

**MENGETAHUI KONDISI KEANDALAN MESIN DAN
PEMBARUAN *INTERVAL PREVENTIVE MAINTENANCE*
UNTUK KOMPONEN KRITIS PADA MESIN DMC 210 U
MENGUNAKAN METODE RCM-FMECA DI PT.
DIRGANTARA INDONESIA**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Muhammad Iqbal Fahrezy Supriadi

217411016



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

Mengetahui Kondisi Keandalan Mesin Dan Pembaruan *Interval Preventive Maintenance* Untuk Komponen Kritis Pada Mesin DMC 210 U Menggunakan Metode RCM-FMECA Di PT. Dirgantara Indonesia

Oleh:

Muhammad Iqbal Fahrezy Supriadi

217411016

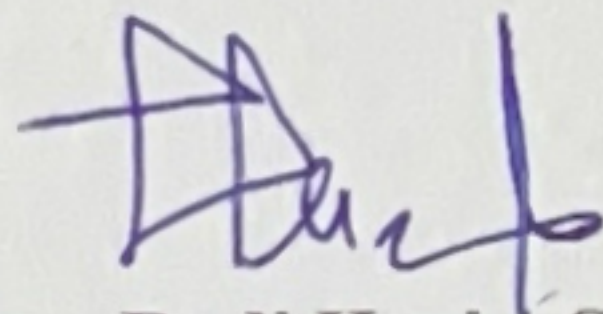
Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 17 Desember 2024

Disetujui,

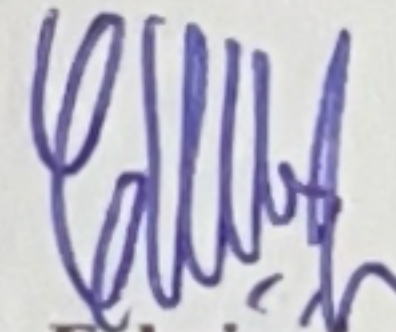
Pembimbing I



Dr. Herman Budi Harja, ST., MT.

NIP.197902022008101001

Pembimbing II

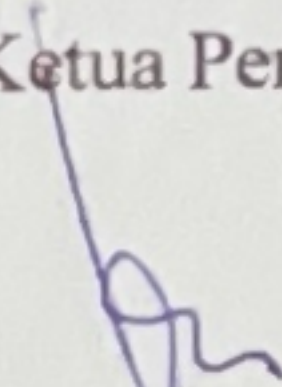


Risky Ayu Febriani, S.Tr., M.Sc.

NRP.220409003

Disahkan,

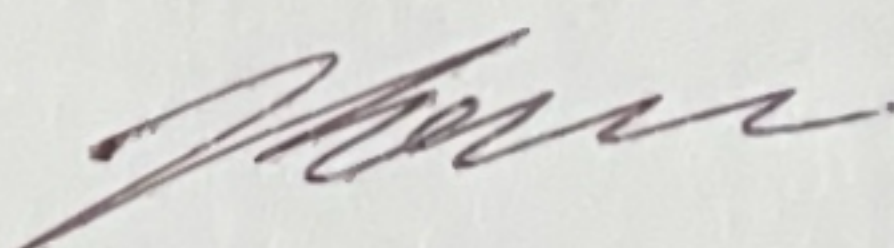
Ketua Penguji



Haris Setiawan, SST., MT.

NIP.197512042001121001

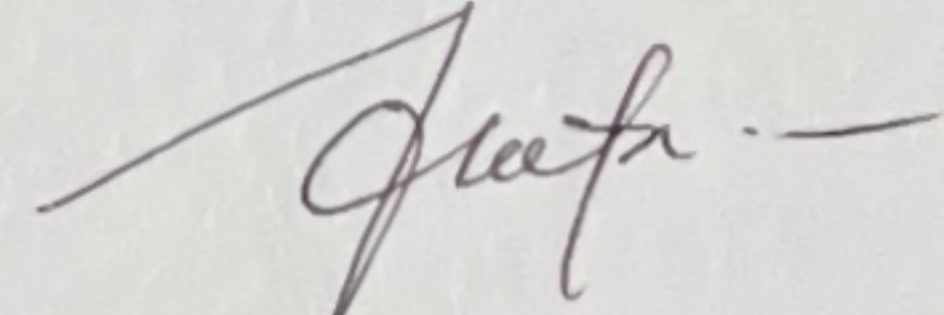
Penguji 1



Novi Saksono. BM, ST., MT.

NIP.196711251992031002

Penguji II



Mohamad Fauzi, ST., MT.

NIP.196206261988031003

Pernyataan Orisinalitas

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Iqbal Fahrezy Supriadi
NIM : 217411016
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma IV
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Mengetahui Kondisi Keandalan Mesin Dan
Pembaruan *Interval Preventive Maintenance*
Untuk Komponen Kritis Pada Mesin DMC 210
U Menggunakan Metode RCM-FMECA Di PT.
Dirgantara Indonesia

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 17 Desember 2024
Yang Menyatakan,

Muhammad Iqbal Fahrezy Supriadi
NIM 217411016

Pernyataan Hak Kekayaan Intelektual (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Muhammad Iqbal Fahrezy Supriadi
NIM	: 217411016
Jurusan	: Teknik Manufaktur
Program Studi	: Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi	: Diploma 4
Jenis Karya	: Tugas Akhir
Judul Karya	: Mengetahui Kondisi Keandalan Mesin Dan Pembaruan <i>Interval Preventive Maintenance</i> Untuk Komponen Kritis Pada Mesin DMC 210 U Menggunakan Metode RCM-FMECA Di PT. Dirgantara Indonesia

Menyatakan bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 17 Desember 2024
Yang Menyatakan,

