

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Smart manufacturing, atau manufaktur pintar, adalah konsep di mana teknologi informasi dan komunikasi canggih digunakan untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan fleksibilitas dalam proses produksi. Berbagai teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), *Big Data Analytics*, *Artificial Intelligence* (AI), *Machine Learning* (ML), robotika, dan sistem *cyber-physical* diintegrasikan untuk menciptakan lingkungan produksi yang lebih terhubung dan dapat diatur. Manufaktur cerdas merupakan hal yang cepat ataupun lambat akan muncul dalam perkembangan teknologi saat ini, dimana teknologi ini lahir dari sebuah transformasi produksi massal yang menjadi kustomisasi massal (Rahman, A.Z., dkk. 2024). Adapun optimalisasi alokasi sumber daya dengan karakteristik analisis diantaranya yaitu *real-time*, kecerdasan, keberlanjutan, dan persepsi tangkas terhadap status pasar dan pelanggan secara *real-time* merupakan paradigma manufaktur baru yang dikenal sebagai manufaktur cerdas (*smart manufacturing*) (Qiao, Q., dkk. 2019).

Dalam lingkungan industri, umur alat yang pendek merupakan faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan biaya produksi. Telah dilakukan analisa umur alat sehubungan dengan biaya produksi. Pada saat yang sama, industri ingin memperpanjang umur peralatan. ISO telah menetapkan standar uji umur pahat untuk perkakas, dimana pahat dikatakan cacat setelah keausan tepi/*visual band* (VB) mencapai rata-rata 0,3 mm dan keausan tepi maksimum 0,6 mm, untuk berbagai material baik dalam pemotongan maupun pencukuran. proses penyelesaian.

Selain dari hasil proses permesinan tersebut hal terpenting dalam proses permesinan adalah waktu proses pengerjaan. Dari waktu proses permesinan banyak hal juga yang mempengaruhi dari waktu tersebut, baik

program maupun proses persiapan sampai proses pemeriksaan dari hasil peroses pengerjaan tersebut. Seperti pada artikel “*efficiency of vibration signal feature extraction for surface finish monitoring in CNC Machining*” (Plaza, E. G., dkk. 2019) teknologi pemantauan secara langsung dari hasil pengerjaan CNC dari getaran yang terjadi dapat menghilangkan kontrol kualitas secara manual lagi. Dalam lingkungan pemesinan, getaran berperan penting dalam memastikan mekanisme pemotongan yang stabil, melindungi pahat dari permukaan benda kerja yang cepat aus dan rusak, karena interaksi antara pahat pemotong dan benda kerja menghasilkan sejumlah getaran yang merupakan akibat dari kecepatan pemotongan yang tinggi (Asiltürk, İ., 2023).

Baja tahan karat atau lebih dikenal dengan stainless steel biasanya banyak digunakan dalam aplikasi yang luas pada sektor manufaktur dengan keunggulan tingginya sifat mekanik, ketahanan korosi, dan konduktivitas thermal yang relatif rendah. Meskipun material stainless steel cenderung lebih mahal daripada logam lainnya, faktanya popularitas penggunaan *stainless steel* semakin luas dalam berbagai bidang dari industri makanan hingga kesehatan, kimia hingga elektronik, industri pertahanan hingga reaktor nuklir, otomotif dan industri dirgantara karena sifat mekanik yang baik dan keistimewaan sifat ketahanan korosinya (Yang, Gong et al. 2021).

Penelitian ini adalah menganalisis keausan pahat secara *realtime*, Dimana untuk mengetahui keausan pada *insert*/pahat dengan menggunakan sinyal getaran yang kemudian diubah menjadi nilai keausan pada pahat itu sendiri. Metode *fast fourier transform* (FFT) digunakan untuk memperoleh model matematikanya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang, maka penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik sinyal getaran pada proses *computer numerical control (CNC) milling* yang dapat diukur dan dilakukan analisis?
2. Bagaimana mekanisme analisis keausan insert/pahat pada mesin CNC *milling* dengan menggunakan sensor sinyal getaran?
3. Apa parameter keberhasilan analisa keausan insert pada mesin CNC *milling*?
4. Apakah terdapat hubungan yang spesifik antara karakteristik sinyal getaran dan nilai keausan pahat (*tool wear*)?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun beberapa tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Untuk memantau sinyal getaran sekaligus kondisi pahat selama proses *machining* berlangsung.
2. Untuk mengetahui mekanisme analisa keausan pada *insert/pahat* pada mesin *computer numerical control (CNC) milling* dengan menggunakan sensor sinyal getaran.
3. Untuk mengetahui parameter keberhasilan analisa keausan pada CNC *milling*.
4. Untuk mengetahui hubungan yang spesifik antara karakteristik sinyal getaran dan nilai keausan pahat (*tool wear*)

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan Batasan masalah antara lain sebagai berikut:

1. Proses *milling* yang dilakukan adalah proses *end-mill* pada mesin *computer numerical control (CNC) milling* Leadwell V30.

