

LAPORAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (PKM)

Meminimalkan *Downtime* pada Mesin *Milling*



Tim Peneliti:

Ketua Peneliti : Dr. Pathya Rupajati, ST, MT (NIDN.0313108701)

Nama Mahasiswa : Ramzy Naufal (NRP. 112200002)

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA
TANGERANG SELATAN**

FEBRUARI 2025

INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

Jl. Raya Puspiptek, Tangerang Selatan - 15314
(021) 7562757

www.itl.ac.id institut teknologi indonesia @kampusITl Institut Teknologi Indonesia

SURAT TUGAS

No. : 009/ST-PkM/PRPM-ITI/XII/2024

Pertimbangan : Bahwa dalam rangka melaksanakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat bagi dosen Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia, perlu dikeluarkan surat tugas.

Dasar : 1. Surat Program Studi Teknik Mesin;
2. Kepentingan Institut Teknologi Indonesia.

DITUGASKAN

Kepada : Dosen Program Studi Teknik Mesin (Terlampir)

Untuk : 1. Melaksanakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat pada Semester Ganjil Tahun Akademik 2024-2025;
2. Melaporkan hasil tugas kepada Kepala PRPM - ITI;
3. Dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Tangerang Selatan, 11 Desember 2024
Kepala Pusat Riset dan Pengabdian
Masyarakat

Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc., IPM

Tembusan Yth.

1. Wakil Rektor Bid. Wakil Rektor Bidang Akademik, Penelitian dan Kemahasiswaan
2. Kepala Biro SDM dan Organisasi
3. Ka. Prodi Teknik Mesin
4. Arsip

Lampiran Surat Tugas Pengabdian Masyarakat
 Nomor: 009/ST-PkM/PRPM-ITI/XII/2024
 Tanggal 09 Desember 2024

USULAN KEGIATAN PENGABDIAN MASYARAKAT PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
 SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2024/2025
 INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

No.	Topik Abdimas	Bidang	Tingkat (Lokal/Nasional /Internasional)	Nama Tim (ketua & anggota harus beda bidang maksimum 3)	Sumber Dana (Pemerintahan, Swast a/ Perguruan Tinggi, Mandiri, Hibah Dikot)	Jumlah Dana (Rp) (Dana minimum Rp. 5.000.000 jika lebih dari batas minimum harap melampirkan bukti kontrak)	Keterlibatan Prodi / Institusi Lain (Lampirkan Bukti)	Keterlibatan Mahasiswa (Nama-No NIM)/ Staff/Alumni
1	Peningkatan Efisiensi Kerja Operator Proses Perlakuan Panas pada Industri Manufaktur	Engineering & Technology	Nasional	Prof. Dr. Ir. Dwita Suastiyanti, M.Si., IPM., Asean.Eng	Mandiri	8.000.000	PT. Sentra Teknika Prima	Galih Mahesa Fitriady (NRP: 1122200008)
2	Penyusunan RencanaKebutuhan Bahan Baku Industri dalam Rangka Usulan Penetapan Neraca Komoditas	Engineering & Technology	Nasional	Ir. J. Victor Tuapetel, S.T., M.T., PhD., IPM., ASEAN.Eng	Kementerian Perindustrian	60.000.000	PT. Sucofindo Tbk	Ifan Hadi Basit (NRP: 1122200023)
3	Identifikasi Permasalahan UMKOH Dodel di Kota Tangerang Selatan untuk Mencapai Kriteria Produk Unggulan Pangan Daerah	Engineering & Technology	Lokal	Ketua: Ir. Yenny Widianty, S.T., M.T., IPU Anggota: 1. Dr. Ir. Iyus Hendrawan, S.T., M.T., IPU., ASEAN.Eng 2. Dra. Ir. Perak Samosir, M.Si., IPU	Mandiri	5.000.000	PSPP ITI	Galih Mahesa Fitriady (NRP: 1122200008)
4	Disain Alat Peleiris Minyak Kapasitas 10 Kg untuk Industri Makanan yang Lebih Sehat	Engineering & Technology	Lokal	Dipl. Ing. Mohammad Kurniadi Rasyid	Mandiri	5.000.000	Tidak ada	Muhammad Peny Anugrah Harianto (NRP: 1122523007)
5	Meminimalkan Downtime Mesin Milling	Engineering & Technology	Lokal	Dr. Pathya Rupajati, S.T., M.T	Mandiri	5.000.000	Tidak ada	Muhammad Peny Anugrah Harianto (NRP: 1122523008)

Tangerang Selatan, 11 Desember 2024
 Kepala Pusat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat

