

TROUBLE REPAIR SPINDEL VERTIKAL
MESIN FRAIS ACIERA F3 (FR-08)

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Program Diploma III

Oleh

Lyonel Putra Nurdi

222311016



PROGRAM STUDI PEMELIHARAAN MESIN

JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

2025

**TROUBLE REPAIR SPINDEL VERTIKAL
MESIN FRAIS ACIERA F3 (FR-08)**

Diusulkan oleh

LYONEL PUTRA NURDI

222311016

Program Studi Pemeliharaan Mesin

Jurusan Teknik Manufaktur.

Bandung, 07 Agustus 2025

Disetujui,

Pembimbing 1,



Mohamad Fauzi, ST., MT.
NIP. 196206261988031003

Pembimbing 2,



Risky Ayu Febriani, S.Tr., M.Sc.
NIP. 199402052022032010

ABSTRAK

Mesin frais Aciera F3 merupakan salah satu alat yang digunakan sebagai penunjang program praktik pada Politeknik Manufaktur Bandung. Namun, seperti mesin lainnya, Aciera F3 tidak terlepas dari masalah teknis, terutama pada bagian spindel yang berfungsi sebagai penggerak utama alat potong. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbaikan atas permasalahan yang terjadi pada spindel mesin frais Aciera F3 dan melakukan identifikasi langkah-langkah perbaikan yang efektif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi observasi langsung terhadap mesin, analisis data historis, dan wawancara teknisi mengenai kerusakan yang pernah terjadi. Hasil observasi menunjukkan bahwa perlu dilakukan penggantian pada beberapa *sparepart* mesin. Penyebab utama dari masalah ini diidentifikasi sebagai kerusakan pada roda gigi payung spiral, kerusakan pada *tapered roller bearing*, dan pelumasan yang kurang memadai. Setelah mengidentifikasi penyebab kerusakan, langkah perbaikan kegiatan *trouble repair* yang termasuk dalam strategi pemeliharaan korektif dilakukan dengan pembongkaran spindel vertikal mesin, analisa kerusakan, mengganti *sparepart internal*, pemasangan spindel vertikal mesin, dan melakukan *alignment* pada spindel vertikal mesin. Kesimpulan dari penelitian ini menekankan pentingnya pemeliharaan rutin dan deteksi dini terhadap masalah yang mungkin timbul pada spindel vertikal mesin frais Aciera F3. Evaluasi pasca-perbaikan menunjukkan bahwa spindel vertikal mesin frais Aciera F3 mampu beroperasi pada suhu, suara, dan getaran yang stabil pada putaran spindel rendah (*speed 1*). Tetapi dikarenakan umur mesin yang sudah tua, untuk putaran tinggi (*speed 2*), terdapat beberapa indikasi kerusakan seperti suhu, suara, dan getaran yang melonjak jika digunakan dalam waktu yang lama.

Kata Kunci: spindel vertikal mesin, *alignment*, *trouble repair*, *tapered roller bearing*, roda gigi payung spiral

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul “*TROUBLE REPAIR SPINDEL VERTIKAL MESIN FRAIS ACIERA F3 (FR-08)*”.

Karya Tulis Ilmiah ini disusun dan diajukan untuk memenuhi persyaratan proyek akhir dan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Program Studi Diploma III Pemeliharaan Mesin.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya yang telah memberi kesehatan dan kemampuan dalam menulis Karya Tulis Ilmiah Proyek Akhir.
2. Nabi Muhammad SAW, sebagai tauladan umat manusia yang menuntun ke jalan yang benar.
3. Kedua orangtua serta keluarga, yang telah mendukung, baik dukungan moril dan materil.
4. Bapak Dr. Herman Budi Harja, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Manufaktur.
5. Ibu Risky Ayu Febriani, S.Tr., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Pemeliharaan Mesin dan Dosen Pembimbing Proyek Akhir.
6. Bapak Mohammad Fauzi, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir.
7. Seluruh staff UPA-P3 yang telah membantu penulis khususnya pengajaran mengenai *maintenance*.
8. Seluruh staff dan dosen pengajar Jurusan Teknik Manufaktur yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya karya tulis ilmiah proyek akhir.
9. Rekan-rekan seperjuangan 3MEA dan rekan-rekan Politeknik Manufaktur Bandung yang telah memberi dukungan penulis dalam penyelesaian karya tulis ilmiah proyek akhir.

Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dalam bentuk apapun kepada penulis.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II LAPORAN TEKNIK.....	3
2.1 Tinjauan Pustaka.....	3
2.1.1 Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>).....	3
2.1.2 <i>Trouble Repair</i>	5
2.1.3 Mesin <i>Milling</i> (<i>Frais</i>).....	6
2.1.4 Spindel Vertikal Mesin <i>Frais</i> Aciera F3	9
2.1.5 Pengukuran Getaran	11
2.1.6 Pengukuran Suara	12
2.1.7 Pengukuran Suhu.....	13
2.1.8 Pelumas.....	14
2.1.9 <i>Seal</i>	15
2.1.10 Kalibrasi.....	16

2.1.11 Roda Gigi Payung (<i>Bevel Gear</i>).....	19
2.1.12 PERT/CPM.....	27
2.2 Metodologi Penyelesaian.....	29
2.3 Tahapan Kegiatan.....	30
2.3.1 Pengumpulan Data.....	30
2.3.2 Identifikasi Kerusakan.....	31
2.3.2 Perencanaan dan Aktual Perbaikan	37
2.3.3 Kegiatan <i>Trouble Repair</i>	37
2.3.4 Kalibrasi.....	43
2.4 Hasil.....	46
2.4.1 Pengujian	46
2.4.2 Pengujian Pemotongan	47
2.5 Jadwal Kegiatan.....	51
BAB III PENUTUP	52
3.1 Kesimpulan.....	52
3.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Strategi Pemeliharaan	4
Gambar II. 2 Bagian Utama Mesin Frais.....	7
Gambar II. 3 Prinsip Kerja Mesin Frais	9
Gambar II. 4 Spindel Mesin Frais Aciera F3.....	9
Gambar II. 5 <i>Ball Bearing</i>	10
Gambar II. 6 <i>Tapered Roller Bearing</i>	10
Gambar II. 7 <i>Vibration Meter</i> Lutron VB-8200	11
Gambar II. 8 Standar Getaran ISO 2372	12
Gambar II. 9 <i>Sound Level Meter</i> Lutron SL-4011.....	12
Gambar II. 10 Deteksi Analisis Kesalahan dan Cacat Umum Kebisingan pada Roda Gigi	13
Gambar II. 11 Standar Pengukuran Suara	13
Gambar II. 12 <i>Thermogun</i>	14
Gambar II. 13 (a) Oli Tellus 68. (b) Label Oli Tellus 68.	14
Gambar II. 14 Gemuk Isoflex LDS 18 Special. A.....	15
Gambar II. 15 <i>Rubber O-Ring Seal</i>	15
Gambar II. 16 <i>Dial</i> Jarum 2 μ m	17
Gambar II. 17 <i>Dial</i> Tusuk 1 μ m	17
Gambar II. 18 Mikrometer Diameter Dalam 5 μ m.....	18
Gambar II. 19 <i>Coordinates Measuring Machine</i>	18
Gambar II. 20 Roda Gigi Payung Lurus.....	19
Gambar II. 21 Roda Gigi Payung Spiral.....	20
Gambar II. 22 Profil Gigi pada Roda Gigi Payung Spiral.....	20
Gambar II. 23 Instalasi Poros Tidak Sejajar (<i>Offset</i>).....	22
Gambar II. 24 Kesalahan Instalasi Sudut Poros	22
Gambar II. 25 Kesalahan Jarak Pemasangan.....	23
Gambar II. 26 Opsi Pemasangan Roda Gigi Payung dengan Sudut <i>Shaft</i> yang Berbeda	24
Gambar II. 27 Sudut Konis pada Roda Gigi Payung.....	24
Gambar II. 28 Diagram Benda Bebas pada Roda Gigi Payung Spiral	25
Gambar II. 29 Geometri Roda Gigi Payung Spiral	26
Gambar II. 30 Geometri Roda Gigi Payung Bagian spiral gigi.....	26
Gambar II. 31 Metode Panah PERT <i>Chart</i>	27
Gambar II. 32 <i>Node</i> /Aktivitas Pada PERT <i>Chart</i>	28

