

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kemajuan industri manufaktur modern terus berkembang pesat untuk memproduksi produk berkualitas tinggi dengan biaya rendah dalam waktu yang singkat. Otomatisasi sistem manufaktur yang fleksibel serta mesin numerik yang terkomputerisasi dapat digunakan untuk mencapai tingkat akurasi yang tinggi dan waktu proses yang efisien (Kumar, 2020). Salah satunya mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*). Mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) merupakan mesin dengan produktivitas tinggi yang digunakan untuk menghasilkan produk secara akurat. Tingkat produktivitas yang tinggi dapat mengurangi biaya produksi produk manufaktur.

Mesin CNC telah banyak digunakan pada industri manufaktur salah satunya PT. XYZ. Perusahaan manufaktur dituntut untuk selalu memenuhi permintaan *user* dengan biaya yang murah, energi yang efisien dan waktu produksi yang minimum. Terutama pada pembuatan *part* dengan jumlah yang banyak. Salah satu produk yang sering diproduksi yaitu “*Housing - WIPTM IASE*” dengan material *Medium Carbon Steel*. Proses manufaktur yang selama ini berjalan sudah baik, tetapi untuk meningkatkan pelayanan maka perlu dilakukan peningkatan efisiensi waktu dan kepresisian.

Upaya untuk melakukan optimasi waktu pemesinan dalam proses pemesinan CNC berperan penting untuk perencanaan dan penjadwalan proses manufaktur (Kriswanto, et. al., 2023). Penelitian terkait optimasi waktu pemesinan dan kepresisian mencerminkan fokus penting pada peningkatan operasi CNC milling melalui pengoptimalan parameter yang sistematis. Parameter pemotongan yang diinginkan biasanya ditentukan berdasarkan pengalaman atau dengan menggunakan katalog panduan (Kumar, 2020). Pemilihan parameter pemotongan yang tepat akan menghasilkan kualitas produk yang baik serta proses yang

ekonomis dan produktif, serta kuantitas produk yang dihasilkan lebih optimal (Aziz dan Saraswati, 2022).

Berdasarkan riset Aziz, et. al. (2022), Sumbodo, et. al. (2021), Kriswanto, et. al. (2023), menjelaskan bahwa *cutting speed*, *spindle speed*, *feed*, dan *depth of cut* memengaruhi optimasi parameter sehingga meningkatkan efisiensi waktu. *Feed rate* merupakan variabel yang paling berkontribusi terhadap efisiensi waktu proses. Kriswanto et al (2023) menyebutkan bahwa kontribusi *feed rate* terhadap efisiensi waktu mencapai 59,10%. Optimasi parameter mesin CNC (*feed rate*) juga dapat mengurangi biaya manufaktur, meningkatkan umur pahat, dan meningkatkan akurasi (Sumbodo, et. al., 2021).

Temuan Satyanaraya et al (2023), Kumar (2020), Jia et al (2022), dan Rinanto et al (2020) menunjukkan bahwa *cutting speed*, *feed*, dan *depth of cut* dapat mempengaruhi kekasaran permukaan dan kepresisian produk. Optimasi parameter akan mengurangi tingkat kekasaran, meningkatkan kepresisian, dan meningkatkan efisiensi energi (Jia et al., 2022). *Depth of cut* menjadi variabel yang paling berpengaruh terhadap kekasaran maupun kepresisian (Rinanto, et. al., 2020).

Pemilihan parameter seperti *cutting speed*, *feed per tooth* dan *depth of cut* sangat penting, karena secara langsung mempengaruhi waktu dan kepresisian pemesinan, yang sangat penting untuk efisiensi pemesinan (Ramavat, 2023; Widodo et al., 2020). Pengoptimalan parameter tersebut dapat secara signifikan mengurangi waktu pemesinan dan keausan alat sekaligus meningkatkan kualitas permukaan dan akurasi dimensional (Anggraini & Junixsen, 2019). Penggunaan *software* seperti Mastercam memfasilitasi simulasi dan penyesuaian parameter ini, memungkinkan proses pemesinan yang lebih efisien, seperti yang ditunjukkan oleh berbagai teknik pengoptimalan, salah satunya dengan metode Taguchi (Widodo et al., 2020).