 Prof. Dr. Ir. Rahawati, M.Eng.Sc., IPM


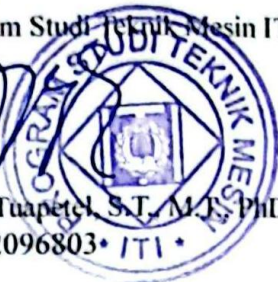
HALAMAN PENGESAHAN

Judul	: Meminimalkan <i>Downtime</i> pada Mesin <i>Milling</i>
Jenis Kegiatan	: Menulis Karya Pengabdian Masyarakat yang Tidak Dipublikasikan
Nama Mitra PPM	: BRIN
Ketua Tim Pengusul	
Nama	: Dr. Pathya Rupajati, ST., MT.
NIDN	: 0313108701
Program Studi	: Teknik Mesin
Bidang Keahlian	: Manufaktur
Alamat Kantor/No. HP	: Kampus ITI, Puspiptek, Serpong/082131636757
Alamat e-mail	: pathya.rupajati@iti.ac.id
Tenaga Pendukung	
Mahasiswa yang terlibat (Nama, NIM, maksimum 4 orang)	: Ramzy Naufal (1122000002)
Alumni (Nama, maksimum 4 orang)	: -
Lokasi Mitra	: Jl. Raya Puspittek, Tangerang Selatan
Wilayah (Kelurahan/Kecamatan)	: -
Kabupaten/ Kota	: Tangerang Selatan
Tahun Pelaksanaan	: 2024
Lama Pelaksanaan	: 1 tahun
Sumber Dana	: Mandiri
Biaya Tahun Berjalan	: 5.000.000
Biaya Keseluruhan	: 5.000.000

Tangerang Selatan, 18 Februari 2025

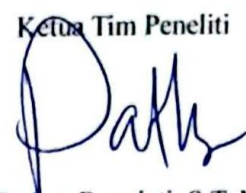
Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin ITI

(Ir. J. Victor Tuapetel, S.T., M.T., PhD., IPM., ASEAN Eng)
NIDN. 0322096803 • ITI •

Ketua Tim Peneliti



(Dr. Pathya Rupajati, S.T., M.T.)
NIDN. 0313108701

Menyetujui

Kepala Program Riset dan Pengabdian Masyarakat




(Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc., IPM)
NIDN. 0301036503

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Syukur Alhamdulillahirobbil ‘alamiin kepada Allah Subhanahuwata’ala, maka laporan pengabdian kepada masyarakat yang berjudul “Meminimalkan *Downtime* pada Mesin Milling”. Kegiatan yang mulai dilaksanakan dari bulan Agustus 2024 sampai dengan bulan Februari 2025 telah berhasil disusun sebagai laporan akhir. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ir. Jones Victor Tuapetel, ST, MT, PhD, IPM, ASEAN-Eng sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin ITI.
2. Prof. Dr. Ir. Ratnawati, MT, IPM sebagai Ketua Pusat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat.
3. Mahasiswa Teknik Mesin ITI Angkatan 2021 yang telah membantu penulis dalam pengambilan data.
4. Mbak Marni, tenaga kependidikan Program Studi Teknik Mesin ITI.
5. Mbak Rita, tenaga kependidikan Pusat Riset dan Pengabdian ITI.
6. Seluruh pihak yang telah membantu atas kelancaran pengabdian masyarakat ini.

Tim pelaksanaan sangat terbuka untuk menerima masukan, saran maupun kritik terhadap program ini. Semoga laporan kegiatan ini memberikan manfaat. Aamiin

Serpong, Februari 2025
Peneliti

(Dr. Pathya Rupajati, ST, MT)

ABSTRAK

Mesin CNC *Milling* adalah salah satu peralatan utama dan penting yang sering digunakan dalam industri manufaktur. Pendekatan metode pemeliharaan (*maintenance*) dan bagaimana hal ini dapat diterapkan untuk mengurangi *downtime*. Pengurangan *downtime* memiliki efek yang cukup besar dalam meningkatkan produktivitas dan merupakan prasyarat untuk produksi yang menguntungkan dan fleksibel. Mengukur efektivitas mesin produksi merupakan salah satu faktor penting dari segi ekonomi. Permasalahan yang terjadi dalam industri pemesinan *milling* ini adalah *downtime* yang lama, yang menyebabkan produktivitas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *predictive maintenance*.

Kata Kunci: CNC *Milling*, *downtime*, *predictive maintenance*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Pemeliharaan atau *maintenance* yang efektif sangat penting untuk pengoperasian peralatan atau pemesinan dalam industri manufaktur. Dengan mempertimbangkan berbagai konsep program, yang dapat merencanakan dan melakukan aktivitas pemeliharaan secara proaktif atau reaktif. Pendekatan reaktif memulai aktivitas pemeliharaan setelah terjadi kegagalan atau masalah. Pendekatan ini khas untuk organisasi manufaktur tradisional di mana hasil maksimum adalah prioritas tertinggi atau di mana ada investasi rendah dalam mengkonfigurasi ulang sistem manufaktur. Karena meningkatnya tekanan pada perusahaan manufaktur untuk meningkatkan produktivitas, manajer pemeliharaan perusahaan industri mengambil tindakan pencegahan sebelum krisis terjadi untuk menjaga ketersediaan peralatan mesin [1].

