



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM
PREDICTIVE TOOL CHANGE PADA MESIN CNC
BERBASIS DATA *LIFETIME TOOL* DAN *PRODUKSI*
HARIAN DI PT XYZ**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh :

Muhamad Dzaki Habibi 2302311117

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM
PREDICTIVE TOOL CHANGE PADA MESIN CNC
BERBASIS DATA *LIFETIME TOOL* DAN *PRODUKSI*
HARIAN DI PT XYZ**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin.

Oleh :

Muhamad Dzaki Habibi 2302311117

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, karya Tugas Akhir ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta, hormat, dan terima kasih kepada:

Kedua orang tua tercinta,

Terima kasih atas kasih sayang yang tak pernah putus, doa yang selalu mengiringi setiap langkah, serta segala pengorbanan yang telah diberikan tanpa mengenal lelah. Terima kasih telah menjadi sumber kekuatan, semangat, dan tempat saya pulang di setiap keadaan. Segala pencapaian yang saya raih hingga hari ini tidak akan terwujud tanpa dukungan dan kepercayaan yang selalu diberikan. Semoga karya sederhana ini dapat menjadi salah satu bentuk rasa syukur dan kebanggaan untuk Ayah dan Mama.

Kakak tercinta,

Terima kasih atas doa, perhatian, dukungan, dan semangat yang selalu diberikan. Terima kasih telah menjadi sosok yang senantiasa menguatkan dan menemani saya dalam setiap proses hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan senantiasa dibalas dengan kebahagiaan dan keberkahan.

Terima kasih kepada semua pihak yang telah hadir, membantu, dan memberikan dukungan dalam perjalanan ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menjadi awal dari langkah-langkah baik di masa depan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM *PREDICTIVE TOOL CHANGE* PADA MESIN CNC BERBASIS DATA *LIFETIME TOOL* DAN *PRODUKSI HARIAN* DI PT XYZ

Oleh

Muhamad Dzaki Habibi

NIM. 2302311117

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir ini telah di setujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Asep Apriana, S.T., M.Kom.

NIP. 196211101989031004

Pembimbing 2

Dr. Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T.

NIP. 199306062019032030

KETUA PROGRAM STUDI
DIPLOMA III TEKNIK MESIN

Nabila Yudisha, S.T., M.T.

NIP. 199311302023212045



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan nama institusi asal, nama penulis, dan tahun terbit.
2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM *PREDICTIVE TOOL*
***CHANGE* PADA MESIN CNC BERBASIS DATA *LIFETIME TOOL* DAN**
***PRODUKSI HARIAN* DI PT XYZ**

Oleh

Muhamad Dzaki Habibi

NIM. 2302311117

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan
Penguji pada Tanggal 17 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma Teknik Mesin,
Jurusan Teknik Mesin

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Isnanda Nuriskasari S.Si., M.T NIP. 199306062019032030	Ketua		26/7/2026
2.	Budi Yuwono, S.T NIP. 19630619199031002	Anggota		18/7/2026
3.	Marwah Masruroh S.Si., M.Sc NIP. 199411022023212037	Anggota		21/7 - 26

Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zalnuri, S.T., M.Si.
NIP. 197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhamad Dzaki Habibi
Nim : 2302311117
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan rujuk sesuai dengan etika ilmiah

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya

Depok, 24 Juli 2026



Muhamad Dzaki Habibi
NIM. 2302311117



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM *PREDICTIVE TOOL CHANGE* PADA MESIN CNC BERBASIS DATA *LIFETIME TOOL* DAN *PRODUKSI HARIAN* DI PT XYZ

Muhamad Dzaki Habibi¹⁾, Asep Apriana¹⁾, Isnanda Nuriskasari²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI
Depok, 16424

Email: muhamad.dzaki.habibi.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh proses monitoring dan penggantian cutting tool pada mesin CNC di PT XYZ yang masih dilakukan secara manual, sehingga persiapan tool pengganti baru dilakukan setelah alarm lifetime aktif dan menyebabkan downtime produksi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancang sistem Predictive Tool Change berbasis Microsoft Excel. Penelitian ini bertujuan merancang sistem, menganalisis hasil kalibrasi, serta mengevaluasi implementasinya terhadap efisiensi proses produksi. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan pendekatan Plan-Do-Check-Act (PDCA). Sistem mengintegrasikan data lifetime tool, actual usage, dan produksi harian untuk menghitung tingkat penggunaan, sisa umur pakai, serta memberikan notifikasi Prepare New Tool dan Replace Tool. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan informasi sesuai kondisi aktual penggunaan tool. Implementasi sistem memungkinkan persiapan tool dilakukan lebih awal sehingga downtime akibat penggantian tool berkurang dari 210 menit menjadi 0 menit.