Metode Taguchi digunakan untuk mendapatkan waktu proses produksi dan kepresisian terbaik dari percobaan parameter pemesinan. Metode Taguchi sering digunakan untuk mengoptimalkan proses penelitian karena dapat menghemat waktu, biaya dan material (Kriswanto, et. al., 2023). Optimalisasi penggunaan metode Taguchi merupakan kombinasi terbaik dari banyak faktor untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Metode Taguchi merupakan metode

statistik yang dapat meningkatkan kualitas barang hasil produksi dan mengurangi percobaan tipe *trial and error* dengan menggunakan desain matriks (Sumbodo, et. al., 2021). Pendekatan komprehensif ini tidak hanya meningkatkan produktivitas tetapi juga berkontribusi pada penghematan biaya dalam proses manufaktur.

Dari berbagai penelitian terdahulu yang telah dilakukan, diperlukan penyesuaian ulang level parameter yang ada untuk memaksimalkan hasil waktu dan kepresisian secara optimal khususnya pada material *Medium Carbon Steel*. Sehingga penelitian ini menganalisis optimasi waktu dan kepresisian pemesinan CNC *milling* sesuai dengan kondisi lapang yang ada. Untuk mendapatkan waktu proses dan kepresisian yang optimal, penelitian ini menggunakan perangkat lunak Mastercam dan mesin CNC *Milling Hartford MVP 8*. Perangkat lunak Mastercam digunakan untuk pembuatan program, simulasi proses pengerjaan, dan simulasi waktu proses mesin CNC *milling*, kemudian dilakukan pemrosesan benda kerja menggunakan mesin CNC *Milling Hartford MVP 8*. Parameter pemesinan yang digunakan dalam riset ini adalah variasi *cutting speed*, *feed per tooth*, dan *depth of cut*. Optimasi terhadap variabel tersebut diharapkan mampu memberikan kontribusi untuk memperoleh parameter pemesinan dengan menghasilkan nilai waktu pemesinan tercepat dan kepresisian yang tinggi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang dapat dikaji pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaturan parameter yang optimal untuk meningkatkan efisiensi waktu?
2. Bagaimana pengaruh antara *cutting speed*, *feed per tooth*, dan *depth of cut* terhadap waktu pemesinan?
3. Bagaimana pengaturan parameter yang optimal untuk meningkatkan kepresisian?
4. Bagaimana pengaruh antara *cutting speed*, *feed per tooth*, dan *depth of cut* terhadap kepresisian?

1.3. Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, penulis membatasi pokok-pokok permasalahan yang akan dibahas, diantaranya :

1. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2024 di *Workshop* PT. XYZ.
2. *Toolpath* yang akan dilakukan optimasi adalah pembuatan *contour* luar “*Housing - WIPTM IASE*” karena berpengaruh secara signifikan terhadap total waktu proses.
3. Mesin yang digunakan pada penelitian ini yaitu Mesin *Milling CNC Hartford MVP 8* untuk pembuatan part “*Housing - WIPTM IASE*” dengan metode penyayatan *shoulder* dan *face milling*.
4. *Cutting tool* yang digunakan adalah *Shoulder Square Endmills (EPO11R016M16.0)* diameter 16 mm dengan *insert ASMT11T308PDPR-MJ AH120 brand Tungaloy*
5. Mata potong *Shoulder Square Endmills (EPO11R016M16.0)* yang digunakan pada penelitian ini yaitu *High Performance Insert with MJ Chipbreaker for General Purpose ASMT11T308PDPR-MJ AH120*
6. Alat ukur dimensi benda kerja pada penelitian ini menggunakan *Digimatic Micrometer* dan *Stand*
7. Material benda kerja yang digunakan dalam penelitian adalah *medium carbon steel brand name Siquall 0503 DIN C45 AISI 1045*.
8. Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian yaitu:
 - Variabel Bebas
 - a. *Cutting speed* (V, m/min)
 - Level 1: 80
 - Level 2: 115
 - Level 3: 150
 - b. *Feed per tooth* (fz, mm/tooth)
 - Level 1: 0,05
 - Level 2: 0,125
 - Level 3: 0,2
 - c. *Depth of cut* (mm)
 - Level 1: 0,3
 - Level 2: 0,65
 - Level 3: 1

Paramater dan level diperoleh dari katalog *cutting tool brand Tungaloy*.