Muhammad Iqbal Fahrezy Supriadi
NIM 217411016

MOTO PROBADI

Rencana Allah padamu lebih baik dari rencanamu. Kadang Allah menghalangi jalanmu untuk menguji kesabaranmu. Maka perlihatkanlah kepada-Nya kesabaran yang indah. Maka tak lama kamu akan melihat sesuatu yang menggembirakanmu. Tugas akhir ini saya dedikasikan untuk kedua orang tua saya tercinta, dan teman-teman saya yang telah percaya kepada saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

ABSTRAK

PT Dirgantara Indonesia (Persero) merupakan salah satu perusahaan aerospace di Asia yang menerapkan sistem pemeliharaan berbasis *preventive maintenance* terhadap fasilitas produksi yang ada untuk menjaga fungsinya agar tetap optimal. Sistem pemeliharaan tersebut diterapkan terhadap mesin CNC Milling DMC 210 U, namun dalam pelaksanaan pemeliharaannya masih terdapat pemeliharaan korektif yang menyebabkan *downtime* yang tidak direncanakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi keandalan mesin CNC milling 5 axis DMC 210 U di PT. Dirgantara Indonesia dan memperbarui interval pemeliharaan preventif untuk komponen kritis menggunakan metode Reliability-Centered Maintenance (RCM) dan Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis (FMECA). Data yang dianalisis yaitu data riwayat kerusakan dua mesin (AAAR01 dan AAAR02) selama periode 2014-2022 yang meliputi *Time Between Failure* (TBF) dan *Time to Repair* (TTR). Kondisi keandalan komponen mesin dievaluasi dengan menentukan kecocokan distribusi data TBF dan TTR (Weibull, eksponensial, log-normal, normal) dan menghitung nilai metrik keandalan seperti waktu rata-rata antara kegagalan (MTBF) dan waktu rata-rata untuk perbaikan (MTTR). Komponen kritis diidentifikasi melalui FMECA, dengan *Risk Priority Number* (RPN) yang menandai *pneumatic hose* (RPN 245/294) dan ATC Kontrol (RPN 184/192) sebagai komponen paling kritis untuk kedua mesin. Analisis keandalan menunjukkan keandalan mesin secara keseluruhan sebesar 95,72% untuk AAAR01 dan 93,46% untuk AAAR02. Interval pemeliharaan preventif dioptimalkan menggunakan pemodelan statistik, menghasilkan interval yang direkomendasikan masing-masing 417,7 jam untuk *pneumatic hose* dan 598,8 jam untuk ATC Kontrol mesin AAAR01 dan 246,1 jam dan 336,98 jam untuk AAAR02. Biaya pemeliharaan, termasuk kerugian potensi produksi dan tenaga kerja, diperkirakan sebesar Rp6.446.400 (AAAR01) dan Rp5.365.680 (AAAR02) per siklus. Studi tersebut menemukan bahwa RCM-FMECA efektif dalam mengevaluasi kondisi keandalan mesin, memberi opsi strategi pemeliharaan, mengurangi *downtime*, dan meningkatkan efisiensi operasional di bidang manufaktur.

Kata kunci: *Preventive Maintenance, Corrective Maintenance, Reliability Centered Maintenance, CNC Milling DMC210 U.*

ABSTRACT

PT Dirgantara Indonesia (Persero) is a leading aerospace company in Asia that implements a preventive maintenance system for its production facilities to ensure optimal functionality. This maintenance system is applied to CNC Milling DMC 210 U machines; however, corrective maintenance is still prevalent in its execution, leading to unscheduled downtime. The objective of this research is to evaluate the reliability of the 5-axis CNC milling machine DMC 210 U at PT. Dirgantara Indonesia and to update preventive maintenance intervals for critical components using the Reliability-Centered Maintenance (RCM) and Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis (FMECA) methods. The data analyzed encompasses the failure history of two machines (AAAR01 and AAAR02) over the period of 2014-2022, including Time Between Failure (TBF) and Time to Repair (TTR). The reliability condition of machine components was evaluated by determining the distribution fit of TBF and TTR data (Weibull, exponential, log-normal, normal) and calculating reliability metrics such as Mean Time Between Failure (MTBF) and Mean Time To Repair (MTTR). Critical components were identified through FMECA, with the Risk Priority Number (RPN) highlighting the pneumatic hose (RPN 245/294) and ATC Control (RPN 184/192) as the most critical components for both machines. Reliability analysis indicated an overall machine reliability of 95.72% for AAAR01 and 93.46% for AAAR02. Preventive maintenance intervals were optimized using statistical modeling, yielding recommended intervals of 417.7 hours for the pneumatic hose and 598.8 hours for the ATC Control of machine AAAR01, and 246.1 hours and 336.98 hours for AAAR02, respectively. Maintenance costs, including potential production losses and labor, were estimated at Rp6,446,400 (AAAR01) and Rp5,365,680 (AAAR02) per cycle. The study concluded that RCM-FMECA is effective in evaluating machine reliability conditions, providing maintenance strategy options, reducing downtime, and enhancing operational efficiency within the manufacturing sector.

Keywords: Preventive Maintenance, Corrective Maintenance, Reliability Centered Maintenance, CNC Milling DMC210 U.

Kata Pengantar

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadanya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon ampunan. Kami berlindung kepada-Nya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barangsiapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barangsiapa yang tersesat dari jalannya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembahyan yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagi-Nya. Dan aku bersaksi bahwa Nabi Muhammad adalah hamba-Nya dan Rasul-Nya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Mengetahui Kondisi Keandalan Mesin Dan Pembaruan *Interval Preventive Maintenance* Untuk Komponen Kritis Pada Mesin DMC 210 U Menggunakan Metode RCM-FMECA Di PT. Dirgantara Indonesia”. terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan moral maupun materi baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Teristimewa kepada kedua Orang Tua penulis Ibu Neneng Rodiah, S.Pd. dan Bapak Agus Supriadi, ST. yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril dan materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Muhammad Nurdin, S.T., M. AB.
3. Ketua Jurusan Teknik Manufaktur, Bapak Jata Budiman, SST., MT.
4. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Bapak Haris Setiawan SST., MT.
5. Para Pembimbing tugas akhir, Bapak Dr. Herman Budi Harja, ST., MT., IPM. selaku pembimbing satu, dan Ibu Risky Ayu Febriani, S.Tr., M.Sc. selaku pembimbing dua.
6. Para Penguji sidang tugas akhir, Bapak Haris Setiawan, SST., MT. selaku ketua penguji, Bapak Novi Saksono. BM, ST., MT. selaku penguji satu, dan Bapak Mohamad Fauzi, ST., MT. selaku penguji dua.