Industri pemesinan *milling* merupakan salah satu proses manufaktur yang menerapkan konsep *predictive maintenance* sehingga dapat meminimalkan *downtime* dan memaksimalkan *overall equipment effectiveness* (OEE). Prinsip dasar proses *milling* yaitu membuang material dari permukaan benda kerja untuk mencapai bentuk yang diinginkan dengan menggunakan alat potong yang tajam. OEE merupakan salah satu indikator yang paling sering digunakan yang digunakan bertujuan untuk menilai tingkat keberhasilan pemanfaatan peralatan. Banyak perusahaan yang masih belum melakukan perhitungan OEE, walaupun prosedur perhitungan OEE sudah banyak diketahui. OEE adalah indikator relatif dari efektivitas aset tunggal tertentu dibandingkan dengan aset itu sendiri selama periode waktu tertentu. Namun, OEE dapat digunakan untuk membandingkan peralatan yang sama dalam situasi yang sama yang menghasilkan produk atau output yang sama. OEE tidak mengukur efektivitas pemeliharaan karena sebagian besar faktor kerugian berada di luar kendali langsung pengelola. Masalah yang biasa terjadi pada perhitungan OEE adalah bahwa perhitungan OEE yang andal bergantung pada data yang akurat. Pencatatan waktu henti, performa, atau kualitas yang tidak akurat dapat mempengaruhi hasil [1, 2]. *Downtime* merupakan faktor penting dalam manufaktur karena kaitannya dengan produktivitas dan profitabilitas bisnis. Oleh karena itu, mengurangi *downtime* dalam proses produksi, termasuk manufaktur CNC *Milling* telah menjadi suatu keharusan

karena hal ini juga bertujuan untuk memaksimalkan waktu kerja mesin. Hal ini dikarenakan produktivitas meningkat seiring dengan meningkatnya penggunaan peralatan produktif [3]. *Downtime* menjadi salah satu penyebab variasi yang dapat ditugaskan dalam sistem manufaktur, yang mengakibatkan keandalan jadwal produksi yang buruk yang harus diminimalkan, jika tidak dapat dihilangkan sama sekali. *Downtime* mesin mengacu pada periode di luar jam kerja ketika mesin tidak produktif atau tidak siap untuk melakukan pekerjaan yang ditugaskan. Meskipun biasanya dikaitkan dengan mesin manufaktur, istilah ini dapat digunakan untuk semua penggunaan peralatan.

1.2.Tujuan Kegiatan

Tujuan dari kegiatan ini adalah mengetahui dan menganalisis penurunan *downtime* melalui metode *predictive maintenance* pada mesin CNC *milling* sehingga tercapai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang maksimal.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. CNC Milling

Salah satu proses pemesinan yang cukup banyak digunakan adalah proses freis merupakan bagian dari proses pemesinan yang digunakan untuk menyelesaikan pembuatan suatu produk yang berasal dari proses sebelumnya, yaitu proses penuangan dan/atau proses pengolahan bentuk (Rochim, 1993). Untuk melakukan pemotongan benda kerja, proses freis memerlukan pahat bermata potong jamak yang berputar (Rochim, 1993). Permukaan yang disayat bisa berbentuk datar, menyudut atau melengkung begitu juga dengan permukaan benda kerja bisa juga berbentuk kombinasi dari beberapa bentuk. Prinsip kerja CNC milling ditunjukkan pada Gambar 2.1.

Berdasarkan jenis pisau dan jenis operasinya, proses freis dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu [4]:

1. Slab Milling

Pada proses ini, permukaan yang di-*milling* dihasilkan oleh gigi pahat yang terletak pada permukaan luar badan alat potong. Sumbu dari putaran pahat biasanya dianggap berada pada bidang yang sejajar dengan permukaan benda kerja yang disayat.