- Variabel Terikat
 - a. Optimasi waktu (min),
 - b. Kepresisian (mm)
9. Metode pengujian dilakukan dengan cara melakukan rancangan eksperimen dan pengolahan data. Adapun rancangan eksperimen dilakukan melalui beberapa tahap yaitu :
- a. Menentukan jumlah faktor dan level faktor.
 - b. Memilih *Orthogonal Array* L9(3³).
 - c. Melakukan eksperimen yang terdiri dari 9 langkah, antara lain :
 - i. Mempersiapkan alat dan bahan uji.
 - ii. Mempersiapkan gambar kerja CAD "*Housing - WIPTM LASE*" dengan format dengan format .stp atau .dxf.
 - iii. Membuat program CAM menggunakan *software MasterCam* untuk melakukan simulasi proses dan *running* proses pemesinan CNC *milling*.
 - iv. Melakukan *setting* benda kerja menggunakan *touchprobe* dan menyimpannya ke mesin CNC *milling*.
 - v. Memasang *cutting tool* ke mesin CNC *milling* dan melakukan *setting geometri cutting tools* (radius dan panjang) menggunakan *laser tool setter*.
 - vi. Melakukan *running* proses program yang telah dibuat.
 - vii. Melepas benda kerja dari ragum dan membersihkan benda kerja dari gram dan *cutting oil* setelah proses selesai.
 - viii. Melakukan pengukuran benda kerja yang sudah selesai diproses.
 - ix. Menghitung nilai optimasi pemesinan dan kepresisian.

Sementara pada pengolahan data, metode yang digunakan yaitu metode Taguchi. Metode Taguchi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Merumuskan permasalahan.
- b. Menentukan tujuan eksperimen.
- c. Menentukan faktor yang mempengaruhi kondisi obyek penelitian.

- d. Memisahkan faktor kontrol dan faktor *noise*. Faktor kontrol adalah faktor yang dapat dikendalikan oleh peneliti seperti *cutting speed*, *feed per tooth*, *depth of cut*. Sedangkan faktor *noise* adalah faktor yang nilainya tidak dapat dikendalikan seperti kondisi lingkungan.
- e. Melakukan pemilihan *orthogonal array*.
- f. Melakukan pengisian kolom faktor dan interaksi ke dalam matriks *orthogonal*.
- g. Melaksanakan eksperimen.
- h. Melakukan uji normalitas menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov*.
- i. Menentukan karakteristik kualitas menggunakan karakteristik *smaller is the best*.
- j. Melakukan pengujian hasil eksperimen menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk menginterpretasikan data.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan pengaturan parameter yang optimal untuk meningkatkan efisiensi waktu.
2. Menganalisis pengaruh antara *cutting speed*, *feed per tooth*, dan *depth of cut* terhadap waktu pemesinan.
3. Mendapatkan pengaturan parameter yang optimal untuk meningkatkan kepresisian.
4. Menganalisis pengaruh antara *cutting speed*, *feed per tooth*, dan *depth of cut* terhadap kepresisian.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Untuk mengoptimalkan proses pengerjaan “*Housing - WIPTM IASE*”
2. Meningkatkan efisiensi waktu proses permesinan *milling* tanpa mengabaikan toleransi dimensi.
3. Mendapatkan parameter *setting cutting tools* paling sesuai dengan rentang yang telah ditentukan pada katalog.
4. Membantu mahasiswa dalam memahami hubungan antara *cutting speed*, *feed per tooth*, dan *depth of cut* dalam proses pemesinan CNC *Milling*.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, penulis mengelompokkan dan membagi menjadi lima bagian pokok dengan maksud memberikan penjelasan mengenai bab-bab yang disusun. Adapun kelima bab tersebut adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini penulisan menyajikan latar belakang, perumusan masalah, serta maksud dan tujuan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bagian ini penulis mengungkapkan dan menguraikan secara singkat materi mengenai penelitian terdahulu dan teori mengenai optimasi parameter CNC *Milling Hartford MVP-8* terhadap waktu proses dan kepresisian menggunakan *software* MasterCam untuk meningkatkan efisiensi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini penulis menguraikan metode penelitian dalam memperoleh data terkait optimasi waktu dan kepresisian dalam proses pemesinan CNC *Milling*.

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini penulis menjelaskan hasil analisis data dan pembahasan terkait simulasi dan percobaan mengenai optimasi waktu dan kepresisian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini berisi mengenai kesimpulan dan saran-saran sehubungan dengan tujuan yang dicapai dalam penelitian ini.