Gambar II. 33 <i>Flowchart</i> Perencanaan Perbaikan.....	29
Gambar II. 34 Fenomena <i>Scuffing</i> Panas pada Roda Gigi Payung Spiral.....	32
Gambar II. 35 Fenomena <i>Scoring</i> Aktual pada Roda Gigi Payung Spiral	36
Gambar II. 36 Bagian-bagian Mesin Aciera F3	38
Gambar II. 37 Poros Kepala Vertikal Mesin Aciera F3	39
Gambar II. 38 Dokumentasi Pengujian Suhu	46
Gambar II. 39 Dokumentasi Pengujian Suara	47
Gambar II. 40 Dokumentasi Pengujian Getaran.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1. Ukuran dan Spesifikasi <i>Rubber O-ring Seal</i>	16
Tabel II. 2. Gaya pada Roda Gigi Payung Spiral	25
Tabel II. 3. Tabel Kegiatan PERT <i>Chart</i>	28
Tabel II. 4. Komponen Penyusun Spindel Vertikal Mesin.....	30
Tabel II. 5. Asumsi Perhitungan Gaya-gaya pada Roda Gigi Payung Spiral.....	32
Tabel II. 6. <i>Troubleshooting</i> pada Roda Gigi Payung Spiral	35
Tabel II. 7. Tabel Kegagalan Manufaktur	37
Tabel II. 8. Peralatan yang Digunakan Selama <i>Trouble Repair</i>	37
Tabel II. 9. Penggantian <i>Sparepart</i>	40
Tabel II. 10. Persiapan pengecekan Kontak pada Roda Gigi	41
Tabel II. 11. Hasil Pengecekan Kontak pada Roda Gigi	41
Tabel II. 12. <i>Setting</i> Instalasi Poros Spindel.....	42
Tabel II. 13. Penggantian <i>O-ring Seal</i> pada Poros Spindel	42
Tabel II. 14. <i>Setting Axial-play</i> dan <i>Radial-play</i> pada Kepala Vertikal	43
Tabel II. 15. <i>Setting Axial-play</i> dan <i>Radial-play</i> pada Lengan (<i>arm</i>)	44
Tabel II. 16. Pengukuran <i>Backlash</i> pada Roda Gigi Payung Spiral	45
Tabel II. 17. Pengukuran <i>Clearance</i> pada Roda Gigi Payung Spiral	45
Tabel II. 18. Rumus Perhitungan Rpm	48
Tabel II. 19. Pengujian Pemotongan pada Material St37	48
Tabel II. 20. Pengujian Pemotongan pada Material Aluminium.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Penjelasan *Flowchart*

Lampiran B Jadwal Kegiatan Perencanaan dan Aktual Proyek Akhir

Lampiran C Riwayat Mesin Aciera F3 (FR-08)

Lampiran D *Operation Plan* Pembongkaran dan Pemasangan Lengan (*Arm*)

Lampiran E *Operation Plan* Pembongkaran dan Pemasangan Kepala Vertikal

Lampiran F Tabel dan Grafik Pengujian Suhu pada Spindel Vertikal Mesin

Lampiran G Tabel dan Grafik Perbandingan Suara pada Spindel Vertikal Mesin

Lampiran H Tabel dan Grafik Pengujian Getaran pada Spindel Vertikal Mesin

Lampiran I *PERT Chart* Aktivitas Proyek Akhir

Lampiran J Rumus Perhitungan dan Aktual Geometri Roda Gigi Payung Spiral

Lampiran K Pengukuran Sirkularitas pada Poros Kepala Vertikal

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam bidang teknik pemeliharaan peralatan penunjang pembelajaran program praktik, Politeknik Manufaktur Bandung (POLMAN), yang sebelumnya dikenal sebagai Politeknik Mekanik Swiss-ITB, sudah mempunyai pengalaman kurang lebih 49 Tahun, baik di sisi pendidikan formal maupun pelatihan-pelatihan mahasiswa.