2. Face Milling

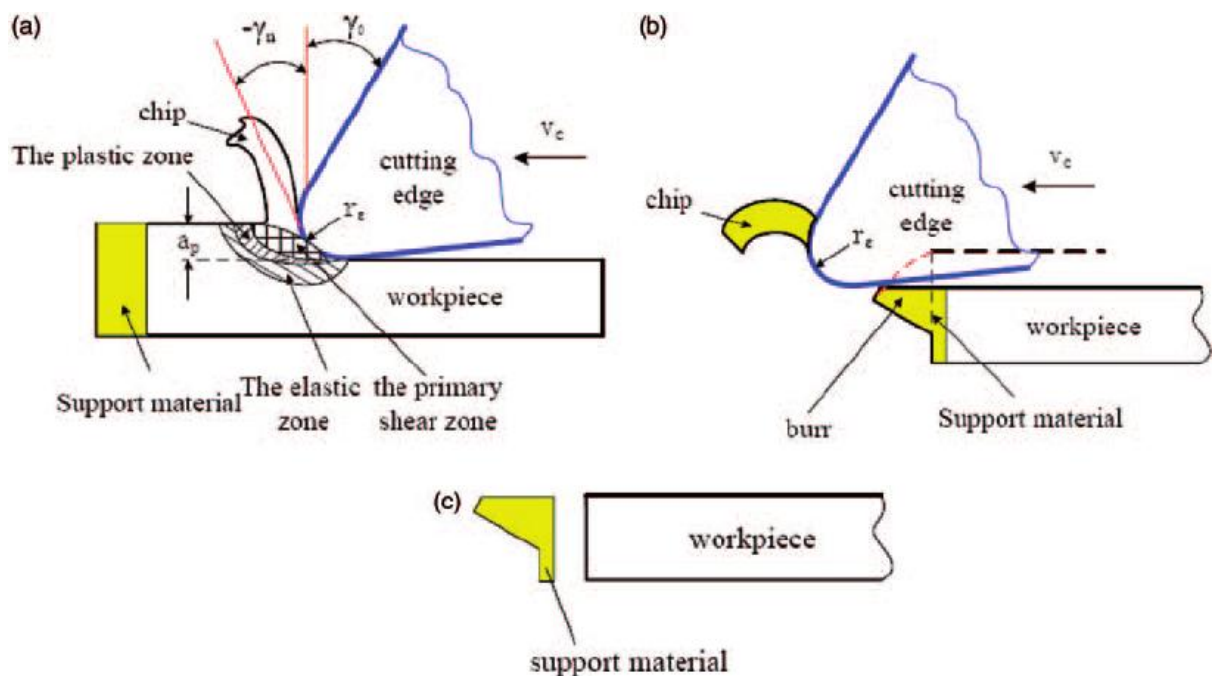
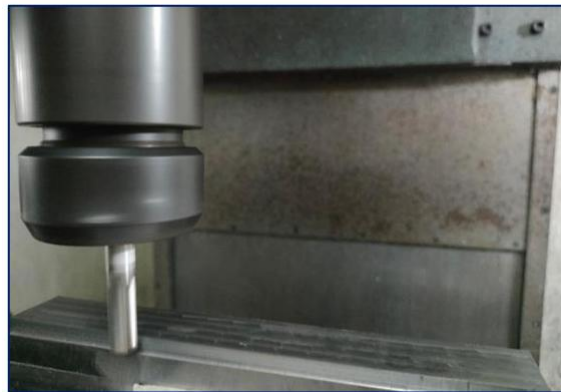
Pada proses *face milling* pahat dipasang pada poros utama (spindle) yang memiliki sumbu putar tegak lurus terhadap permukaan benda kerja. Permukaan hasil proses, *milling* dihasilkan dari hasil penyayatan oleh ujung dan selubung pahat.

3. End Milling

Pahat pada proses *end milling* biasanya berputar pada sumbu yang tegak lurus permukaan benda kerja. Pahat dapat digerakkan menyudut untuk menghasilkan permukaan menyudut. Gigi potong dari pahat terletak pada selubung pahat dan ujung badan pahat

Pahat *end mill* merupakan salah satu pahat pada proses freis yang sangat luas penggunaannya pada proses pemotongan logam . Pahat ini biasanya dipakai untuk membuat alur, kantong, dan radius pada bidang datar. Secara umum, pahat *end mill* memiliki dua sampai enam mata potong. Banyaknya mata potong yang digunakan

ditentukan oleh material dan operasi pekerjaan yang dilakukan. *End mill* yang memiliki dua mata potong biasa dipergunakan untuk mengerjakan material bukan besi (non ferrous) pada operasi pemesian sisi (*side milling*), pemesian slot (slot milling), pemesian kasar dan setengah penyelesaian (rough or semi finish). End mill dengan mata potong lebih dari dua digunakan untuk mengerjakan material baja dan besi tuang pada operasi side milling dan slotting karena Pahat dengan empat mata potong atau lebih memiliki tingkat kekakuan yang tinggi [5].

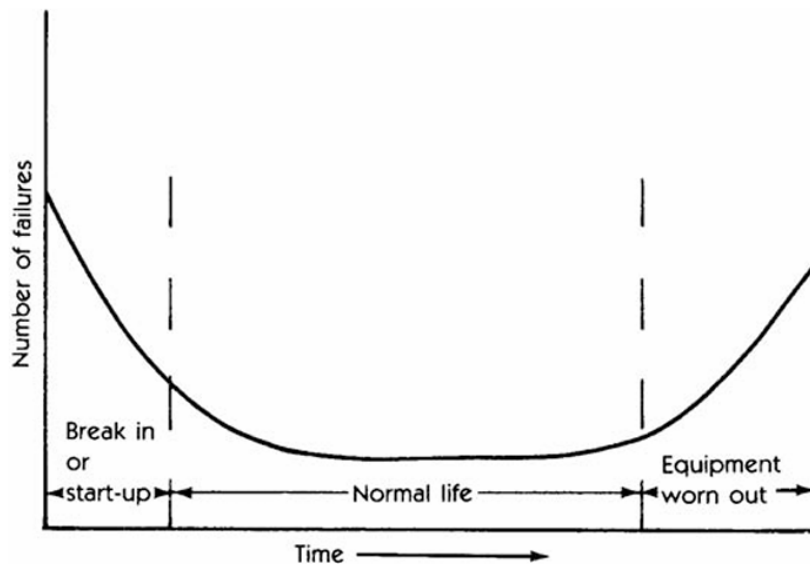


Gambar 2.1. Mekanisme Proses *Milling*

2.2. Maintenance

Pemeliharaan *preventive* didasarkan pada waktu yang telah berlalu atau jam operasi. Gambar 2.1 mengilustrasikan sebuah contoh umur statistik dari sebuah kurva *mean-time-to-failure* (MTTF) atau kurva *bath tub* menunjukkan bahwa mesin baru

memiliki kemungkinan besar mengalami kegagalan karena masalah pemasangan selama beberapa minggu pertama operasi. Setelah periode awal ini, kemungkinan kegagalan relatif rendah untuk waktu yang lama. Setelah masa pakai alat berat yang normal ini, probabilitas kegagalan meningkat tajam seiring dengan berlalunya waktu. Dalam manajemen pemeliharaan preventif, perbaikan atau pembangunan kembali alat berat dijadwalkan berdasarkan statistik MTTF.



