telah diberishkan agar tidak terkena korosi.

pada proses ini melakukan pembersihan komponen *bearing* 6004 dan 6006 yang terkena korosi dengan menggunakan alat amplas, berikut adalah setelah melakukan pembersihan dapat dilihat pada gambar 4.21 dibawah ini.



Gambar 4. 20 *Bearing* 6004 dan 6006

3. Proses pembersihan komponen poros *spindle* utama

Langkah-langkah proses pembersihan komponen poros *spindle* utama:

- Bongkar terlebih dahulu bearing menggunakan palu karet.
- Cuci terlebih dahulu setiap komponen poros *spindle* utama.
- Sikat menggunakan amplas halus pada bagian yang terkena korosi
- Setelah disikat cuci lagi menggunakan bensin
- Berikan pelumasan disetiap komponennya agar terhindar dari korosi.

Pada proses ini melakukan pembersihan komponen poros *spindle* utama yang terkena korosi dengan menggunakan alat amplas, berikut adalah setelah melakukan pembersihan dapat dilihat pada gambar 4.22 dibawah ini.



Gambar 4. 21 Poros *Spindle* Utama

4. Proses pembersihan komponen rumah poros *spindle* utama.

Langkah-langkah proses pembersihan komponen rumah poros *spindle* utama:

- Pertama cuci terlebih dahulu poros tersebut menggunakan bensin.
- Lalu sikat poros tersebut menggunakan amplas halus
- Setelah disikat dan dibersihkan, cuci lagi menggunakan bensin.
- Terakhir berikan pelumas disetiap bagian porosnya.

Pada proses ini melakukan pembersihan komponen rumah poros *spindle* utama yang terkena korosi dengan menggunakan alat amplas, berikut adalah setelah melakukan pembersihan dapat dilihat pada gambar 4.23 dibawah ini.



Gambar 4. 22 Rumah Poros *Spindle* Utama

4.11 Pengujian *Quick Tool Change System*

Beberapa pengujian yang dilakukan pada bagian *quick tool change system* agar dapat melihat hasil dari perbaikan ini apakah berhasil atau tidak, pengujian ini meliputi uji fungsi, dan uji geometri.

4.11.1 Uji fungsi pada *Quick Tool Change System*

Pengujian fungsi pada bagian *quick tool change system* pada mesin untuk mengetahui hasil dari komponen tersebut setelah dilakukan perbaikan. Berikut adalah hasil pengujian fungsi pada tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4. 7 Uji Fungsii Pada *Quick Tool Change System*

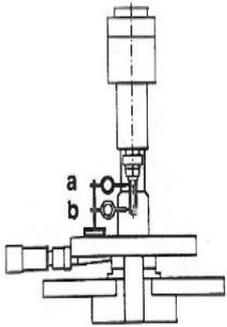
No	Gambar	Nama bagian/komponen	Kondisi	
			Sebelum perbaikan	Setelah perbaikan
1		arbor type <i>Endmill</i>	Tidak bisa mengunci.	Bisa mengunci arbor/adaptor.
2		adaptor type <i>Collet arbor</i>	Tidak bisa mengunci.	Bisa mengunci arbor/adaptor.
3		<i>Side lock arbor</i>	Tidak bisa mengunci.	Bisa mengunci arbor/adaptor.

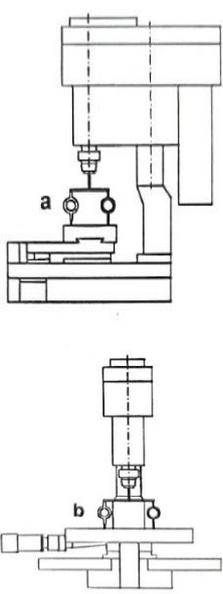
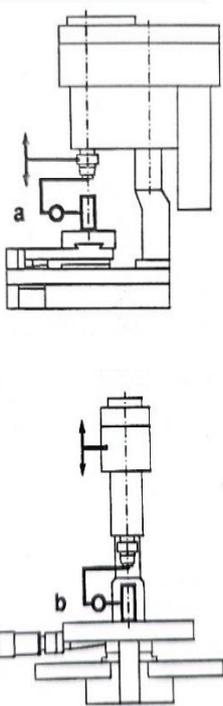
4		<i>Boring head</i>	Tidak bisa mengunci.	Bisa mengunci arbor/adaptor.
---	-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------	----------------------	------------------------------