Program studi D3 Pemeliharaan Mesin difokuskan agar mahasiswa terampil dalam bidang pemeliharaan/perawatan mesin. Ada banyak sebab mengapa pemeliharaan menjadi semakin penting. Peralatan yang seringkali digunakan sebagai penunjang pembelajaran program praktik terutama pemakaian mesin dengan kriteria khusus (misalnya mahal, teknologi tinggi, dari luar negeri, bahan khusus, rancangan khusus, ataupun tua) yang masih beroperasi, muncul kesulitan akan *sparepart*. Terkadang harus dilakukan pesanan khusus ataupun pembuatan baru dengan biaya tinggi. Untuk mempertahankan kelangsungan pembelajaran maka sangat dibutuhkan kegiatan pemeliharaan guna menunjang pembelajaran program praktik [1].

Mesin perkakas dikatakan baik apabila seluruh fungsi yang ada pada mesin dapat berfungsi dengan normal dan komponen-komponen pendukung dalam keadaan baik. Apabila mesin perkakas tidak berfungsi, maka perlu dilakukannya pemeliharaan korektif yaitu perbaikan pada mesin agar dapat berfungsi kembali. Proses *trouble repair* dikatakan selesai apabila kerusakan yang ada dapat diperbaiki sehingga mesin dapat bekerja sesuai dengan toleransi yang diizinkannya.

Mesin frais Aciera F3 merupakan mesin yang digunakan untuk menunjang proses pembelajaran program praktik mahasiswa Politeknik Manufaktur Bandung. Sehingga tingginya angka penggunaan dan umur mesin Aciera F3 menyebabkan beberapa komponen mengalami kerusakan dan mengharuskan dilakukannya perawatan yang lebih intensif. Salah satu kerusakan komponen yang terjadi pada mesin frais Aciera F3 (FR-08) mengalami kerusakan pada bagian spindel vertikal mesin, oleh karena itu proyek akhir ini berfokus pada *trouble repair* spindel vertikal untuk mesin frais Aciera F3 (FR-08).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana tahapan perencanaan kegiatan *trouble repair* spindel vertikal mesin Aciera F3 (FR-08) dilakukan?
2. Bagaimana proses *trouble repair* spindel vertikal mesin Aciera F3 (FR-08) dilakukan?
3. Bagaimana hasil kegiatan *trouble repair* spindel vertikal mesin Aciera F3 (FR-08)?

1.3 Tujuan

1. Membuat tahapan perencanaan kegiatan *trouble repair* spindel vertikal mesin Aciera F3 (FR-08)
2. Melakukan kegiatan *trouble repair* spindel vertikal mesin Aciera F3 (FR-08)
3. Melakukan pengujian hasil *trouble repair* spindel vertikal mesin Aciera F3 (FR-08)

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup *trouble repair* pada karya tulis ini diantaranya:

1. Perencanaan *trouble repair* komponen spindel vertikal mesin Aciera F3 hanya dilakukan pada mesin FR-08.
2. Pelaksanaan *trouble repair* terhadap komponen spindel vertikal beserta komponen yang berkaitan dengan mekanisme spindel vertikal Aciera F3 hanya pada bagian yang bermasalah di mesin FR-08.
3. Pengujian atau kalibrasi hasil *trouble repair* komponen spindel vertikal mesin Aciera F3 hanya dilakukan pada mesin FR-08.

1.5 Sistematika Penulisan

1. BAB I PENDAHULUAN: Berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup, dan sistematika penulisan.
2. BAB II LAPORAN TEKNIK: Berisi gambaran umum tentang teori-teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang berasal dari jurnal, buku, dan sumber lainnya. Metodologi penyelesaian masalah, tahapan kegiatan, perencanaan kegiatan, hasil dari kegiatan yang telah dilakukan, dan evaluasi kegiatan.
3. BAB III PENUTUP: Berisi kesimpulan dan saran dari pelaksanaan kegiatan proyek akhir tentang *trouble repair* mesin Frais Aciera F3 (FR-08) yang telah dilakukan.