7. Bapak Agus Supriadi, ST. selaku Manager Divisi Maintenance di PT Dirgantara Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian.
8. Bapak Gia Septiana Tanuwijaya ST. selaku pembimbing lapangan yang telah membantu memberikan informasi kepada penulis.
9. Seluruh karyawan *Maintenance Utility* DM-6300 PT Dirgantara Indonesia yang telah membantu memberikan informasi kepada penulis.
10. Para Panitia tugas akhir.
11. Kepada rekan rekan MED 2017, Otomotif POLMAN, Happiness Seeker, REA14 yang selalu memberikan motivasi, saran, do'a, dan bantuan lainnya untuk keberhasilan penulis.
12. Kepada diri sendiri yang telah berjuang dan bertahan hingga selesainya tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiin Ya Rabbal Alamin.

Penulis
Bandung, 17 Desember 2024

Muhammad Iqbal Fahrezy Supriadi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
Pernyataan Orisinalitas	iii
Pernyataan Hak Kekayaan Intelektual (HKI)	iv
MOTO PROBADI.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
Kata Pengantar	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah.....	I-3
I.3 Tujuan Penelitian	I-4
I.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	I-4
I.5 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
II.1 Pengertian Pemeliharaan	II-1
II.2 Strategi Pemeliharaan	II-1
II.2.1 Pemeliharaan Reaktif (<i>Reactive Maintenance</i>).....	II-1
II.2.2 Pemeliharaan Preventif (<i>Preventive Maintenance</i>).....	II-2
II.2.3 Pemeliharaan Prediktif (<i>Predictive Maintenance</i>)	II-2

II.2.4 Pemeliharaan Proaktif (<i>Proactive Maintenance</i>)	II-3
II.3 <i>Reliability</i> (Keandalan).....	II-3
II.4 Reliability Centered Maintenance (RCM).....	II-4
II.4.1 Proses dalam RCM.....	II-4
II.4.2 Tujuan Penerapan Reliability Centered Maintenance (RCM)	II-9
II.4.3 Langkah – Langkah Penerapan Reliability Centered Maintenance .	II-11
II.5 Uji Keandalan.....	II-19
II.5.1 Distribusi Kerusakan	II-19
II.5.2 Identifikasi Distribusi dan Parameter Distribusi	II-24
II.5.3 Uji Kecocokan Distribusi	II-26
II.5.4 Penentuan Parameter Distribusi	II-28
II.5.5 Mean Time to Repair (MTTR) dan Mean Time Between Failure (MTBF).....	II-29
II.6 Perhitungan Waktu Interval Pemeliharaan	II-30
II.7 Perhitungan Biaya Pemeliharaan.....	II-31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
III.1 Diagram Alir Penelitian	III-1
III.2 Pengumpulan Data	III-3
III.3 Pengolahan Data Kerusakan	III-4
III.4 Perhitungan Time Between Failure (TBF) dan Time To Repair (TTR) .	III-4
III.5 Penentuan Hipotesa Distribusi Data.....	III-4
III.5.1 Distribusi Eksponensial	III-5
III.5.2 Distribusi Normal	III-6
III.5.3 Distribusi Lognormal.....	III-7
III.5.4 Distribusi Weibull.....	III-9
III.6 Uji Kecocokan Distribusi Data	III-9

III.6.1 Distribusi Eksponensial	III-10
III.6.2 Distribusi Normal	III-12
III.6.3 Distribusi Lognormal.....	III-15
III.6.4 Distribusi Weibull.....	III-19
III.7 Perhitungan Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR).....	III-22
III.7.1 Distribusi Eksponensial	III-22
III.7.2 Distribusi Normal	III-23
III.7.3 Distribusi Lognormal.....	III-23
III.7.4 Distribusi Weibull.....	III-24
III.8 Perhitungan <i>Reliability</i> /Keandalan Mesin.....	III-24
III.8.1 Nilai keandalan/ <i>reliability</i> Komponen.....	III-24
III.8.2 Nilai Keandalan Subsistem.....	III-25
III.8.3 Nilai Keandalan Mesin	III-25
III.9 FMECA (Failure Mode Effects and Criticality Analysis)	III-25
III.10 Penentuan Komponen Kritis	III-29
III.11 Task Selection	III-30
III.12 Penentuan Interval Preventive Maintenance	III-32
III.13 Teknik Pengumpulan Data.....	III-34
III.14 Jenis Penelitian.....	III-34
III.15 Objek Penelitian.....	III-34
III.16 Tempat Penelitian.....	III-34
III.17 Alat Penelitian.....	III-34
III.18 Tahap Pembahasan dan Analisis.....	III-35
III.19 Kesimpulan dan Saran.....	III-35
BAB IV PEMBAHASAN.....	IV-1