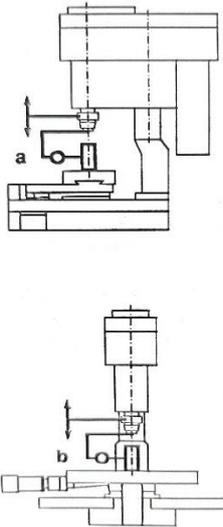
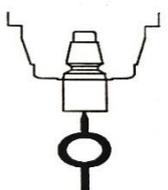
4.11.2 Uji geometri pada *Quick Tool Change System*

Setelah dilakukan perbaikan pada *quick tool change system*, kemudian dilanjutkan dengan pengujian geometri pada spindle, pengujian ini mencakup beberapa tindakan pengukuran geometri yang terjadi pada mesin seperti pengukuran penyimpangan kesejajaran dan kesebarisan mesin. pada *quick tool change system* ini perlu diujikan apabila sudah melakukan pembongkaran total terhadap bagian mesin tersebut. Berikut adalah hasil pengujian geometri yang telah dilakukan pada tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4. 8 Uji Geometri Pada *Quick Tool Change System*

No	Skema pengukuran	Jenis pemeriksaan	Kondisi		Keterangan
			Standar	Hasil pengukuran	
1		Penyimpangan putaran spindle arah <i>axial</i> . a. dekat <i>spindle nose</i> . b. pada jarak 100mm dari <i>spindle nose</i>	a. 0,010mm b. 0,020mm	a. 0,008mm b. 0,015mm	Sesuai standar

2		<p>Kesejajaran permukaan meja.</p> <p>a. pada gerakan memanjang.</p> <p>b. pada gerakan melintang.</p>	<p>a. 0,030mm pada 300mm</p> <p>b. 0,040mm pada 300mm</p> <p>300mm = jarak antara dua titik pengukuran</p>	<p>a. 0,023mm</p> <p>b. 0,032mm</p>	Sesuai standar
3		<p>Kesejajaran meja dengan lintasan kepala bor secara vertikal.</p> <p>a. dalam arah melintang mesin</p> <p>b. dalam arah memanjang mesin</p>	<p>a. 0,040mm pada 100mm panjang terukur</p> <p>b. 0,040mm pada 100mm panjang terukur</p>	<p>a. 0,022mm</p> <p>b. 0,020mm</p>	Sesuai standar

4		<p>Kesejajaran meja dengan gerakan kepala tuas/<i>quill</i> secara vertikal</p> <p>a. dalam arah melintang mesin b. dalam arah memanjang mesin</p>	<p>a. 0,040mm pada 100mm panjang terukur</p> <p>b. 0,040mm pada 100mm panjang terukur</p>	<p>a. 0,025mm</p> <p>b. 0,003mm</p>	<p>Sesuai standar</p>
5		<p>Kesejajaran permukaan arbor terhadap meja mesin</p>	<p>0,002mm</p>	<p>0,004mm</p>	<p>Sesuai standar</p>

4.12 Pemeliharaan *Preventive*

Setelah melakukan perbaikan kelistrikan dan *quick tool change system* perlunya dibuat pemeliharaan preventif untuk menghindari kerusakan yang tidak diinginkan untuk kedepannya. Jadwal pemeliharaan mesin jangka menengah mencakup pemeriksaan kualitas dan tingkat pelumasan seluruh mesin. Pemeliharaan ini mencakup inspeksi, perbaikan, serta pengecekan tingkat pelumasan dan pembersihan pada komponen peluncur-peluncur.. Dimana terdapat macam-macam perawatan yang direncanakan sebagai jadwal periode perawatan sebagai berikut:

1. Inspeksi (I)
2. Reparasi kecil (S)
3. Reparasi medium (M)
4. Bongkar total (B)

Adapun data mesin, siklus perawatan, jadwal tahunan, dan bulanan yang ada pada tabel 4. 31, tabel 4. 32 ,tabel 4. 33 ,dan tabel 4. 34 sebagai berikut

Tabel 4. 9 Produksi mesin frais tipe 2

Jenis Mesin	Model	Jumlah (Unit)	Tipe Produksi	Jenis material yang digunakan	Jumlah shift
Frais	Fehlmann P18S	6	Satuan	Baja Karbon	2

Tabel 4. 10 Data Mesin Frais

Jenis Mesin	Model	Spesifikasi	Nilai Kerumitan	Siklus Reparasi	Periode antara 2 masa pemeliharaan (Bulan)
Frais	Fehlmann P18S	530 × 250	7.5	B-I1-K1-I2-K2-I3-M1-I4-K3-I5-K4-I6-M2-I7-K5-I8-K6-I9-B1	6.5