Gambar 2.2. Kurva Bath tub (*maintenance*) [6]

Implementasi aktual dari perawatan pencegahan sangat bervariasi. Beberapa program sangat terbatas dan hanya terdiri dari pelumasan dan penyesuaian kecil (*set up*). Pemeliharaan preventif yang komprehensif menjadwalkan perbaikan, pelumasan, penyesuaian, dan pembangunan kembali mesin untuk semua mesin pabrik yang penting, atau semua program pemeliharaan preventif ini adalah pedoman waktu penjadwalan. Semua program manajemen pemeliharaan preventif mengasumsikan bahwa mesin akan mengalami degradasi dalam kerangka waktu tertentu untuk klasifikasi tertentu. Sebagai contoh, pompa sentrifugal satu tahap, pompa sentrifugal horizontal split-case biasanya akan bekerja 18 bulan sebelum harus dibangun kembali. Dengan menggunakan teknik manajemen preventif, pompa akan dikeluarkan dari layanan dan dibangun kembali setelah 17 bulan beroperasi. Masalah dengan pendekatan ini adalah bahwa mode operasi dan sistem atau variabel spesifik pabrik secara langsung mempengaruhi masa operasi normal mesin. Waktu rata-rata antara kegagalan (MTBF) tidak sama untuk pompa yang menangani air dan pompa yang menangani lumpur abrasif. Hasil normal dari penggunaan statistik MTBF untuk menjadwalkan pemeliharaan adalah perbaikan yang tidak perlu atau kegagalan

bencana. Dalam contoh, pompa mungkin tidak perlu diperbaiki setelah 17 bulan. Oleh karena itu, tenaga kerja dan material yang digunakan untuk melakukan perbaikan terbuang percuma. Pilihan kedua menggunakan pemeliharaan preventif bahkan lebih mahal. Jika pompa gagal sebelum 17 bulan, pompa harus diperbaiki dengan menggunakan teknik run-to-failure. Analisis biaya pemeliharaan telah menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan secara reaktif (yaitu, setelah kegagalan) biasanya tiga kali lebih besar daripada perbaikan yang sama yang dilakukan secara terjadwal.

Namun, pemeliharaan prediktif jauh lebih dari itu. Ini adalah sarana untuk meningkatkan produktivitas, kualitas produk, dan efektivitas keseluruhan manufaktur dan produksi tanaman. Pemeliharaan prediktif bukanlah pemantauan getaran atau pencitraan termal atau analisis minyak pelumas catting oil analysis atau teknik pengujian tidak rusak lainnya yang sedang dilakukan dipasarkan sebagai alat pemeliharaan prediktif. Pemeliharaan prediktif adalah program pemeliharaan preventif yang digerakkan oleh kondisi. Alih-alih mengandalkan statistik usia rata-rata industri atau di pabrik (yaitu, waktu rata-rata menuju kegagalan) untuk menjadwalkan aktivitas pemeliharaan, pemeliharaan prediktif menggunakan pemantauan langsung terhadap kondisi mekanis, efisiensi sistem, dan indikator lain untuk menentukan waktu rata-rata menuju kegagalan atau hilangnya efisiensi yang sebenarnya untuk setiap peralatan dan sistem di pabrik. Paling banter, metode tradisional berbasis waktu memberikan pedoman untuk masa pakai mesin yang “normal”. Keputusan akhir dalam program pencegahan atau run-to-failure pada jadwal perbaikan atau pembangunan kembali harus dibuat berdasarkan intuisi dan pengalaman pribadi manajer pemeliharaan. Program pemeliharaan prediktif dapat meminimalkan kerusakan yang tidak terjadwal pada semua peralatan mekanis di pabrik dan memastikan bahwa peralatan yang diperbaiki berada dalam kondisi mekanis yang dapat diterima. Program ini juga dapat mengidentifikasi masalah mesin-kereta sebelum menjadi serius. Sebagian besar masalah mekanis dapat diminimalkan jika terdeteksi dan diperbaiki lebih awal. Mode kegagalan mekanis yang normal menurun dengan kecepatan yang berbanding lurus dengan tingkat keparahannya. Jika masalah terdeteksi lebih awal, perbaikan besar biasanya dapat dicegah.

Pemeliharaan prediktif menggunakan analisis tanda tangan getaran didasarkan pada dua fakta dasar: (1) semua mode kegagalan umum memiliki komponen frekuensi getaran berbeda yang dapat diisolasi dan diidentifikasi, dan (2) amplitudo setiap komponen getaran yang berbeda akan tetap konstan kecuali jika dinamika operasi

mesin berubah. Fakta-fakta ini, dampaknya terhadap mesin, dan metode yang akan mengidentifikasi dan mengukur akar penyebab mode kegagalan [7].