IV.1 Data Kerusakan Mesin.....	IV-1
IV.1 Pengolahan Data Kerusakan Mesin.....	IV-1
IV.2 <i>Time Between Failure</i> (TBF) dan <i>Time To Repair</i> (TTR).....	IV-4
IV.2.1 Perhitungan <i>Time Between Failure</i> (TBF) dan <i>Time To Repair</i> (TTR) mesin AAAR01	IV-4
IV.2.2 Perhitungan <i>Time Between Failure</i> (TBF) dan <i>Time To Repair</i> (TTR) Mesin AAAR02.....	IV-11
IV.3 Menentukan Hipotesa Distribusi Data.....	IV-16
IV.3.1 Hipotesa Distribusi Data TBF dan TTR Mesin AAAR01.....	IV-16
IV.3.2 Hipotesa Distribusi Data TBF dan TTR Mesin AAAR02.....	IV-18
IV.4 Uji Kecocokan Distribusi Data.....	IV-20
IV.4.1 Hasil Uji Kecocokan Distribusi Data <i>TBF</i> dan <i>TTR</i> Mesin AAAR01 IV-21	
IV.4.2 Hasil Uji Kecocokan Distribusi Data <i>TBF</i> dan <i>TTR</i> Mesin AAAR02 IV-23	
IV.5 Menghitung Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR).....	IV-25
IV.5.1 MTBF dan MTTR Komponen Mesin AAAR01	IV-25
IV.5.2 MTBF dan MTTR Komponen Mesin AAAR02	IV-26
IV.6 Menghitung <i>Reliability</i> /Keandalan.....	IV-27
IV.6.1 <i>Reliability</i> /Keandalan Mesin AAAR01	IV-27
IV.6.2 <i>Reliability</i> /Keandalan Mesin AAAR02	IV-29
IV.7 Menentukan Komponen Kritis	IV-30
IV.7.1 Analisis FMECA	IV-30
IV.7.2 Pengolahan Data FMECA	IV-41
IV.7.3 Task Selection.....	IV-42
IV.8 Menentukan Interval Pemeliharaan Komponen Kritis	IV-42

IV.9	Rekomendasi Pembaruan <i>Interval</i> PM Komponen Kritis Mesin DMC 210 U	IV-43
IV.10	Perhitungan Biaya Usulan <i>Preventive Maintenance</i> Komponen Kritis Mesin DMC 210 U	IV-43
BAB V PENUTUP		V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran	V-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Grafik Data Kerusakan Mesin DMC 210 U di PT Dirgantara Indonesia	I-2
Gambar I.2 Grafik biaya maintenance terhadap mesin DMC 210 U di PT Dirgantara Indonesia	I-3
 Gambar II.1 Evolusi strategi pemeliharaan [7].	II-1
Gambar II. 2 Diagram struktur subsistem dan komponen mesin CNC[15]......	II-16
Gambar II. 3 Pola distribusi Weibull	II-21
Gambar II. 4 Pola distribusi Normal	II-22
Gambar II. 5 Pola distribusi Eksponensial	II-23
Gambar II. 6 Pola distribusi Lognormal	II-24
 Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian	III-1
Gambar III. 3 Spesifikasi mesin CNC Milling DMC 210 U	III-3
Gambar III. 2 Mesin DMC 210 U di PT. Dirgantara Indonesia	III-3
Gambar III.3 <i>Flowchart</i> FMECA	III-26
Gambar III.5 Task Selection	III-30
 Gambar IV.1 Grafik nilai RPN komponen mesin AAAR01.....	IV-41
Gambar IV.2 Grafik nilai RPN komponen mesin AAAR02.....	IV-41

DAFTAR TABEL

Tabel III.2 Tabel pengelompokan data kerusakan mesin DMC 210 U.....	III-4
Tabel III.3 Tampilan tabel distribusi eksponensial metode Least Square	III-6
Tabel III.4 Tabel distribusi normal / tabel Z	III-6
Tabel III.5 Tampilan tabel distribusi normal metode <i>Least Square</i>	III-7
Tabel III.6 Table distribusi normal / tabel Z	III-8
Tabel III.7 Tampilan tabel distribusi lognormal metode Least Square.....	III-8
Tabel III.8 Tampilan tabel distribusi weibull metode <i>Least Square</i>	III-9
Tabel III.9 Tampilan tabel distribusi eksponensial metode Least Square	III-10
Tabel III.10 <i>Chi Square Table</i>	III-11
Tabel III.11 Tabel distribusi normal / Tabel Z.....	III-13
Tabel III.12 Tabel Kolmogorov Smirnov	III-14
Tabel III.13 Tabel distribusi normal metode <i>Goodnest of Fit</i>	III-15
Tabel III.14 Table distribusi normal / Tabel Z.....	III-17
Tabel III.15 Tabel Kolmogorov Smirnov	III-18
Tabel III.16 Tabel distribusi Lognormal metode <i>Goodnest of Fit</i>	III-19
Tabel III.17 Tabel distribusi F	III-20
Tabel III.18 Tabel distribusi Weibull metode <i>Goodnest of Fit</i>	III-21
Tabel III.19 Peringkat kriteria Severity [12].....	III-27
Tabel III.20 Occurrence [12].....	III-27
Tabel III.21 Detection [12]	III-28
Tabel III.22 Kategori kekritisian komponen [13]	III-29
Tabel IV.1 Data kerusakan mesin AAAR01	IV-1
Tabel IV.2 Data kerusakan komponen mesin AAAR02	IV-3
Tabel IV.3 TBF dan TTR komponen APC <i>Control</i> AAAR01	IV-4
Tabel IV.4 TBF dan TTR komponen ATC <i>Control</i> AAAR01	IV-4
Tabel IV.5 TBF dan TTR komponen <i>Spindle Axis</i> AAAR01.....	IV-5
Tabel IV.6 TBF dan TTR komponen <i>Table Axis</i> AAAR01.....	IV-5
Tabel IV.7 TBF dan TTR komponen <i>Chips Conveyor</i> AAAR01.....	IV-5
Tabel IV.8 TBF dan TTR komponen <i>Column Gantry</i> AAAR01.....	IV-5
Tabel IV.9 TBF dan TTR komponen <i>Blum Laser</i> AAAR01	IV-5