2. Jenis pahat yang digunakan yaitu merk Nachi dengan tipe *high-speed steel* (HSS) yang mengandung kobalt dengan diameter 10 mm dan dengan kondisi yang berbeda, yaitu pahat baru, pahat aus dan pahat rusak.
3. Material yang digunakan yaitu *stainless steel* SUS420J2 dengan dimensi 200 mm × 50 mm × 40 mm.
4. Parameter yang digunakan adalah parameter yang sesuai standar proses CNC *milling* pada *stainless steel* SUS420J2 dengan menggunakan *end mill* HSS, yaitu dengan kecepatan spindle 600 rpm, *feed rate* 40 mm/min, *dept of cut* 2 mm (*axial*) dan 6 mm (*radial*)
5. Proses yang dilakukan adalah dengan metode milling dengan memfokuskan pada keausan yang dihasilkan pada setiap prosesnya.
6. Penelitian ini dilakukan tanpa menggunakan media pendingin (*coolant*).
7. Proses *machining* pada CNC *milling* didesain langsung menggunakan *software* Mastercam X5 sekaligus untuk membuat kode program pada mesin CNC *milling*.
8. Analisa yang dilakukan adalah analisa pada keausan pahat secara *realtime* dengan menggunakan sensor sinyal getaran dan metode *fast fourier transform* (FFT).
9. Pengukuran keausan pada saat proses CNC *milling* berjalan yaitu dengan menggunakan sinyal getaran, yaitu sensor akselerometer yang dihubungkan dengan *scopecorder* Yokogawa DL750.
10. Proses pengolahan data menggunakan *software* Matlab.

1.5. *State Of The Art*

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Čuš, F., & Župerl, U. 2011), menjelaskan bahwa *tool control monitoring* (TCM) merupakan

persyaratan yang mendasar untuk pengendalian suatu proses permesinan. Dimana tujuan utama dalam pengembangan sistem TCM yaitu untuk meningkatkan produktivitas dan daya saing dengan memaksimalkan masa pakai alat, meminimalkan waktu, dan mencegah adanya kerusakan. Setiap sistem pada TCM terdiri dari beberapa komponen yaitu sensor, penguat sinyal dan monitor. Pada proses kerjanya sendiri monitor menggunakan strategi untuk menganalisis sinyal dari sensor dan memberikan deteksi kegagalan alat dan proses yang andal. Dimana hal tersebut dapat dilengkapi dengan beberapa sistem visualisasi sinyal yang terhubung ke kontrol mesin. Menurut (Sarhan et al. 2001) Kondisi suatu alat potong dapat dinilai baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada metode langsung, kondisi suatu alat diukur secara langsung dengan menggunakan alat optik, kimia dan radioaktif, sedangkan ketika metode tidak langsung digunakan, status alat diperkirakan dengan mengukur parameter yang berhubungan dengan kondisi alat potong seperti gaya dan torsi (Sarhan et al. 2001, Ning et al. 2001), arus umpan dan motor spindel (De Yesus dkk. 2003), suara, getaran dan emisi akustik (Gong et al. 2004), dll.

Tahap monitoring secara *online* pada TCM memantau proses dan memperkirakan kondisi pahat/alat potong secara *realtime*. Pada modul konfigurasi sensor menyediakan sinyal sensor alternatif yang merupakan modul ekstraksi fitur yang mengekstrak fitur-fitur dalam sinyal sensorik yang terkait dengan kondisi alat (*wear, breakage, dll*). Beberapa parameter statistik dalam domain waktu (*time analysis*), frekuensi (*frequency analysis*) dan waktu-frekuensi (*time-frequency analysis*) dari beberapa sensor dipilih sebagai kumpulan parameter alternatif (Zhou, Y., & Xue, W. 2018).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Fachrul, M. 2023), metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah mengukur getaran yang terjadi pada saat proses pembubutan menggunakan sensor ADXL 345 kemudian dilakukan pembacaan melalui sinyal yang dikirim dari microcontroller ke software LabVIEW community 2020 version. metode analisis data dilakukan dengan mengambil hasil pengukuran dari

perhitungan RMS (root mean square) pada getaran yang timbul saat proses permesinan. pada studi ini membandingkan metode yang terbaik digunakan dalam proses pemantauan dengan menghitung nilai getaran secara langsung dan setelah melalui proses Fast Fourier Transform (FFT). proses pembubutan menggunakan pahat baru menunjukkan nilai getaran dalam RMS yaitu berada pada range 54,36mV sampai 67,08mV dan nilai kekasaran permukaan berada pada range 0,722 μ m sampai 2,135 μ m dan pada pahat kondisi aus dengan nilai keausan tepi VB 0,304mm sampai 0,324mm menunjukkan nilai getaran RMS 125,14mV sampai 152,09mV dan nilai kekasaran Ra 2,860 μ m sampai pada 4,504 μ m. metode yang terbaik digunakan yaitu pengukuran RMS (*root mean square*) secara langsung pada getaran yang terjadi, dikarenakan Peningkatan voltase di RMS berbanding lurus dengan nilai keausan pahat dan kekasaran permukaan yang terjadi pada proses pembubutan.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk dapat memudahkan dalam penyusunan tugas akhir /skripsi ini membuat sistematika penulisan sebagai berikut:

1. **BAB 1 PENDAHULUAN**
Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian batasan masalah, *State of The Art*, dan sistematika penulisan.
2. **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**
Berisi referensi pustaka untuk mendukung penelitian tugas akhir.
3. **BAB 3 METODE PENELITIAN**
Berisi cara atau tahapan penelitian yang digunakan menggunakan diagram alir serta proses pengujian yang dilakukan pada material *Stainless Steel/SUS420J2*.
4. **BAB 4 PEMBAHASAN**

Berisi tentang hasil pengujian dan pembahasan data-data yang dilakukan pada *Stainless Steel/SUS420J2*.

5. BAB 5 PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Berisi referensi yang menjadi acuan dalam penelitian dan pengujian yang dilakukan

7. LAMPIRAN