2.3. Total Productive Maintenance (TPM)

TPM (*Total Productive Maintenance*), adalah pendekatan komprehensif untuk memelihara dan meningkatkan integritas sistem produksi dan kualitas melalui keterlibatan aktif semua karyawan. Tujuan TPM adalah untuk memaksimalkan efektivitas peralatan, mengurangi waktu henti, dan meningkatkan produktivitas dengan mengintegrasikan pemeliharaan ke dalam aktivitas harian tenaga kerja. Berikut ini merupakan prinsip-prinsip utama TPM[6]:

1. Fokus pada Pencegahan: TPM menekankan pemeliharaan proaktif untuk mencegah kegagalan peralatan daripada bereaksi terhadapnya. Hal ini mencakup pemeliharaan rutin, inspeksi, dan perbaikan.
Keterlibatan Semua Karyawan: Tidak seperti pemeliharaan tradisional, yang sering kali ditangani oleh tim khusus, TPM melibatkan semua karyawan dalam proses pemeliharaan. Operator, misalnya, didorong untuk mengambil bagian dalam tugas pemeliharaan rutin dan melaporkan masalah apa pun yang mereka amati.
2. Peningkatan Berkesinambungan: TPM bertujuan untuk peningkatan berkelanjutan dalam kinerja, kualitas, dan efisiensi peralatan. Hal ini dicapai melalui tinjauan rutin, pemecahan masalah, dan optimalisasi proses.
3. Nol Cacat, Nol Kerusakan, dan Nol Kecelakaan: TPM berusaha untuk mencapai nol cacat, nol kerusakan peralatan, dan nol kecelakaan melalui praktik perawatan yang sistematis dan langkah-langkah keselamatan.

2.4. Pilar-Pilar TPM

TPM sering kali disusun berdasarkan beberapa pilar utama, yang mewakili berbagai aspek proses pemeliharaan. Berikut ini merupakan pilar-pilar TPM

1. Pemeliharaan Otonom: Memberdayakan operator untuk melakukan tugas-tugas pemeliharaan dasar, seperti membersihkan, melumasi, dan memeriksa peralatan mereka, untuk menjaganya tetap dalam kondisi optimal.
2. Pemeliharaan Terencana: Menjadwalkan dan melakukan tugas pemeliharaan rutin berdasarkan tindakan prediktif dan preventif untuk menghindari kerusakan yang tidak terduga.

3. **Pemeliharaan Kualitas:** Memastikan bahwa peralatan secara konsisten menghasilkan produk yang memenuhi standar kualitas, dan mengatasi masalah apa pun yang memengaruhi kualitas produk.
4. **Peningkatan Terfokus:** Menargetkan area tertentu untuk perbaikan guna menghilangkan inefisiensi dan meningkatkan kinerja peralatan.
5. **Manajemen Peralatan Awal:** Memasukkan pertimbangan pemeliharaan ke dalam desain dan akuisisi peralatan baru untuk memastikan peralatan tersebut mudah dirawat dan dioperasikan.
6. **Pelatihan dan Pendidikan:** Menyediakan pelatihan berkelanjutan bagi karyawan untuk meningkatkan keterampilan dan pemahaman mereka tentang pemeliharaan dan pengoperasian peralatan.

Keselamatan, Kesehatan, dan Lingkungan: Memastikan bahwa kegiatan pemeliharaan dilakukan dengan cara yang memprioritaskan keselamatan, kesehatan, dan kelestarian lingkungan. **TPM dalam Administrasi:** Menerapkan prinsip-prinsip TPM pada fungsi-fungsi administrasi dan dukungan untuk meningkatkan efisiensi organisasi secara keseluruhan.

2.5. Keuntungan TPM

Berikut ini merupakan beberapa keuntungan TPM, diantaranya sebagai berikut:

1. **Peningkatan Waktu Kerja Peralatan:** Dengan berfokus pada pemeliharaan proaktif, TPM membantu mengurangi kerusakan dan waktu henti yang tidak terduga.
2. **Peningkatan Produktivitas:** Kinerja dan keandalan peralatan yang lebih baik akan menghasilkan tingkat produksi yang lebih tinggi dan kualitas yang lebih baik.
3. **Mengurangi Biaya Pemeliharaan:** Pemeliharaan preventif dan prediktif dapat mengurangi kebutuhan perbaikan darurat yang mahal dan memperpanjang masa pakai peralatan.
4. **Keterlibatan Karyawan yang Lebih Tinggi:** Melibatkan karyawan dalam tugas pemeliharaan dapat meningkatkan kepuasan kerja dan rasa memiliki terhadap proses pemeliharaan.
5. **Keamanan yang Lebih Baik:** Pemeliharaan rutin dan pemeriksaan keselamatan membantu meminimalkan risiko kecelakaan dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman.

Dengan menerapkan TPM, organisasi dapat mencapai praktik pemeliharaan yang lebih efisien dan efektif, yang mengarah pada kinerja yang lebih baik secara keseluruhan dan tenaga kerja yang lebih terlibat[8].