Kata Kunci: Predictive Tool Change, Monitoring Tool, Cutting Tool, Microsoft Excel, Downtime, PDCA.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A *PREDICTIVE TOOL CHANGE* SYSTEM FOR CNC MACHINES BASED ON *TOOL LIFETIME DATA* AND *DAILY PRODUCTION* AT PT XYZ

Muhamad Dzaki Habibi¹⁾, Asep Apriana¹⁾, Isnanda Nuriskasari²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: muhamad.dzaki.habibi.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

This research was motivated by the fact that the process of monitoring and replacing cutting tools on CNC machines at PT XYZ is still performed manually, resulting in the preparation of replacement tools only after the lifetime alarm is triggered, which causes production downtime. To address this issue, a Predictive Tool Change system based on Microsoft Excel was designed. This study aims to design the system, analyze the calibration results, and evaluate its implementation in terms of production process efficiency. The method used is an experimental method with a Plan-Do-Check-Act (PDCA) approach. The system integrates tool lifetime data, actual usage, and daily production data to calculate usage levels and remaining service life, as well as to provide “Prepare New Tool” and “Replace Tool” notifications. The results show that the system is capable of providing information based on actual tool usage conditions. Implementation of the system allows for earlier tool preparation, thereby reducing downtime due to tool replacement from 210 minutes to 0 minutes.

Keywords: *Predictive Tool Change, Tool Monitoring, Cutting Tool, Microsoft Excel, Downtime.*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul “PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM *PREDICTIVE TOOL CHANGE* PADA MESIN CNC BERBASIS DATA *LIFETIME TOOL* DAN *PRODUKSI HARIAN* DI PT XYZ”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, penulis mendapat banyak kendala dan hambatan, namun karena dukungan dan arahan dari semua pihak setiap kendala dan hambatan dapat teratasi dengan mudah, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan arahan serta fasilitas selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Mesin.
2. Nabila Yudisha, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
3. Asep Apriana, S.T., M.Kom., selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan motivasi untuk penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Dr. Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua tercinta, Ayah dan Mama, yang selalu menjadi rumah, kekuatan, dan alasan terbesar bagi penulis untuk terus berjuang. Terima kasih atas setiap doa yang dipanjatkan dalam diam, setiap pengorbanan yang mungkin tidak pernah penulis ketahui sepenuhnya, serta kasih sayang yang tidak pernah berkurang dalam setiap keadaan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

6. Nur Farhana Aulia, kakak tercinta, yang telah memberikan doa, dukungan, semangat, serta dengan tulus membantu penulis dalam perjuangan menyelesaikan pendidikan ini. Terima kasih atas setiap perhatian, pengorbanan, dan bantuan yang telah diberikan.
7. Naila Kasih, kekasih penulis, yang sudah menemani penulis selama 3 tahun, yang selalu hadir memberikan doa, dukungan, perhatian, dan semangat dalam setiap proses penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita, menguatkan di setiap kesulitan, serta menemani setiap proses hingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. M23 selaku teman seperjuangan selama masa perkuliahan, yang telah menjadi bagian dari perjalanan akademik penulis. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, motivasi, serta bantuan yang diberikan selama proses perkuliahan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Diri penulis sendiri, yang telah memilih untuk tetap bertahan di tengah berbagai tantangan, keraguan, dan kelelahan selama proses perkuliahan hingga penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih karena tidak pernah berhenti mencoba, terus belajar, dan percaya bahwa setiap perjuangan akan menemukan akhirnya. Semoga pencapaian ini menjadi pengingat bahwa tidak ada usaha yang sia-sia.

Jakarta, 24 Juni 2026

Muhamad Dzaki Habibi
NIM.2302311117



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.4.1 Penulis.....	3
1.4.2 Instansi	3
1.4.3 Perusahaan.....	4
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Batasan Masalah.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Mesin CNC (Computer Numerical Control).....	7
2.2 <i>Cutting tool</i>	9
2.3 <i>Tool Wear & Lifetime tool</i>	10
2.4 Predictive Maintenance	11
2.5 <i>Predictive Tool Change</i>	11
2.6 Pengolahan Data Menggunakan Microsoft Excel.....	12
2.7 Dashboard Monitoring	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17
3.2 Penjelasan Langkah Kerja.....	18
3.2.1 Identifikasi Masalah	18
3.2.2 Studi Literatur	18
3.2.3 Observasi Lapangan	18
3.2.4 Pengumpulan Data	18