Tabel 4. 11 Siklus Perawatan

Indeks kerumitan	Siklus perawatan				Periode antara 2 masa pemeliharaan (Bulan)	Periode antara B ke B (Tahunan)
	Siklus	I	K	M		
0 s/d 30	B-I1-K1-I2-K2-I3-M1-I4-K3-I5-K4-I6-M2-I7-K5-I8-K6-I9-B1	1	6	1	6.5	9

Tabel 4. 12 Jadwal Perawatan Tahunan

Mesin	Nomor Letak	Model	spesifikasi	Giliran Kerja	Interval (bln)	Tahun Lalu		Tahunan Reperasi 2025												
						Jenis Reparasi	Bulan Reparasi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Frais	FR 4	Fhelmann P18S	530 x 250	2	6.5	-	-	I ₁ 3							M ₁ 8					
I ₁ = pemeriksaan sistem kelistrikan dan komponen <i>spindle</i> . M ₁ = pembongkaran dan pemberian bagian <i>spindle</i> .				Jumlah jam perawatan tiap bulan				3							8					

Tabel 4. 13 Jadwal Perawatan Bulanan

JADWAL PERAWATAN PENCEGAHAN "BULANAN" BULAN MEI TAHUN 2025									
Mesin	No. Letak	Model	Jenis Reparasi	Waktu Perawatan		Tanggal		Dimasukan pada kertu mesin	
				Dlm Jam	Dlm Hari	Mulai	Selesai	Tgl	Paraf
Frais	FR 4	Fhelmann P18S	-	8	1	7	8	8	
<p>Catatan:</p> <p>Lakukan perawatan pada <i>spindle</i> dengan melumasi menggunakan pelumas dan grease agar tidak terjadi karat dan korosi.</p>									

4.12.1 Pemeliharaan *Preventive Quick Tool Change System*

Pemeliharaan *preventive* ini dibuat agar kedepannya tidak terjadi kerusakan yang dialami pada pengunci ini atau kerusakan lainnya, pada pemeliharaan *time base maintenance* mencakup reparasi medium dan overhaul, lebih detailnya dapat dilihat pada tabel 4. 14 dibawah ini.

Tabel 4. 14 Pemeliharaan *Preventive* Pada *Quick Tool Change System*

No.	Komponen	Kegiatan Pemeliharaan	Interval waktu	Alat yang digunakan	Keterangan
REPARASI MEDIUM					
1.	<i>Quick tool change system</i>	Pembongkaran total, pemeriksaan pelumasaan setiap komponen dan penggantian pelumasaan	Setiap 1 tahun	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Obeng – dan + ➤ Tang snap ring ➤ Palu karet ➤ Palu besi ➤ Kunci pas ring ➤ Kunci L ➤ Oli ➤ Alat bantu pasang snap ring 	Periksa semua kondisi pada <i>quick tool change system</i> di spindle.
2.	Spindle	Pemeriksaan kebisingan spindle dan pemeriksaan getaran spindle	Setiap 6 bulan	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Indra pendengaran ➤ vibrometer 	Periksa jika ada suara dan getaran abnormal
3.	<i>release sleeve</i> dan <i>shaft</i>	Pemeriksaan pelumasaan dan	Setiap 6 bulan	<ul style="list-style-type: none"> ➤ oli dan grease ➤ kain lap/majun 	Periksa jika kekurangan oli dan

	<i>spindle sleeve</i>	penggantian pelumasaan			grease secara visual
--	-----------------------	------------------------	--	--	----------------------

4.12.2 Pemeliharaan *Preventive* pada sistem kelistrikan

Pemeliharaan preventive ini dibuat agar kedepannya tidak terjadi kerusakan yang dialami pada sistem kelistrikan ini atau kerusakan lainnya, pada pemeliharaan *time base maintenance* mencakup reparasi medium, lebih detailnya dapat dilihat pada tabel 4. 15 dibawah ini

Tabel 4. 15 Pemeliharaan preventif pada Sistem Kelistrikan

No.	Komponen	Kegiatan Pemeliharaan	Interval waktu	Keterangan
REPARASI MEDIUM				
1.	Panel listrik utama	Pembersihan visual, pengecekan konektor longgar dan pengecekan fungsi komponen	Setiap 3 bulan	Listrik harus dimatikan saat perawatan berlangsung.
2.	Kabel instalasi	Pemeriksaan visual dan pengencangan kabel	Setiap 3 bulan	Periksa tanda-tanda keausan kabel atau hal yang tidak normal.
3.	Lampu penerangan	Uji nyala lampu dan	Setiap mesin dihidupkan	Periksa kabel dan lampu, bila rusak diganti
4.	Panel operation main control	Pembersihan visual, pengecekan aliran	Setiap 2 bulan	Periksa semua

		listrik, dan tes fungsi tombol dan selector saat listrik hidup		tombol yang ada di main control
--	--	----------------------------------------------------------------------	--	---------------------------------------