2.6. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE merupakan parameter penting dalam industri manufaktur yang digunakan untuk menilai seberapa efektif operasi manufaktur digunakan. Ini dihitung dengan mengalikan tiga faktor: Ketersediaan, Kinerja, dan Kualitas. Berikut ini adalah rincian dari setiap faktor dan beberapa masalah umum yang terkait dengan OEE:

1. *Available* atau ketersediaan: Ini mengukur persentase waktu yang dijadwalkan bahwa peralatan tersedia untuk produksi. Masalah di sini dapat mencakup:
Waktu henti peralatan: Kerusakan tak terduga atau masalah pemeliharaan.
Waktu Penyiapan dan Pergantian: Waktu yang dihabiskan untuk mengganti peralatan di antara produk yang berbeda.
2. *Performance*: Ini mengukur kecepatan pengoperasian peralatan dibandingkan dengan kecepatan maksimumnya. Masalahnya meliputi: Pengoperasian yang lambat: Peralatan berjalan lebih lambat dari kecepatan yang dirancang.
Penghentian Kecil: Penghentian yang sering terjadi namun singkat yang mempengaruhi kecepatan produksi secara keseluruhan.
3. *Quality*: Ini mengukur persentase barang yang diproduksi yang memenuhi standar kualitas. Masalah yang mungkin terjadi: Produk Cacat: Tingginya tingkat sisa atau pengerjaan ulang karena masalah kualitas.
Variabilitas Proses: Kualitas yang tidak konsisten karena fluktuasi dalam proses manufaktur.

2.7. Parameter OEE

Pengumpulan Data yang Tidak Akurat: Perhitungan OEE yang andal bergantung pada data yang akurat. Pencatatan waktu henti, kinerja, atau kualitas yang tidak akurat dapat mempengaruhi hasil. Kurangnya Standardisasi: Tanpa proses yang terstandarisasi, mengukur dan membandingkan OEE di berbagai mesin atau shift dapat menjadi masalah. Masalah-masalah tersebut diantaranya:

1. Mengabaikan Faktor Eksternal: Faktor-faktor seperti masalah rantai pasokan atau kondisi lingkungan dapat memengaruhi OEE, tetapi mungkin tidak langsung terlihat jelas.

2. Pemeliharaan yang Tidak Memadai: Praktik pemeliharaan yang buruk dapat menyebabkan waktu henti yang lebih tinggi dan masalah kinerja.
3. Pelatihan Operator: Operator yang tidak terlatih atau kurang terlatih mungkin tidak dapat menggunakan peralatan secara efektif, sehingga berdampak pada ketiga komponen OEE. Resistensi terhadap Perubahan: Menerapkan perbaikan berdasarkan data OEE dapat menjadi tantangan karena adanya penolakan dari staf atau manajemen.
4. Meningkatkan Akurasi Data: Menerapkan sistem yang kuat untuk melacak kinerja, waktu henti, dan kualitas peralatan.
5. Standarisasi Prosedur: Kembangkan dan terapkan prosedur operasi standar (SOP) untuk memastikan konsistensi di seluruh operasi.
6. Pemeliharaan Rutin: Menerapkan jadwal pemeliharaan proaktif untuk meminimalkan kerusakan dan waktu henti yang tidak terduga.