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2.4.1 Data Nama <i>Tool</i>	19
3.2.4.2 Data <i>Lifetime tool</i> dan Riwayat Pergantian <i>Tool</i>	19
3.2.4.3 Data Penggunaan <i>Tool</i>	20
3.2.4.4 Data Produksi Harian	21
3.2.5 Pembuatan Sistem dan Dashboard Monitoring	24
3.2.5.1 Perancangan Sistem	24
3.2.5.2 Perancangan Perhitungan Sistem	24
3.2.5.3 Pembuatan Dashboard Monitoring	29
3.2.5.4 Implementasi Sistem	29
3.2.5.5 Pengujian dan Evaluasi	29
3.2.5.6 Hasil dan Analisis	29
3.3 Metode Pemecahan Masalah.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Perancangan Sistem <i>Predictive Tool Change</i>	32
4.1.1 Pengembangan Dashboard <i>Predictive Tool Change</i>	37
4.2 Hasil Analisis Kalibrasi Sistem <i>Predictive Tool Change</i>	42
4.3 Evaluasi Implementasi Sistem Monitoring <i>Tool</i>	44
4.3.1 Perbandingan Proses Penggantian <i>Tool</i> Sebelum dan Sesudah Implementasi Sistem	44
4.3.2 Perubahan Penurunan <i>Downtime</i> Setelah Implementasi.....	46
BAB V PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	53



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin CNC.....	7
Gambar 2. 2 G-Code CNC	8
Gambar 2. 3 Cutting Tool	9
Gambar 2. 4 Lifetime tool.....	10
Gambar 2. 5 Excel.....	13
Gambar 2. 6 Metode PDCA	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3. 2 Data Produksi Harian	22
Gambar 4. 1 Sistem Predictive Tool Change	33
Gambar 4. 2 Dashboard Predictive Tool Change.....	38
Gambar 4. 3 Flow Proses Penggantian Tool Sebelum Implementasi Sistem	44
Gambar 4. 4 Flow Proses Penggantian Tool Sebelum Implementasi Sistem	44
Gambar 4. 4 Flow Proses Penggantian Tool Setelah Implementasi Sistem	45
Gambar 4. 5 Flow Proses Penggantian Tool Setelah Implementasi Sistem	45
Gambar 4. 6 Grafik Perubahan Downtime Akibat Penggantian Tool	48



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Riwayat Penggantian <i>Tool</i>	19
Tabel 3. 2 Data Produksi Harian	23
Tabel 4. 1 Hasil Analisis Kalibrasi Sistem <i>Predictive Tool Change</i>	43
Tabel 4. 2 Waktu Proses Pergantian <i>Tool</i> Sebelum dan Sesudah Implementasi Sistem.....	46
Tabel 4. 3 Perubahan <i>Downtime</i>	47





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Downtime Bulan Januari.....	53
Lampiran 2 Data Downtime Bulan Februari.....	53
Lampiran 3 Data Downtime Bulan Maret.....	54
Lampiran 4 Data Downtime Bulan April.....	54





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era modern, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong kemajuan yang pesat dalam industri manufaktur. Industri dituntut untuk menghasilkan produk dengan kualitas tinggi, proses produksi yang cepat, serta biaya produksi yang efisien[1][2]. Salah satu teknologi yang banyak digunakan untuk memenuhi tuntutan tersebut adalah mesin CNC (*Computer Numerical Control*), yaitu mesin perkakas yang dikendalikan oleh sistem komputer untuk menghasilkan produk dengan tingkat presisi dan konsistensi yang tinggi[3]. Dalam proses pemesinan CNC, *tool* merupakan komponen penting yang secara langsung memengaruhi kualitas produk dan kestabilan proses produksi. Penggunaan *tool* secara terus-menerus akan menyebabkan keausan yang dapat menurunkan kualitas permukaan, menimbulkan penyimpangan dimensi, hingga meningkatkan risiko patahnya *tool*[4][5]. Oleh karena itu, pemantauan kondisi dan *lifetime tool* menjadi hal yang penting untuk menjaga kualitas produk dan efisiensi produksi[6][7].