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian pada pembahasan, identifikasi kerusakan dan proses analisis, proses perbaikan hingga pengujian mesin diperoleh beberapa kesimpulan antara lain, sebagai berikut:

1. Kerusakan sistem kelistrikan terutama terjadi pada kontaktor, *selector switch*, *push button*, *fuse*, kapasitor, dan *dioda* akibat tegangan listrik yang tidak stabil, dan telah ditangani dengan penggantian serta pengujian komponen secara menyeluruh. Pada hasil akhir perbaikan ini, mesin frais sempat beroperasi dan komponen lainnya berfungsi dengan normal, saat mesin frais dinyalakan dapat beroperasi sementara, kemudian mati total kembali. Setelah itu, diidentifikasi dan dianalisis mendalam pada kelistrikan ditemukan beberapa kerusakan pada komponen *CPU* inti dari kelistrikannya. Dan pada *Quick Tool Change System*, kerusakan ditemukan pada bagian spindle seperti *return spring*, *pusher pin*, dan *bearing* yang mengalami korosi, serta telah dilakukan pembersihan dan pengujian fungsi dan geometri, *quick tool change system* dapat beroperasi dengan normal
2. Pada sistem kelistrikan dan *quick tool change system* untuk memperbaiki kerusakan penerapan metode yang digunakan adalah *metode root cause failure analysis (RCFA)* dengan pendekatan analisis *5 whys*, pada hasil analisis ditemukan akar penyebab sistem kelistrikan oleh tegangan dan arus listrik yang masuk dalam kondisi tidak stabil, serta untuk *Quick Tool Change System* ditemukan akar penyebab pada korosi, karat dan grease yang tidak layak pakai.
3. Selain itu, telah dibuat jadwal pemeliharaan preventif untuk sistem kelistrikan dan *Quick Tool Change System* guna mencegah kerusakan serupa di masa depan.

5.2 Saran

Setelah semua kegiatan analisis dan perbaikan dilaksanakan, ada beberapa saran yang perlu diperhatikan dan diterapkan untuk proses perbaikan dan pengembangan perawatan selanjutnya sebagai berikut:

1. Melakukan inspeksi rutin pada komponen kelistrikan utama seperti kontaktor, *selector switch*, *push button on/off*, *fuse*, kapasitor, dan dioda untuk mendeteksi gejala awal kerusakan akibat tegangan agar fluktuasi listrik tidak merusak komponen.
2. Terapkan pendekatan *Root Cause Failure Analysis (RCFA)* secara berkala setiap kali terjadi kerusakan berulang, agar penyebab akar masalah dapat segera diidentifikasi dan ditangani lebih cepat. Selain itu, bersihkan komponen mekanik pada *quick tool change system* secara teratur untuk mencegah korosi dan akumulasi grease yang dapat menyebabkan gangguan fungsi.
3. Susun dan terapkan jadwal pemeliharaan preventif secara disiplin, minimal setiap bulan, dengan ceklist pemeriksaan kelistrikan dan sistem mekanik. Pastikan pencatatan kondisi komponen dilakukan secara sistematis sebagai data riwayat untuk evaluasi dan peningkatan keandalan mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, W., Ramadian, D., & Hidayat, S. N. (2022). Analisis Kerusakan Mesin Sterilizer Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Failure Modes and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah*, 8(2), 369–377.
- Ansyori, A. (2015). Pengaruh Kecepatan Potong dan Makan terhadap Umur Pahat pada Pemesinan Frais Paduan Magnesium. *Mechanical*, 6(1), 28–35. <https://doi.org/10.23960/mech.v6.i1.201504>
- Aswin, F., Masdani, M., Randa, R., & Yulianto, O. (2019). Rekondisi Mesin Bubut DoALL LT 13 BU01 Di Laboratorium Mekanik Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur*, 9(01), 24–32. <https://doi.org/10.33504/manutech.v9i01.29>
- Aswin, F., Riva'i, M., Firmansyah, D., & Umam, A. (2019). Analisis Hasil Rekondisi Mesin Frais Aciera F3 Terhadap Pengujian Geometris, Uji Jalan dan Uji Getaran. *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur*, 10(01), 25–31. <https://doi.org/10.33504/manutech.v10i01.55>
- Baskara, C., Studi, P., Diploma, T., & Pelayaran, P. I. (2021). *ANALISA KERUSAKAN PLUNGER BARREL TERHADAP KERJA PRESSURE FUEL OIL INJECTION PUMP PADA GENERATOR DI MT . VIJAYANTI*. BAB II(pages 12-13).
- Fernando Yosa Sebayang. (2022). *ANALISIS PENYEBAB KERJA INJECTOR MESIN INDUK YANG TIDAK OPTIMAL DI MT DEWAYANI*. 1–53.
- Islam, S. S. (2020). Analisis Preventive Maintenance Pada Mesin Produksi dengan Metode Fuzzy FMEA. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 8(1), 13–20. <https://doi.org/10.32487/jtt.v8i1.766>
- Jaya, Akbar., Ikhzan, A. A. M., A. (2021). Overhaul engine c.64. In *Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Padang, Makassar*.
- Lubis, S. (2024). Dampak Proses Pemotongan Pada Side Milling Dan Face Milling.

JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN, 05(01), 128–135.

- Manesi, D., & Kupang, A. P. (2018). PENERAPAN PREVENTIVE MAINTENANCE UNTUK MENINGKATKAN KINERJA FASILITAS PRAKTIK LABORATORIUM PRODI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN UNDANA Damianus Manesi Program Studi Pendidikan Teknik mesi ... *Jurnal Teknologi*, 3(March), 9–17.
- Otomotif, B., Negeri, S. M. K., & Husnianto, A. (2016). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB KERUSAKAN ALAT DI ANALYSIS OF THE FACTORS THAT CAUSE DAMAGE THE TOOLS AND EQUIPMENT IN AUTOMOTIVE WORKSHOP AT SMK N 2 PENGASIH. *Jurnal Pendidikan Teknik Otomotif*, 1, 1–7.
- Pamungkas, I., Irawan, H. T., Basuki, M., Ridha, A. E., & Syahputra, R. A. (2023). Metode Analisis Risiko Kerusakan Mesin Produksi di Indonesia : Literature Review. *Jurnal INVANSI*, 1(1), 1–11.
- Praharsi, Y., Kumala Sriwana, I., & Sari, D. M. (2015). Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Pt. Artha Prima Sukses Makmur. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 14(1), 59–65.
- Rasindyo, M. R., Kusmaningrum, & Helianty, Y. (2015). Analisis Kebijakan Perawatan Mesin Cincinnati Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Di PT. Dirgantara Indonesia. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 03(1), 400–410.
- Rosa, Y. (2005). Perencanaan dan Penerapan Preventive Maintenance Peralatan Laboratorium. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(2), 106–119.
- Sajiwo, B., Prahasto, T., & Widodo, A. (2023). Prediksi Remaining Useful Life (Rul) Pada Jet Engine Sebagai Upaya Predictive Maintenance Berbasis Machine Learning. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 11(4), 7–18.
- Suzen, Z. S., & Feriadi, I. (2019). Pembuatan Program Aplikasi Laporan Perawatan Korektif Laboratorium Pemesinan Polman Babel. *Manutech : Jurnal*

Teknologi Manufaktur, 10(01), 53–57.
<https://doi.org/10.33504/manutech.v10i01.59>

Syahrudin. (2015). Penataan Ulang Layout area Rekondisi Komponen Engine Guna Mencapai Efisiensi Proses Kerja Di Workshop PT. “X” Balikpapan. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 3(1). <https://doi.org/10.32487/jtt.v3i1.49>

Tanoto, Y. Y. (2021). Perancangan Proses Remanufaktur pada Komponen Otomotif. *Jurnal Teknik Mesin*, 17(1), 11–16.
<https://doi.org/10.9744/jtm.17.1.11-16>

Mobley, R. K. (1999). *Root Cause Failure Analysis*. Amerika Serikat: Butterworth-Heinemann.

Wilson, P. F., Dell, L. D., & Anderson, G. F. (1993). *Root cause analysis: A tool for total quality management*. Milwaukee: ASQ Quality Press.