Tabel IV.10 TBF dan TTR komponen <i>Power Module</i> AAAR01	IV-6
Tabel IV.11 TBF dan TTR komponen <i>Touch Probe</i> AAAR01	IV-6
Tabel IV.12 TBF dan TTR komponen <i>Profibus Module</i> AAAR01	IV-6
Tabel IV.13 TBF dan TTR komponen <i>Cooling Unit</i> AAAR01.....	IV-6
Tabel IV.14 TBF dan TTR komponen <i>Cooling Unit Cabinet</i> AAAR01	IV-6
Tabel IV.15 TBF dan TTR komponen <i>Coolant Filter</i> AAAR01.....	IV-6
Tabel IV.16 TBF dan TTR komponen <i>Filter Paper</i> AAAR01.....	IV-7
Tabel IV.17 TBF dan TTR komponen <i>Coolant Hose</i> AAAR01	IV-7
Tabel IV.18 TBF dan TTR komponen <i>Oil Hose</i> AAAR01	IV-7
Tabel IV.19 TBF dan TTR komponen <i>Exhaust</i> AAAR01.....	IV-7
Tabel IV.20 TBF dan TTR komponen <i>Sensor Extend</i> AAAR01.....	IV-7
Tabel IV.21 TBF dan TTR komponen <i>Sensor Home Pallet</i> AAAR01.....	IV-8
Tabel IV.22 TBF dan TTR komponen <i>Sensor Indexing</i> AAAR01.....	IV-8
Tabel IV.23 TBF dan TTR komponen <i>Sensor Tool Change</i> AAAR01	IV-8
Tabel IV.24 TBF dan TTR komponen <i>Sensor XY</i> AAAR01	IV-8
Tabel IV.25 TBF dan TTR komponen <i>Relay</i> AAAR01	IV-8
Tabel IV.27 TBF dan TTR komponen <i>Pressure Switch</i> AAAR01.....	IV-8
Tabel IV.28 TBF dan TTR komponen <i>Sensor Coolant Level</i> AAAR01	IV-9
Tabel IV.29 TBF dan TTR komponen <i>Door Switch</i> AAAR01	IV-9
Tabel IV.30 TBF dan TTR komponen <i>Machine Lamp</i> AAAR01	IV-9
Tabel IV.32 TBF dan TTR komponen <i>Pneumatic Hose</i> AAAR01	IV-9
Tabel IV.33 TBF dan TTR komponen <i>Pneumatic Regulator</i> AAAR01	IV-10
Tabel IV.34 TBF dan TTR komponen <i>Pneumatic Socket</i> AAAR01	IV-10
Tabel IV.35 TBF dan TTR komponen <i>Solenoid Valve</i> AAAR01	IV-10
Tabel IV.36 TBF dan TTR komponen <i>Hydraulic Cylinder</i> AAAR01	IV-10
Tabel IV.37 TBF dan TTR komponen <i>Motor Paper</i> AAAR01.....	IV-10
Tabel IV.38 TBF dan TTR komponen <i>AC Servo Motor</i> AAAR01	IV-10
Tabel IV.39 TBF dan TTR komponen <i>ATC Control</i> AAAR02.....	IV-11
Tabel IV.40 TBF dan TTR komponen <i>Chips Conveyor</i> AAAR02.....	IV-11
Tabel IV.41 TBF dan TTR komponen <i>Coolant Pump</i> AAAR02	IV-11
Tabel IV.42 TBF dan TTR komponen <i>APC Control</i> AAAR02	IV-12
Tabel IV.43 TBF dan TTR komponen <i>Indexing Censor</i> AAAR02	IV-12

Tabel IV.44 TBF dan TTR komponen <i>Solenoid Valve</i> AAAR02	IV-12
Tabel IV.45 TBF dan TTR komponen <i>Regulator Pneumatic</i> AAAR02	IV-12
Tabel IV.46 TBF dan TTR komponen <i>Power Supply</i> AAAR02	IV-13
Tabel IV.47 TBF dan TTR komponen <i>Spindle Axis</i> AAAR02.....	IV-13
Tabel IV.48 TBF dan TTR komponen <i>Filter Paper</i> AAAR02.....	IV-13
Tabel IV.49 TBF dan TTR komponen <i>Touch Probe</i> AAAR02.....	IV-13
Tabel IV.50 TBF dan TTR komponen <i>Oil Pump</i> AAAR02	IV-13
Tabel IV.51 TBF dan TTR komponen <i>Door Switch</i> AAAR02	IV-13
Tabel IV.52 TBF dan TTR komponen <i>Encoder</i> AAAR02	IV-14
Tabel IV.52 TBF dan TTR komponen <i>Bearing Temperature Censor</i> AAAR02	IV-14
Tabel IV.54 TBF dan TTR komponen <i>APC Control</i> AAAR02.....	IV-14
Tabel IV.55 TBF dan TTR komponen <i>Filter Regulator</i> AAAR02	IV-14
Tabel IV.56 TBF dan TTR komponen <i>Extend Censor</i> AAAR02.....	IV-14
Tabel IV.57 TBF dan TTR komponen <i>Home Pallet Censor</i> AAAR02.....	IV-14
Tabel IV.58 TBF dan TTR komponen <i>V Motor Chain</i> AAAR02	IV-14
Tabel IV.59 TBF dan TTR komponen <i>Column Gantry</i> AAAR02.....	IV-15
Tabel IV.60 TBF dan TTR komponen <i>MPC System</i> AAAR02	IV-15
Tabel IV.61 TBF dan TTR komponen <i>Table Axis</i> AAAR02.....	IV-15
Tabel IV.62 TBF dan TTR komponen <i>Linier Scale</i> AAAR02	IV-15
Tabel IV.63 TBF dan TTR komponen <i>Probe Cable</i> AAAR02	IV-15
Tabel IV.64 TBF dan TTR komponen <i>Lubricant</i> AAAR02.....	IV-15
Tabel IV.65 TBF dan TTR komponen <i>Electrical Contactor</i> AAAR02.....	IV-15
Tabel IV.65 TBF dan TTR komponen <i>Lamp Working Indicator</i> AAAR02....	IV-16
Tabel IV.66 TBF dan TTR komponen <i>Oil Filter</i> AAAR02	IV-16
Tabel IV.68 Rekapitulasi Hipotesa Distribusi Data TBF Mesin AAAR01	IV-17
Tabel IV.69 Rekapitulasi Hipotesa Distribusi Data TTR Mesin AAAR01	IV-18
Tabel IV.70 Rekapitulasi Hipotesa Distribusi Data TBF Mesin AAAR02	IV-19
Tabel IV.71 Rekapitulasi Hipotesa Distribusi Data TTR Mesin AAAR02	IV-20
Tabel IV.72 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Pneumatic Hose</i> AAAR01.....	IV-21
Tabel IV.73 Hasil Uji Kecocokan Data <i>APC Control</i> AAAR01	IV-21
Tabel IV.74 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Home Pallet Sensor</i> AAAR01	IV-21