Setiap *tool* memiliki batas umur pakai yang dipengaruhi oleh material benda kerja, parameter pemotongan, dan jumlah produksi[8]. Apabila *tool* digunakan melebihi batas tersebut, risiko terjadinya *reject* produk, *tool breakage*, dan *downtime* mesin akan meningkat[9]. Namun, pada banyak perusahaan manufaktur, pergantian *tool* masih dilakukan berdasarkan pengecekan manual atau perkiraan. Cara ini kurang efisien karena staf *Production Engineering (PE)* harus memeriksa mesin satu per satu untuk mengetahui kondisi *tool* dan menentukan kapan *tool* perlu diganti. Penerapan sistem monitoring berbasis data *tool life* dan kondisi mesin dapat membantu memprediksi waktu pergantian *tool* secara lebih akurat serta mengurangi kebutuhan pengecekan manual[10]. *Predictive Tool Change* merupakan metode yang memanfaatkan data *lifetime tool* dan produksi harian untuk memperkirakan sisa umur pakai *tool* dan memberikan notifikasi, seperti



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

prepare new tools, sehingga *tool* pengganti dapat disiapkan sebelum *tool* mencapai batas penggunaannya[11].

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang menjadi tempat penelitian dan masih menghadapi kendala dalam monitoring umur pakai *tool* pada mesin CNC. Saat ini, pencatatan dan pemantauan *lifetime tool* masih dilakukan secara manual, sehingga proses pengawasan kurang efektif dan berpotensi menimbulkan keterlambatan dalam penggantian *tool*. Selain itu, data *lifetime tool* belum terintegrasi dengan data produksi harian dalam satu sistem yang terpusat, sehingga informasi mengenai kondisi *tool* dan kebutuhan penggantian belum dapat dipantau secara *real-time* dan terstruktur. Kondisi ini menyebabkan proses monitoring kurang efektif, memerlukan waktu yang cukup lama, serta berpotensi menimbulkan keterlambatan dalam pergantian *tool*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan mengevaluasi sistem *Predictive Tool Change* berbasis Microsoft Excel yang mengintegrasikan data *lifetime tool* dan produksi harian guna mempermudah proses *monitoring tool*, meningkatkan efisiensi kerja staf *Production Engineering*, mengurangi *downtime*, dan mendukung kelancaran proses produksi *machining*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem *Predictive Tool Change* pada mesin CNC berbasis data *lifetime tool* dan produksi harian menggunakan Microsoft Excel?
2. Bagaimana hasil kalibrasi sistem *Predictive Tool Change* berdasarkan data *lifetime tool* dan produksi harian terhadap kondisi aktual penggunaan *tool* pada mesin CNC?
3. Bagaimana pengaruh implementasi sistem *Predictive Tool Change* terhadap efisiensi proses monitoring *tool* dan penurunan *downtime* akibat pergantian *tool* di PT XYZ?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai Penulis dalam penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem *Predictive Tool Change* pada mesin CNC berdasarkan data *lifetime tool* dan produksi harian untuk memprediksi waktu pergantian *tool* secara tepat.
2. Menganalisis hasil kalibrasi sistem *Predictive Tool Change* berdasarkan parameter *lifetime tool* dan produksi harian guna mengetahui tingkat akurasi prediksi yang dihasilkan.
3. Mengevaluasi implementasi sistem monitoring *tool* terhadap efisiensi *Predictive Tool Change* dalam mengurangi *downtime* dan meningkatkan efektivitas proses produksi.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan Penulis dalam penyusunan tugas akhir yaitu:

1.4.1 Penulis

Manfaat yang diperoleh penulis dari perancangan dan implementasi sistem ini adalah meningkatkan pemahaman serta keterampilan dalam merancang sistem *Predictive Tool Change* di mesin CNC berbasis data. Selain itu, penulis juga memperoleh pengalaman dalam mengolah dan menganalisis data produksi menggunakan Microsoft Excel serta mengembangkan logika perhitungan yang aplikatif di dunia industri, sehingga dapat meningkatkan kompetensi teknis dan analitis yang relevan dengan bidang manufaktur.

1.4.2 Instansi

1. Sebagai bentuk kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang teknik manufaktur dan sistem maintenance berbasis data.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Hasil perancangan sistem dapat dijadikan referensi atau bahan pembelajaran bagi mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta dalam mengembangkan sistem serupa.
3. Memperkuat hubungan kerja sama antara pihak perguruan tinggi dengan industri melalui penerapan hasil penelitian yang bersifat aplikatif.

1.4.3 Perusahaan

1. Tersedianya sistem *Predictive Tool Change* yang dapat membantu menentukan waktu optimal pergantian *tool* secara lebih akurat dan berbasis data.
2. Meningkatkan efisiensi penggunaan *tool* serta mengurangi risiko terjadinya cacat produk dan *downtime* produksi.
3. Menjadi langkah awal dalam pengembangan sistem digitalisasi proses produksi yang lebih terintegrasi di masa mendatang.