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Muhammad Daffa
Tempat & Tanggal Lahir : Payakumbuh, 10 juli 2003
Jenis Kelamin : Laki-laki4

Alamat : Perumahan Umah Kenanga
Indah BLOK F NO.14
No. Hp : 085813912461
E-mail : daffa9818@gmail.com



2. Riwayat Hidup

Riwayat Pendidikan	Tahun Lulus
SD 1 Negeri	2016
SMP Setiabudi	2019
SMK Muhammadiyah	2022
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2025

3. Pengalaman Kerja

Pengalaman Kerja Industri	Tahun
PKL MOTOR HONDA NUSANTARA SAKTI	2021
PKL CV. Payung Mas Banten	2024

Sungailiat, 25 Juni 2025

Muhammad Daffa

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Rifki Arwansyah
Tempat & Tanggal Lahir : Jurung, 29 Januari 2004
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl. Baru No. 323 Desa Jurung,
Merawang, Bangka
No. Hp : +62 882 7638 1360
E-mail : rifkiarwansyah@gmail.comⁱⁱ



2. Riwayat Hidup

Riwayat Pendidikan

	Tahun Lulus
SD Negeri 13 Merawang	2016
SMP Negeri 3 Merawang	2019
SMK Negeri 1 Sungailiat	2022
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2025

3. Pengalaman Kerja

Pengalaman Kerja Industri

	Tahun
PKL Radio Republik Indonesia Sungailiat(RRI)	2021
PKL CV. Payung Mas Banten	2024

Sungailiat, 25 Juni 2025

Rifki Arwansyah

LAMPIRAN 2

Lampiran 2. 1 Sop prosedur tahun Quick Tool Change System

	STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR <i>QUICK TOOL CHANGE SYSTEM</i>		1-1
	Mesin : Frais Tipe : Fehlmann P18s No. Mesin : 04		
	Kegiatan	Tindakan	Keterangan
	Proses pembongkaran Spindle: 1. Pada awal pembongkaran lepaskan terlebih dahulu snap ring menggunakan alat tang snap ring. 2. Setelah itu buka penutup rumah pegas menggunakan alat palu karet untuk memudahkan dilepas. 3. Lalu untuk tahap selanjutnya lepaskan per/pegas beserta dengan pin yang ada didalam pegas tersebut. 4. Setelah itu lepaskan kepala spindel menggunakan palu karet, pukul kearah luar untuk melepaskan, lalu lepaskan 3 bola besi kecil. 5. Lepaskan 2 poros kecil beserta pegas yang ada pada digambar berikut. 6. Setelah itu longgarkan body tersebut menggunakan kunci		

	<p>L, lalu lepaskan dari dudukannya.</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Untuk pembongkaran selanjutnya bukakan penahan poros dalam yang ditunjukan digambar berikut lalu putarkan ke kiri. 8. Lepaskan poros yang ada didalam tersebut menggunakan alat palu karet. 9. Lepasakan snap ring penahan bearing setelah itu buka bearing beserta ringnya. 10. Setelah itu buka penahan bearing ini putarkan kearah kiri untuk membuka. 11. Lalu lepaskan bearing tersebut menggunakan paru karet. <p>Proses perbaikan Spindle:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Periksa dan bersihkan pada bagian <i>spindle nose</i> dan komponen yang didalam. 2. Periksa dan bersihkan pada bagian <i>spindle housing clamp bolt</i>. 3. Periksa dan bersihkan pada bagian <i>spindle shaft</i>. 4. Periksa dan bersihkan pada bagian <i>spindle</i> bagian dalam <i>spindle shaft</i>. 		
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Lampiran 2. 2 Inspeksi Quick Tool Change System