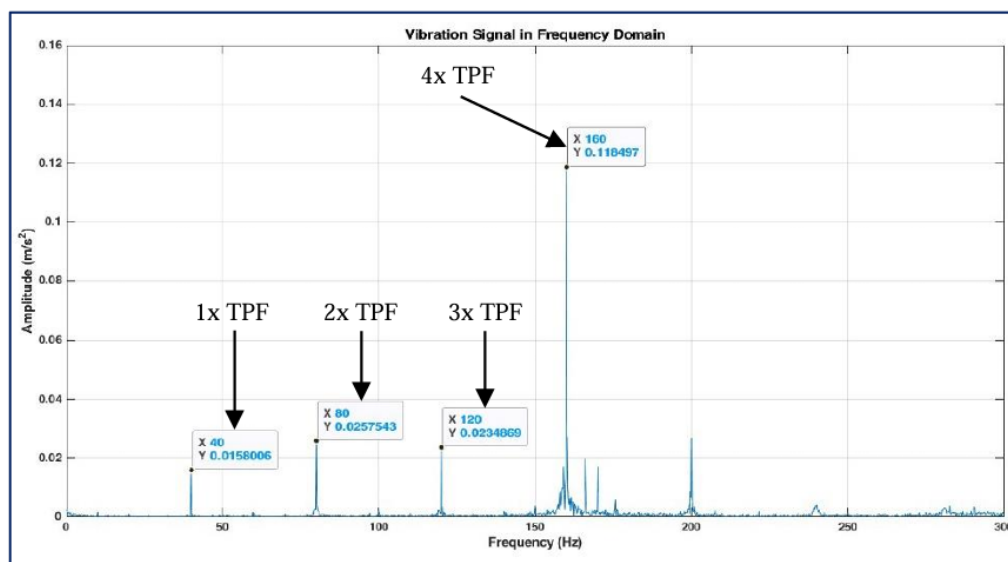
BAB III

HASIL KEGIATAN

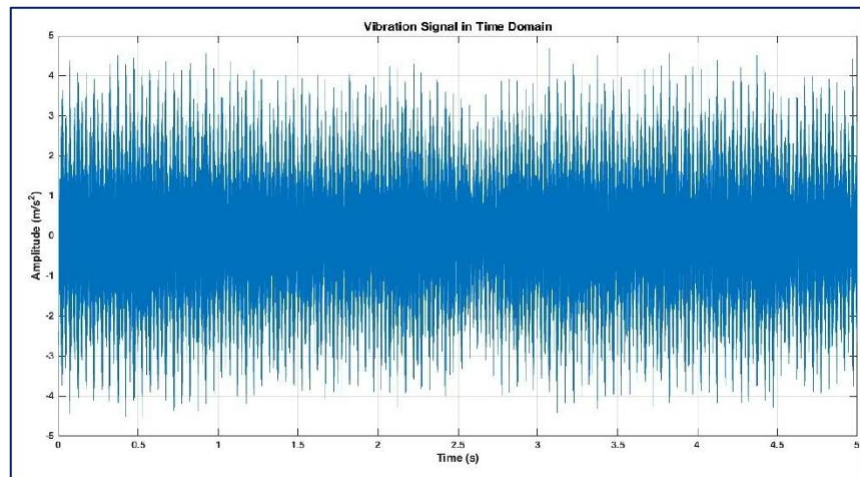
Kegiatan ini dilakukan di area BRIN dan mengamati CNC *Milling* selama lima bulan (Agustus 2025-Januari 2025). Data yang diperoleh yaitu:



Gambar 3.1. Mesin CNC Milling



Gambar 3.2. Hasil Frekuensi Sinyal



Gambar 3.3. Hasil Amplitudo vs Domain waktu



Gambar 3.4 Hasil Kekasaran Permukaan

Gambar 3 mengilustrasikan sinyal getaran spindel dalam domain waktu dan frekuensi. Grafik FFT menunjukkan bahwa puncak akselerasi berada pada 32 Hz. Nilai RMS kecepatan sebesar 1,39 mm/s mengindikasikan bahwa kondisi memuaskan. Nilai RMS kecepatan 0,55 mm/dtk mengindikasikan bahwa dalam kondisi baik. Gambar 5 menunjukkan perbandingan nilai kecepatan RMS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kecepatan RMS terdapat hubungan antara getaran mesin dan kegagalan diperoleh untuk mengevaluasi kondisi mesin dengan mengukur getaran mesin dan menganalisis sinyal getaran. Diagnosis kondisi mesin yang tepat waktu dapat membantu menjadwalkan aktivitas, mengurangi waktu henti dan kerugian, serta membantu dalam pemeliharaan prediktif. Pengolahan data pertama yang dihasilkan dari pengukuran sinyal getaran adalah dengan mengidentifikasi domain waktu (time domain). Fitur-fitur statistik dapat diekstraksi dalam domain waktu, seperti mean, root mean square (RMS),

variasi, standar deviasi, skewness dan kurtosis. Fitur tersebut menjelaskan bagaimana karakteristik sinyal dan mengidentifikasi tren atau anomali (Chen, J., dkk. 2024). Gambar 3 menunjukkan Hasil pengukuran sinyal getaran menggunakan sensor Dytran 3413A2 dibaca oleh scopecorder Yokogawa DL750P untuk mendapatkan data pengukuran. Pengambilan data menggunakan scopecorder dimulai ketika akan melakukan proses pemesinan dan akan dihentikan ketika proses pemakanan benda kerja selesai. Dalam grafik domain waktu, fluktuasi ditampilkan sebagai variasi amplitudo getaran dari waktu ke waktu. Grafik yang menunjukkan sinyal getaran dengan fluktuasi rendah akan memiliki garis yang relatif halus dan konsisten. Permukaan pada pahat baru terlihat lebih halus dan seragam dengan pola goresan atau alur yang dihasilkan tampak lebih konsisten dan rapat. Selain itu, tidak ada tanda-tanda kerusakan yang signifikan pada permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Shagluf, A. Longstaff, and S. Fletcher, *Maintenance Strategies to Reduce Downtime Due to Machine Positional Errors*. 2014.
- [2] S. K. Subramaniam, S. H. Husin, Y. Yusop, and A. H. Hamidon, "Machine efficiency and man power utilization on production lines," 2008.
- [3] J. L. Riggs, *Production Systems: Planning, Analysis, and Control* (Wiley series in production/operations management). Wiley, 1987.
- [4] S. Kalpakjian and S. R. Schmid, *Manufacturing Processes for Engineering Materials*. Prentice Hall, 2003.
- [5] M. P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*. John Wiley & Sons, 2010.
- [6] S. Nakajima, *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press, 1988.
- [7] K. Mobley, L. Higgins, and D. Wikoff, *Maintenance Engineering Handbook*. McGraw-Hill Education, 2008.
- [8] R. Palmer, *Maintenance Planning and Scheduling Handbook*. McGraw-Hill Education, 2006.