Tabel IV.75 Hasil Uji Kecocokan Data <i>ATC Control</i> AAAR01.....	IV-22
Tabel IV.76 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Spindle Axis</i> AAAR01	IV-22
Tabel IV.77 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Table Axis</i> AAAR01	IV-22
Tabel IV.78 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Filter Paper</i> AAAR01	IV-22
Tabel IV.79 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Coolant Hose</i> AAAR01	IV-22
Tabel IV.80 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Chips Conveyor</i> AAAR01	IV-23
Tabel IV.81 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Door Switch</i> AAAR01	IV-23
Tabel IV.82 Hasil Uji Kecocokan Data <i>ATC Control</i> AAAR02	IV-23
Tabel IV.83 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Chips Conveyor</i> AAAR02	IV-23
Tabel IV.84 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Coolant Pump</i> AAAR02.....	IV-24
Tabel IV.85 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Pneumatic Hose</i> AAAR02.....	IV-24
Tabel IV.86 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Indexing Censor</i> AAAR02	IV-24
Tabel IV.87 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Solenoid Valve</i> AAAR02.....	IV-24
Tabel IV.88 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Pneumatic Regulator</i> AAAR02.....	IV-24
Tabel IV.89 Hasil Uji Kecocokan Data <i>Pneumatic Regulator</i> AAAR02.....	IV-25
Tabel IV.90 Rekapitulasi MTBF dan MTTR Komponen Mesin AAAR01	IV-25
Tabel IV. 91 Rekapitulasi MTBF dan MTTR Komponen Mesin AAAR02....	IV-26
Tabel IV.92 Hasil Perhitungan Nilai Keandalan Komponen Mesin AAAR01	IV-27
Tabel IV.93 Hasil Perhitungan Nilai <i>Reliability</i> Subsistem Mesin AAAR01	IV-28
Tabel IV.94 Hasil Perhitungan Nilai Keandalan Komponen Mesin AAAR02	IV-29
Tabel IV.95 Hasil Perhitungan Nilai <i>Reliability</i> Subsistem Mesin AAAR02	IV-30
Tabel IV.96 Hasil analisis FMECA mesin DMC 210 U nomor mesin AAAR01	IV-31
Tabel IV.97 Hasil analisis FMECA mesin DMC 210 U nomor mesin AAAR02	IV-36
Tabel IV.98 <i>Task Selection</i> pemeliharaan komponen kritis mesin DMC 210 U	IV-42

Tabel IV.99 Hasil Perhitungan <i>Interval</i> PM Komponen Kritis Mesin AAAR01	IV-42
Tabel IV.100 Hasil Perhitungan <i>Interval</i> PM Komponen Kritis Mesin AAAR02 ...	IV-42
Tabel IV.101 Usulan <i>Maintenance Task</i> Komponen Kritis Mesin DMC 210 U.....	IV-43
Tabel IV.102 Perhitungan biaya usulan PM komponen kritis mesin DMC 210 U...	IV-43
Tabel IV.103 Keterangan notasi perhitungan biaya usulan <i>Preventive Maintenance</i> komponen kritis mesin DMC 210 U	IV-43

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Data Kerusakan Mesin DMC 210 U untuk nomor mesin AAAR01 dari data CMMS Divisi Maintenance PT Dirgantara Indonesia
- Lampiran 2** Data Kerusakan Mesin DMC 210 U untuk nomor mesin AAAR02 dari data CMMS Divisi Maintenance PT Dirgantara Indonesia
- Lampiran 3** Tabel Perhitungan Hipotesa Distribusi Data TBF Komponen Mesin AAAR01
- Lampiran 4** Tabel Perhitungan Hipotesa Distribusi Data TTR Komponen Mesin AAAR01
- Lampiran 5** Tabel Perhitungan Hipotesa Distribusi Data TBF Komponen Mesin AAAR02
- Lampiran 6** Tabel Perhitungan Hipotesa Distribusi Data TTR Komponen Mesin AAAR02
- Lampiran 7** Uji Kecocokan Distribusi Data TBF Komponen Mesin AAAR01
- Lampiran 8** Uji Kecocokan Distribusi Data TTR Komponen Mesin AAAR01
- Lampiran 9** Uji Kecocokan Distribusi Data TBF Komponen Mesin AAAR02
- Lampiran 10** Uji Kecocokan Distribusi Data TTR Komponen Mesin AAAR02
- Lampiran 11** Perhitungan Mean Time Between Failure (MTBF) Komponen Mesin AAAR01
- Lampiran 12** Perhitungan Mean Time To Repair (MTTR) Komponen Mesin AAAR01
- Lampiran 13** Perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) Komponen Mesin AAAR02
- Lampiran 14** Perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR) Komponen Mesin AAAR02
- Lampiran 15** Perhitungan Nilai Keandalan Komponen Mesin AAAR01
- Lampiran 16** Perhitungan Nilai Keandalan Subsistem Mesin AAAR01
- Lampiran 17** Perhitungan Nilai Keandalan Komponen Mesin AAAR02
- Lampiran 18** Perhitungan Nilai Keandalan Subsistem Mesin AAAR02
- Lampiran 19** Perhitungan Interval Preventive Maintenance Untuk Komponen Kritis Mesin AAAR01