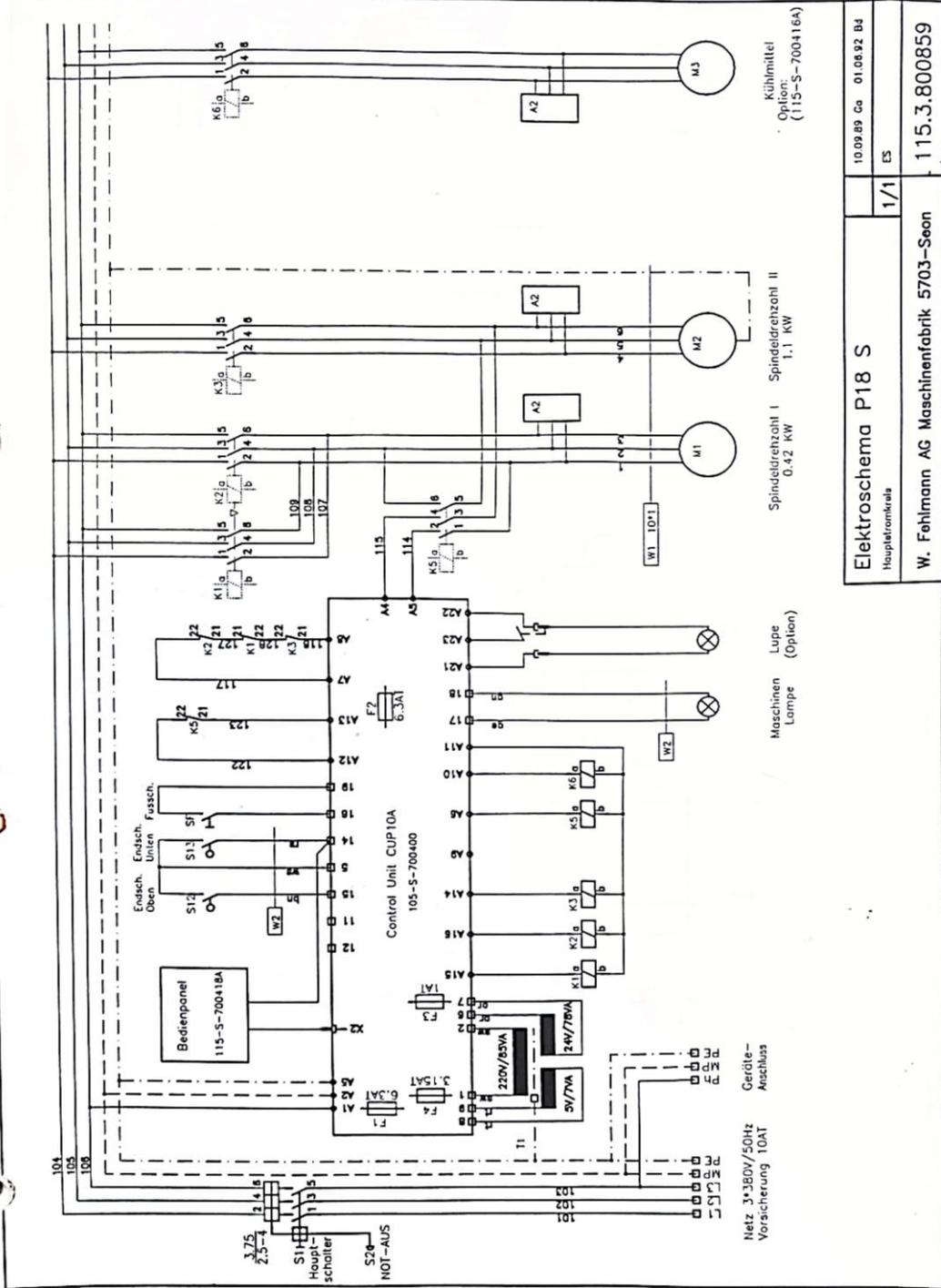
		INSPEKSI QUICK TOOL CHANGE SYSTEM			1-2
Mesin : Frais		Tipe : Fehlmann P18s		No. Mesin : 04	
No	Bagian/fungsi yang diinspeksi	Metode Inspeksi	Frekuensi Inspeksi	Kriteria penerimaan	keterangan
I	Mekanis Penjepit Alat (<i>Tool Clamping Mechanism</i>)				
1	Kekuatan Penjepitan Spindle (<i>Spindle Clamping Force</i>)	Uji dengan alat ukur daya jepit atau rasakan kekuatannya saat penjepitan atau pelepasan,	bulanan atau setelah perbaikan	Alat terjepit kuat tanpa slip	
2	Kondisi <i>Collet/chuck</i> Penjepit	Visual: periksa keausan, retakan, dan kotoran	Harian / tiap pergantian alat	Tidak ada keausan berlebihan, retakan, atau, kotoran yang menghambat penjepitan	
3	Gerakan Penjepit / Pelepasan Alat (<i>Clamping / Unclamping Movement</i>)	Operasikan sistem secara manual. Amati kelancaran gerakan penjepit dan pelepasan	Harian	Gerakan halus, tanpa hambatan, suara aneh, atau macet	

4	Kebersihan Area Penjepit Spindle	Visual: Pastikan tidak ada serpihan, chip, atau kotoran di area kontak tool holder dan spindle	Harian / tiap pergantian alat	Bersih dari kontaminan	
II	Mekanis Pergerakan Tool Changer (<i>Tool Changer Movement Mechanism</i>)				
	Kondisi Lengan Pengambilan alat	Visual: Periksa keausan, kerusakan pada lengan dan gripper	Mingguan	Tidak ada kerusakan, atau keausan yang signifikan	
	Pelumasan Lengan Pengambil alat	Periksa tingkat dan kualitas pelumas, pastikan semua titik terlumasi	6 bulan	Pelumasan cukup dan merata. Tidak ada tanda-tanda korosi	