1.5 Metode Penelitian

Dalam menyusun laporan tugas akhir, penulis menggunakan beberapa metode seperti berikut:

1. Studi Lapangan, yaitu metode pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap proses monitoring umur pakai *tool* pada mesin CNC, pengumpulan data *lifetime tool*, serta data produksi harian yang digunakan dalam penelitian.
2. Studi Literatur, yaitu metode yang dilakukan dengan mempelajari berbagai referensi seperti buku, jurnal ilmiah, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan manajemen umur pakai *tool*, *predictive maintenance*, *Predictive Tool Change*, serta sistem monitoring produksi.
3. Konsultasi, yaitu metode yang dilakukan melalui diskusi dan koordinasi dengan *production engineering*, *leader production* serta pihak terkait di perusahaan untuk memperoleh informasi, arahan, dan validasi terhadap perancangan sistem *Predictive Tool Change*.
4. Metode Eksperimental, yaitu metode penelitian yang dilakukan dengan merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem *Predictive Tool*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Change menggunakan data *lifetime tool* dan data produksi untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam memprediksi waktu penggantian *tool* secara tepat.

1.6 Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan di PT XYZ pada proses machining mesin CNC di line Cover L Side K2VM.
2. Sistem *Predictive Tool Change* dikembangkan menggunakan Microsoft Excel sebagai media pengolahan data dan dashboard monitoring.
3. Data yang digunakan dalam penelitian meliputi data *lifetime tool*, *actual usage*, riwayat pergantian *tool*, dan data produksi harian.
4. Prediksi waktu pergantian *tool* hanya didasarkan pada parameter *lifetime tool* dan produksi harian, tanpa mempertimbangkan faktor lain seperti keausan aktual *tool*, parameter pemotongan, jenis material benda kerja, maupun kondisi mesin.
5. Penelitian hanya mengevaluasi implementasi sistem terhadap proses monitoring *tool* dan *downtime* akibat pergantian *tool*, serta tidak membahas *downtime* yang disebabkan oleh kerusakan mesin, material, operator, atau faktor produksi lainnya.
6. Penelitian tidak membahas integrasi sistem dengan PLC, MES, ERP, database perusahaan, maupun sensor IoT, sehingga seluruh proses pengolahan data dilakukan menggunakan Microsoft Excel.
7. Penelitian tidak membahas analisis biaya, investasi, maupun kelayakan ekonomi dari penerapan sistem.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir “Perancangan dan Implementasi Sistem *Predictive Tool Change* pada Mesin CNC Berbasis Data *Lifetime tool* dan Produksi Harian di PT XYZ” adalah:

1. BAB I : PENDAHULUAN Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, manfaat, metode penelitian yang menjadi dasar dalam perancangan dan implementasi sistem



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. BAB II : TINJAUAN PUSTAKA Bab ini berisi teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi mesin CNC, *Cutting tool*, *tool wear* dan *lifetime tool*, konsep *maintenance*, *predictive maintenance*, serta konsep sistem *Predictive Tool Change* dan pengolahan data menggunakan Microsoft Excel.
3. BAB III : METODOLOGI PENELITIAN Bab ini berisi hasil dari perancangan dan implementasi sistem, analisis kinerja sistem, serta pembahasan terkait akurasi dan efektivitas sistem yang telah dikembangkan.
4. BAB IV : PEMBAHASAN Bab ini membahas proses dan hasil dari perancangan yang dilakukan, serta sesuai dengan tujuan tugas akhir.
5. BAB V : PENUTUP Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan sistem di masa mendatang.
6. DAFTAR PUSTAKA
7. LAMPIRAN

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai perancangan dan implementasi sistem *Predictive Tool Change* pada mesin CNC, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem *Predictive Tool Change* berhasil dirancang menggunakan Microsoft Excel dengan mengintegrasikan data *lifetime tool*, *actual usage*, dan produksi harian. Sistem mampu menghitung *total usage*, persentase penggunaan (*usage*), sisa *tool*, serta prediksi sisa hari penggunaan *tool* secara otomatis. Selain itu, sistem dilengkapi dengan dashboard monitoring yang menyajikan informasi kondisi *tool* berdasarkan status Normal, *Prepare New Tool*, dan *Replace Tool*, sehingga memudahkan proses pemantauan serta perencanaan penggantian *tool*.
2. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa status yang dihasilkan oleh sistem sesuai dengan kondisi aktual penggunaan *tool* pada mesin CNC. Perbandingan antara hasil prediksi sistem dan kondisi aktual menunjukkan bahwa parameter *lifetime tool* dan produksi harian yang digunakan mampu menghasilkan prediksi waktu penggantian *tool* yang sesuai dengan kondisi di lapangan, sehingga sistem dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan waktu persiapan maupun penggantian *tool*.
3. Implementasi sistem Monitoring *Tool* berbasis *Predictive Tool Change* terbukti meningkatkan efisiensi proses penggantian *tool* melalui penyediaan informasi kondisi *tool* secara real-time serta notifikasi *Prepare New Tool* dan *Replace Tool*. Informasi tersebut memungkinkan divisi *Production Engineering* melakukan persiapan *tool* pengganti sebelum mencapai batas *lifetime*, sehingga proses penggantian dapat dilakukan saat mesin tidak beroperasi. Hasil evaluasi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menunjukkan bahwa waktu proses yang menyebabkan *downtime* berkurang dari 15 menit menjadi tidak menimbulkan *downtime* produksi, sehingga total *downtime* akibat penggantian *tool* pada periode pengamatan menurun dari 210 menit menjadi 0 menit. Dengan demikian, implementasi sistem berhasil meningkatkan efektivitas monitoring *tool* dan mendukung kelancaran proses produksi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan sebagai berikut.