Lampiran 20 Perhitungan Interval Preventive Maintenance Untuk Komponen Kritis Mesin AAAR02

Lampiran 21 *Counter* mesin DMC 210 U untuk nomor mesin AAAR01 dan AAAR02 di PT Dirgantara Indonesia

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

RCM = *Reliability Centered Maintenance*

PM = Preventive Maintenance

CM = *Corrective Maintenance*

FT = *Function Test*

FMECA = *Failure Mode Effects and Critical Analysis*

LTA = *Logic Tree Analysis*

MTBF = *Mean Time Between Failure*

MTTR = *Mean Time to Repair*

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

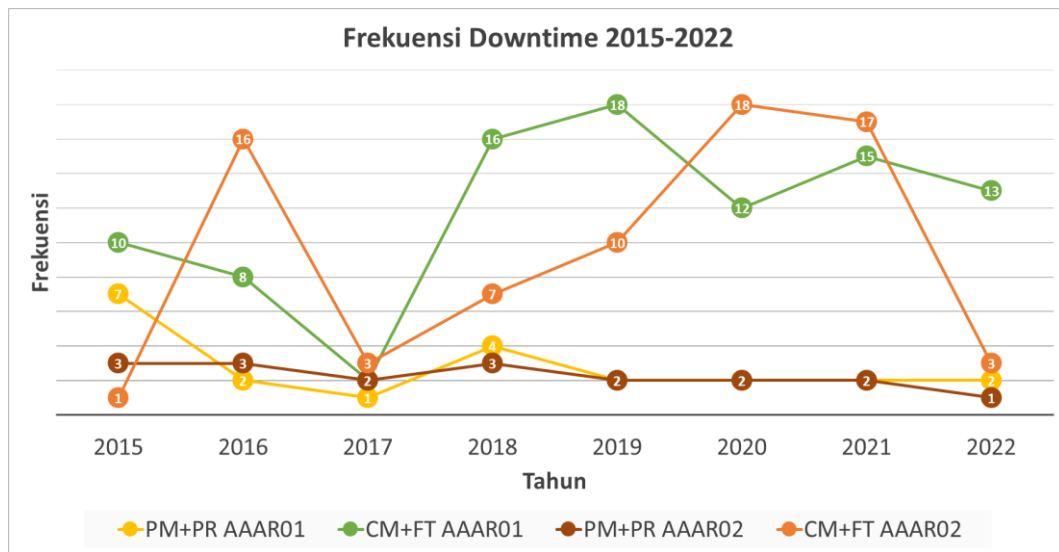
Salah satu aspek penting dalam usaha penjaminan pencapaian target/rencana produksi dengan kualitas *Detail Parts Manufacturing* yang baik dan sekaligus berdampak pada reduksi *manufacturing lead time* adalah ketersediaannya fasilitas produksi yang dapat memenuhi ketersediaan fasilitas produksi baik dari sisi kapasitas maupun kapabilitas. Dengan kata lain, setiap fasilitas produksi tidak terkecuali mesin produksi yang dibutuhkan harus berada dalam keadaan yang baik dan terjaga performanya agar bisa beroperasi pada suatu periode yang direncanakan. Namun, pada aktualnya penggunaan mesin secara kontinyu menyebabkan kerusakan terhadap komponen mesin yang berakibat terhadap performa mesin yang menurun karena perlu adanya penyesuaian atau perbaikan terhadap mesin dimana pada kondisi tersebut mesin tidak dapat beroperasi dengan optimal yang pada akhirnya menjadi hambatan untuk proses produksi yang dilakukan.

PT. Dirgantara Indonesia merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang memiliki jumlah mesin produksi yang banyak sehingga perlu melakukan kegiatan pemeliharaan/*maintenance* terhadap mesin-mesin tersebut agar performa dan keandalannya tetap terjaga dalam jangka waktu yang telah direncanakan. Diantara mesin-mesin produksi yang digunakan oleh PT. Dirgantara Indonesia, salah satunya adalah mesin *Center Milling* DMC 210 U.

Mesin DMC 210 U ini termasuk dalam kategori HSM (*High Speed Machine*) 5 Axis, karena mempunyai putaran spindle yang tinggi yaitu 30000 rpm dengan kemampuan *feedrate* dari axis linear 60.000 mm/menit untuk gerakan axis X dan 40.000 mm/menit untuk axis YZ. Dan mesin ini digunakan untuk membuat suku cadang pesawat, diantaranya suku cadang pesawat Airbus 321, 350, N219, NC 212, CN235, KFX dan program pembuatan lainnya yg sudah terkontrak.