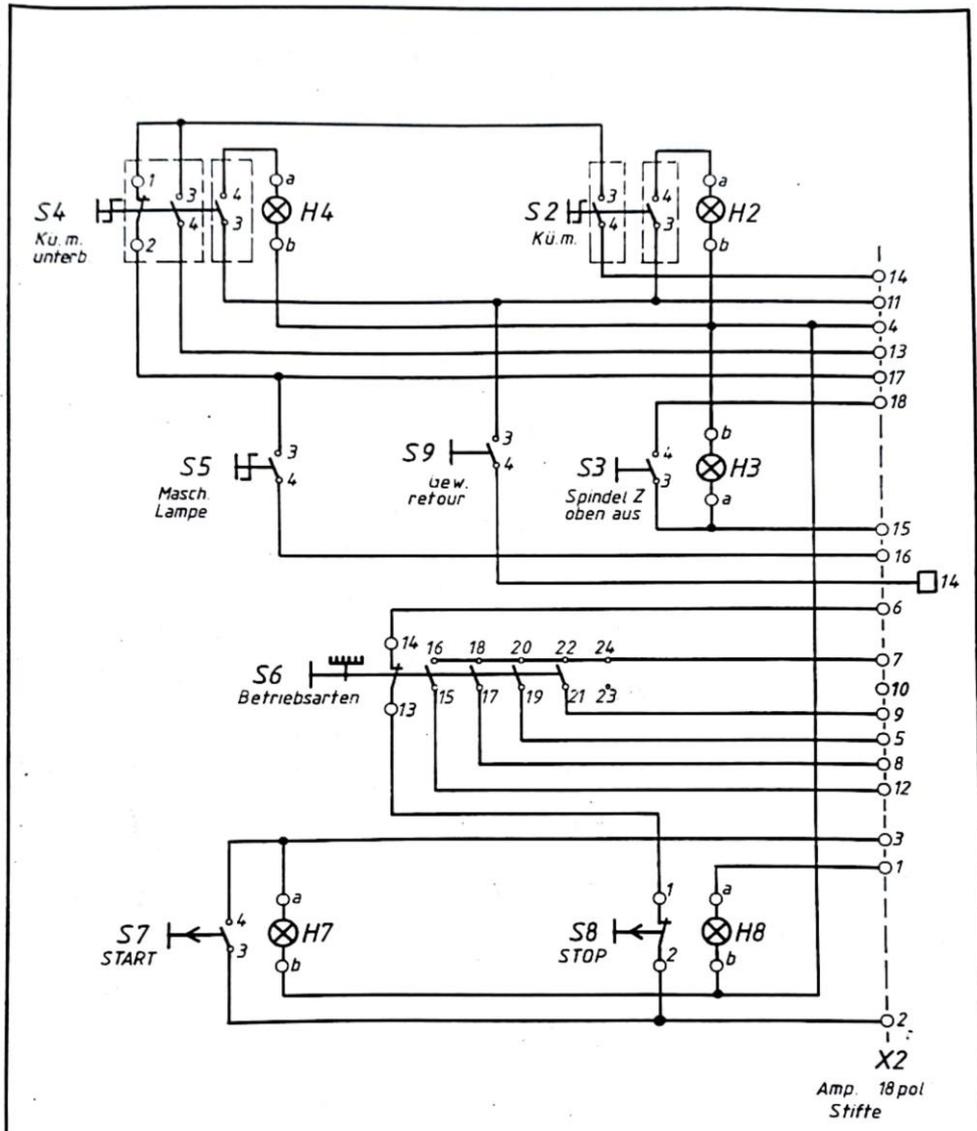
Lampiran 2. 3 Pemeliharaan Preventif Kelistrikan

		PEMELIHARAAN PREVENTIF KELISTRIKAN		1-3
No.	Daftar periksa	Frekuensi	Kondisi	Tindakan diambil
1.	Bersihkan interior & eksterior komponen panel kontrol			
2.	Periksa & kencangkan sekrup yang longgar			
3.	Periksa kabel yang terbakar			
4.	Periksa panel apakah ada sambungan yang longgar			
5.	Catat tegangan antar phase			
6.	Catat beban arus lisrik (amperes)			
7.	Catat voltase antara arde & netral			
8.	Periksa komponen Operation untuk kinerja performa			

LAMPIRAN 3



Elektroschema P18 S		10.09.89 Co 01.08.92 B4
Hauptstromkreise		1/1 ES
W. Fehlmann AG Maschinenfabrik 5703-Seen		115.3.800859



ACHTUNG: Ansicht von Hinten !!!

Schema Verdrahtung Bedienpanel P18 S	Maßstab	Gez. 27.4.89	S.J.
		Gepr. 3.6.93	Floric
W. Fehlmann AG Maschinenfabrik Seon		1 1 5 . 4 . 8 0 0 8 5 8	