1. Bagi perusahaan, sistem *Predictive Tool Change* yang telah dikembangkan dapat diimplementasikan pada lebih banyak mesin CNC sehingga proses monitoring kondisi *tool* dan perencanaan penggantian *tool* dapat dilakukan secara lebih menyeluruh. Selain itu, sistem dapat dikembangkan dengan mengintegrasikan data produksi secara otomatis dari sistem produksi perusahaan sehingga proses pembaruan data tidak lagi dilakukan secara manual.
2. Bagi penelitian selanjutnya, sistem *Predictive Tool Change* dapat dikembangkan menjadi aplikasi berbasis *database* atau *web* sehingga proses monitoring dapat dilakukan secara *real-time* serta mempermudah penyimpanan dan pengelolaan data penggunaan *tool*. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat menambahkan parameter lain, seperti kondisi pemotongan (*cutting condition*), jenis material benda kerja, atau tingkat keausan *tool*, sehingga hasil prediksi waktu penggantian *tool* dapat menjadi lebih akurat.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hasibuan, N. Sutrisno, and S. Putri Nasution, "Sebuah Solusi Teknologi Manufaktur Proses Menuju Industri," *JIME (Journal Ind. Manuf. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 30–40, 2023.
- [2] and A. L. Isarianto, Sophian, Zulfa Zakiatul Hidayah, "Peran Teknologi Informasi dalam Industri Manufaktur," *J. Pelita Pengabd.*, vol. 2(2), pp. 1–10, 2024.
- [3] S. Susastro, S. U. Handayani, I. S. Atmanto, and M. A. Pangestu, "Pengukuran Parameter Energi Listrik pada Mesin CNC Milling pada Beberapa Tingkat Kecepatan Potong," *JRST (Jurnal Ris. Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, p. 131, 2022, doi: 10.30595/jrst.v6i2.12795.
- [4] M. Lukman, S. Asri, and H. Hidayat, "Pengaruh Kedalaman Pemotongan Terhadap Keausan Pahat HSS pada Proses Pembubutan Baja Aisi 1040 Menggunakan CNC Turning," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 19, no. 1, pp. 95–102, 2024, doi: 10.32497/jrm.v19i1.5322.
- [5] H. Zhang, S. Jiang, D. Gao, Y. Sun, and W. Bai, "A Review of Physics-Based, Data-Driven, and Hybrid Models for *Tool Wear Monitoring*," *Machines*, vol. 12, no. 12, 2024, doi: 10.3390/machines12120833.
- [6] Suhendra, M. Yusuf Faruq, W. Triono Subagyo, A. Mulyadi, and G. Hastara Putra, "Penerapan Teknologi Computer Numerical Control (CNC) dalam Proses Machining Untuk Meningkatkan Presisi dan Efisiensi," *J. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2025.
- [7] A. Mohamed, M. Hassan, R. M'saoubi, and H. Attia, "*Tool Condition Monitoring for High-Performance Machining Systems—A Review*," *Sensors*, vol. 22, no. 6, 2022, doi: 10.3390/s22062206.
- [8] S. M. Bazaz, J. Ratava, M. Lohtander, and J. Varis, "An Investigation of Factors Influencing *Tool Life* in the Metal Cutting Turning Process by Dimensional Analysis †," *Machines*, vol. 11, no. 3, 2023, doi: 10.3390/machines11030393.
- [9] C. Brecher, T. Xi, I. M. Benincá, S. Kehne, and M. Fey, "Intelligent monitoring of *tool wear* based on machine internal data," *WT Werkstattstech.*, vol. 111, no. 5, pp. 309–313, 2021, doi: 10.37544/1436-4980-2021-05-43.
- [10] S. L. Chen, C. F. Su, and Y. T. Cheng, "A novel framework for diagnosing automatic *tool* changer and *tool* life based on cloud computing," *Adv. Mech. Eng.*, vol. 8, no. 3, pp. 1–12, 2016, doi: 10.1177/1687814016637319.
- [11] P. J. Bagga *et al.*, "*Tool life* prognostics in CNC turning of AISI 4140 steel using