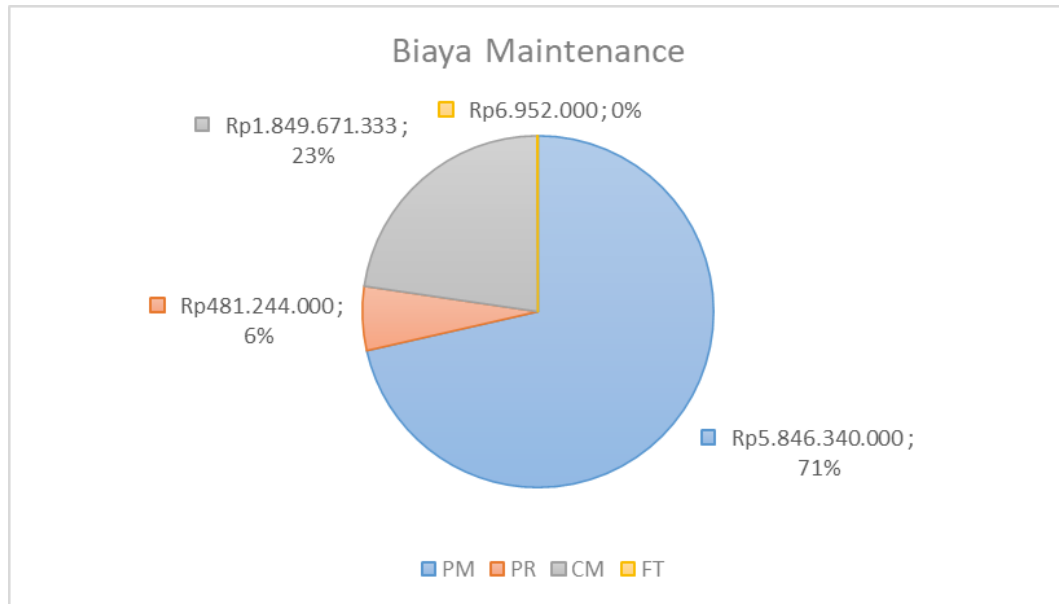
Mesin DMC 210 U ini telah digunakan sejak 2014 dan telah mengalami banyak kerusakan. Hal ini dikarenakan penggunaannya secara kontinyu dengan pemeliharaan yang cenderung konstan dari waktu ke waktu. *Interval* pemeliharaan yang dilakukan pada mesin ini yaitu setiap 2000 dan 4000 jam dalam penggunaan

mesin. Kegiatan pemeliharaan telah dilakukan tersebut diantaranya *assembling, check and clean, checking, cleaning, disassy/replace/repair/refill, filling, geometrical test, preventive maintenance, repairing, replacing, run test, set and adjustment, testing* dan *troubleshooting*. Dan berikut gambar dibawah ini menunjukan frekuensi kerusakan mesin DMC 210 U dengan nomor mesin AAAR01 dan AAAR02 dari awal terjadinya kerusakan mesin yaitu Februari 2015 hingga Desember 2022.



Gambar I.1 Grafik Data Kerusakan Mesin DMC 210 U di PT Dirgantara Indonesia

Data kerusakan mesin diatas didapat dari aplikasi CMMS (*Computerizing Maintenance Management System*) yaitu aplikasi yang digunakan untuk mencatat aktivitas *maintenance* dan menyimpan data *historical* fasilitas atau mesin-mesin produksi yang ada di PT. Dirgantara Indonesia. Berdasarkan Gambar I.1 diatas, sejak tanggal 5 Desember 2014 mesin mulai beroperasi hingga 9 September 2022 mesin terakhir selesai diperbaiki, mesin DMC 210 U mengalami kerusakan sebanyak 209 kali dengan 169 kali diantaranya berupa tindakan tidak terencana yaitu *Corrective Maintenance* dan *Function Test*.



Gambar I.2 Grafik biaya maintenance terhadap mesin DMC 210 U di PT Dirgantara Indonesia

Jumlah biaya *maintenance* yang telah dikeluarkan oleh PT Dirgantara Indonesia terhadap mesin DMC 210 U dengan nomor mesin AAAR01 dan AAAR02 yaitu Rp 8,184,207,333 dengan 23% biaya tersebut merupakan biaya untuk melakukan tindakan yang tidak terencana yaitu *Corrective Maintenance* dan *Function Test*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menghitung keandalan mesin dan menentukan rekomendasi jadwal *Preventive Maintenance* baru untuk komponen kritis atau komponen yang mempengaruhi nilai keandalan mesin DMC 210 U dengan nomor mesin AAAR01 dan AAAR02 di PT. Dirgantara Indonesia.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penulis menentukan beberapa rumusan masalah yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana cara mengetahui kondisi keandalan mesin DMC 210 U?
2. Bagaimana cara menganalisis kegagalan komponen berbasis FMECA?
3. Bagaimana cara menentukan kekritisan suatu komponen?
4. Bagaimana cara menentukan maintenance task dan interval preventive maintenance?
5. Bagaimana cara menentukan perhitungan biaya pemeliharaan untuk komponen kritis mesin DMC 210 U?

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian pada Tugas Akhir ini memiliki beberapa tujuan, yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi komponen kritis pada mesin DMC 210 U di PT Dirgantara Indonesia.
2. Menganalisis keandalan mesin DMC 210 U di PT Dirgantara Indonesia dengan metode RCM-FMECA.
3. Untuk membuat rekomendasi perubahan *maintenance task* dan *interval preventive maintenance* baru pada mesin DMC 210 U di PT Dirgantara Indonesia.
4. Untuk menentukan perhitungan biaya pemeliharaan pada komponen kritis mesin DMC 210 U.

I.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Dalam penelitian Tugas Akhir ini, penulis menentukan ruang lingkup dan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT. Dirgantara Indonesia.
2. Objek penelitian ini yaitu mesin HSM Deckel Maho DMC 210 U di PT. Dirgantara Indonesia.
3. Penelitian kali ini hanya membahas komponen kritis atau komponen yang paling berpengaruh terhadap nilai keandalan mesin DMC 210 U berdasarkan data historis kerusakannya dengan metode RCM-FMECA.

I.5 Sistematika Penulisan

Dalam penelitian ini, dalam penulisan karya tulisnya penulis membagi menjadi 5 bab, yaitu sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, metode penelitian, rencana jadwal penelitian, alur penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang pembahasan mengenai teori – teori yang digunakan sebagai landasan untuk penelitian dan penulisan tugas akhir.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas langkah-langkah percobaan dan pengambilan data untuk menghitung kondisi keandalan mesin dan menentukan pembaruan *Interval*

Preventive Maintenance DMC 210 U di PT Dirgantara Indonesia meliputi data histori kerusakan mesin selama periode waktu 2014-2022.

BAB IV : ANALISIS DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi mengenai pembahasan data – data yang diperoleh dari penelitian dan hasil analisa terhadap data yang telah didapatkan dari penelitian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran yang berguna untuk pengembangan pada hasil penelitian ini di masa yang akan datang.