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- neural network based on computer vision,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 123, no. 9–10, pp. 3553–3570, 2022, doi: 10.1007/s00170-022-10485-9.
- [12] A. Budhi H, M. Taufik Qurahman, and A. Rasyid H, “DESAIN MESIN CNC ROUTER 3 AXIS BERBANTU PERANGKAT LUNAK AUTODESK INVENTOR,” vol. 2, no. 1, pp. 306–312, 2024.
- [13] B. Burhanudin, E. Suryono, A. Prasetyo, B. Margono, Z. Zainuddin, and A. Rahmatulloh, “Pengembangan Pola Pembelajaran Pemograman Cnc Melalui Integrasi G Code, Simulator Cnc Dan Cam,” *Abdi Masya*, vol. 4, no. 2, pp. 219–224, 2023, doi: 10.52561/abma.v4i2.310.
- [14] B. D. Haripriadi and M. Rahmat, “Analisa Pengaruh Variasi Parameter Pemotongan Dan Pendingin Terhadap Tingkat Keausan Pahat End Mill HSS Hasil Pemesinan CNC Router Milling Pada Aluminium Sheet 1100,” *J. POLIMESIN*, vol. 17, no. 2, pp. 13–20, 2019.
- [15] K. Umurani, “Rancang Bangun Instrument Untuk Mengukur Gaya Potong, Kecepatan, Dan Temperatur Spesimen Pada Mesin Bubut Instrument Design To Measure Cut Style, Speed, And Specimen Temperature On Machine Tool,” *Jmemme*, vol. 1, no. 1, pp. 38–47, 2017.
- [16] Y. Zhou, C. Liu, X. Yu, B. Liu, and Y. Quan, “Tool wear mechanism, monitoring and remaining useful life (RUL) technology based on big data: a review,” *SN Appl. Sci.*, vol. 4, no. 8, 2022, doi: 10.1007/s42452-022-05114-9.
- [17] S. Kumar, D. Ramaiya, S. Sayyad, A. Bongale, V. Warke, and V. Joshi, “Graph neural network-based remaining useful life prediction of milling tools using multi-sensor data,” *Discov. Appl. Sci.*, vol. 8, no. 5, 2026, doi: 10.1007/s42452-026-08390-x.
- [18] D. Novita, F. P. Sihotang, and S. Khairani, “Pelatihan Penggunaan Microsoft Excel Untuk Mengolah Data Bagi Siswa/i SMK Bina Cipta Palembang,” *Fordicate*, vol. 2, no. 2, pp. 109–118, 2023, doi: 10.35957/fordicate.v2i2.4759.
- [19] J. Edmond, N. Horsley, J. Lehmann, and M. Priddy, “What do we mean when we talk about data?,” *Troubl. With Big Data*, pp. 21–40, 2021, doi: 10.5040/9781350239654.ch-2.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Downtime Bulan Januari

No	Part	Resume DT W1 (01-07)		Resume DT W2 (08-14)		Resume DT W3 (15-21)		Resume DT W4 (22-28)		Resume Januari 2026	
		Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam
1	Cover L Side K59J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Cover L Side K2VM	305	5	81	1	108	2	203	3	697	12
3	Body Water Pump AIIA	113	2	61	1	135	2	66	1	375	6
4	Cover Oil Pump AIIA	11	0	259	4	377	6	328	5	975	16
5	Swing Arm K59J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	HTS Brio	56	1	75	1	246	4	298	5	675	11
7	HTS YR9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Plate YR9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Base Stator K59J	63	1	454	8	65	1	0	0	582	10
10	Body Water Pump K59J	21	0	70	1	226	4	154	3	471	8
11	Cover Water Pump K59J	0	0	70	1	59	1	238	4	367	6
12	Brkt In Manifold	0	0	0	0	0	0	45	1	45	1
13	Plate Exh Cyln Head	0	0	0	0	10	0	0	0	10	0
14	Plate In Cyln Head	0	0	0	0	0	0	33	1	33	1
15	Pan Oil 5T0	68	1	198	3	408	7	363	6	1037	17
16	Pan Oil R3W	45	1	156	3	40	1	146	2	387	6
17	Cover L Side K2SA	122	2	197	3	71	1	161	3	551	9
Total		804	13	1.621	27	1.745	29	2.035	34	6.205	103

Lampiran 2 Data Downtime Bulan Februari

Resume Downtime All Part Produksi 2 - Machining

Periode : Feb-26

No	Part	Resume DT W1 (01-07)		Resume DT W2 (08-14)		Resume DT W3 (15-21)		Resume DT W4 (22-28)		Resume Februari 2026	
		Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam
1	Cover L Side K59J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	Cover L Side K2VM	63	1	46	1	88	1	316	5	513	9
2	Body Water Pump AIIA	11	0	142	2	18	0	18	0	189	3
3	Cover Oil Pump AIIA	230	4	37	1	168	3	151	3	586	10
4	Swing Arm K59J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	HTS Brio	66	1	198	3	160	3	129	2	553	9
6	HTS YR9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Plate YR9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Base Stator K59J	40	1	0	0	25	0	6	0	71	1
9	Body Water Pump K59J	65	1	5	0	0	0	73	1	143	2
10	Cover Water Pump K59J	25	0	18	0	71	1	203	3	317	5
11	Brkt In Manifold	11	0	10	0	0	0	0	0	21	0
12	Plate Exh Cyln Head	60	1	0	0	0	0	0	0	60	1
13	Plate In Cyln Head	10	0	0	0	0	0	0	0	10	0
14	Pan Oil 5T0	0	0	28	0	408	7	40	1	476	8
15	Pan Oil R3W	389	6	157	3	108	2	12	0	666	11
16	Cover L Side K2SA	124	2	0	0	20	0	10	0	154	3
Total		1.094	18	641	11	1.066	18	958	16	3.759	63



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Data Downtime Bulan Maret

Resume Downtime All Part Produksi 2 - Machining

Periode : Mar-26

No	Part	Resume DT W1 (01-07)		Resume DT W2 (08-14)		Resume DT W3 (15-21)		Resume DT W4 (22-31)		Resume Maret 2026	
		Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam
1	Cover L Side K59J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Cover L Side K2VM	60	1	137	2	65	1	79	1	341	6
3	Body Water Pump AIIA	30	1	120	2	0	0	53	1	203	3
4	Cover Oil Pump AIIA	183	3	175	3	269	4	260	4	887	15
5	Swing Arm K59J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	HTS Brio	5	0	131	2	119	2	11	0	266	4
7	HTS YR9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Plate YR9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Base Stator K59J	14	0	64	1	0	0	0	0	78	1
10	Body Water Pump K59J	64	1	142	2	14	0	71	1	291	5
11	Cover Water Pump K59J	18	0	83	1	0	0	0	0	101	2
12	Brkt In Manifold	0	0	0	0	7	0	0	0	7	0
13	Plate Exh Cyln Head	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0
14	Plate In Cyln Head	0	0	130	2	0	0	0	0	130	2
15	Pan Oil 5T0	87	1	70	1	0	0	6	0	163	3
16	Pan Oil R3W	0	0	48	1	250	4	21	0	319	5
17	Cover L Side K2SA	69	1	30	1	0	0	0	0	99	2
Total		545	9	1.130	19	724	12	501	8	2.900	48

Lampiran 4 Data Downtime Bulan April

Resume Downtime All Part Produksi 2 - Machining

Periode : Apr-26

No	Part	Resume DT W1 (01-07)		Resume DT W2 (08-14)		Resume DT W3 (15-21)		Resume DT W4 (22-30)		Resume April 2026	
		Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam	Menit	Jam
1	Cover L Side K59J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Cover L Side K2VM	0	0	123	2	40	1	29	0	192	3
3	Body Water Pump AIIA	0	0	70	1	238	4	11	0	319	5
4	Cover Oil Pump AIIA	96	2	264	4	408	7	69	1	837	14
5	Swing Arm K59J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	HTS Brio	0	0	101	2	3	0	35	1	139	2
7	HTS YR9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Plate YR9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Base Stator K59J	3	0	44	1	16	0	46	1	109	2
10	Body Water Pump K59J	88	1	103	2	2	0	30	1	223	4
11	Cover Water Pump K59J	63	1	69	1	45	1	115	2	292	5
12	Brkt In Manifold	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Plate Exh Cyln Head	150	3	0	0	0	0	0	0	150	3
14	Plate In Cyln Head	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Pan Oil 5T0	50	1	356	6	1157	19	20	0	1583	26
16	Pan Oil R3W	7	0	461	8	74	1	318	5	860	14
17	Cover L Side K2SA	0	0	60	1	130	2	103	2	293	5
Total		457	8	1.651	28	2.113	35	776	13	4.997	83

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta