

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proses *milling* merupakan salah satu metode pemesinan yang banyak digunakan dalam industri manufaktur karena kemampuannya menghasilkan komponen dengan tingkat ketelitian dimensi serta kualitas permukaan yang baik. Seiring dengan perkembangan teknologi manufaktur, penggunaan mesin berbasis *Computer Numerical Control (CNC)* semakin meningkat karena mampu memberikan pengendalian parameter pemotongan yang lebih stabil, presisi, dan konsisten dibandingkan dengan metode pemesinan konvensional. Salah satu material yang banyak diproses menggunakan metode *milling* adalah aluminium paduan 6061, yang dikenal memiliki sifat mekanik yang cukup baik, massa jenis yang ringan, serta ketahanan terhadap korosi yang tinggi. Karakteristik tersebut menjadikan material ini banyak dimanfaatkan pada industri otomotif, kedirgantaraan, maupun manufaktur komponen presisi. Dalam proses pemesinan *milling*, kualitas permukaan hasil pemotongan umumnya dievaluasi melalui parameter kekasaran permukaan (*Surface Roughness*) yang dinyatakan dalam nilai rata-rata kekasaran Ra. Nilai Ra yang lebih kecil menunjukkan kondisi permukaan yang lebih halus, sehingga dapat meningkatkan performa serta umur pakai komponen. Oleh sebab itu, pengaturan parameter pemotongan seperti kecepatan *Spindle*, *Feed Rate* (gerak makan), dan kedalaman potong menjadi aspek penting yang menentukan kualitas permukaan hasil proses *milling*.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa parameter pemotongan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekasaran permukaan pada proses *milling* aluminium. Penelitian yang dilakukan oleh (Sulaiman et al. 2022) menggunakan pendekatan metode *Taguchi* pada proses *dry milling* aluminium 6061 menunjukkan bahwa kombinasi parameter pemotongan tertentu mampu menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang lebih rendah. Dalam penelitian tersebut digunakan variasi parameter berupa kecepatan potong, *Feed Rate*, dan *Depth of Cut*, di mana hasil analisis menunjukkan bahwa kecepatan

potong memberikan kontribusi paling besar terhadap perubahan nilai kekasaran permukaan, kemudian diikuti oleh *Feed Rate* serta kedalaman potong. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Yusron et al. 2023) juga menerapkan metode *Taguchi* untuk mengevaluasi kualitas permukaan aluminium 6061 pada proses *CNC milling* dengan kondisi *dry machining*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemilihan parameter pemotongan yang kurang tepat dapat menyebabkan peningkatan kekasaran permukaan serta mempercepat kerusakan pada pahat. Sebaliknya, penggunaan kombinasi parameter yang optimal mampu meningkatkan kualitas permukaan sekaligus menjaga integritas material hasil pemesinan. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh (Ihsan, Sumantri, dan Irawan 2024) mengombinasikan metode *Taguchi* dan *PROMETHEE* untuk melakukan optimasi parameter pemotongan pada proses *CNC milling* aluminium AA6061. Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, *Feed Rate* merupakan parameter yang memberikan kontribusi pengaruh terbesar terhadap kualitas permukaan dengan persentase sebesar 43,23%, kemudian diikuti oleh kedalaman potong dan kecepatan *Spindle*. Kombinasi parameter yang dianggap optimal pada penelitian tersebut adalah *Spindle speed* sekitar 2600 rpm, *Feed Rate* 65 mm/min, dan *Depth of Cut* 2,5 mm.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Poornesh et al. 2022) menggunakan rancangan eksperimen *Taguchi L9 Orthogonal Array* untuk menganalisis pengaruh parameter pemotongan pada proses *Face milling* aluminium 6061. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter *Spindle speed*, *Feed Rate*, dan *Depth of Cut* merupakan faktor utama yang memengaruhi nilai kekasaran permukaan. Dalam penelitian tersebut juga dijelaskan bahwa perubahan nilai *Feed Rate* memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap kualitas permukaan yang dihasilkan selama proses pemesinan. Penelitian yang dilakukan oleh (Nagamani et al. 2023) juga membandingkan pendekatan eksperimen konvensional dengan metode *Taguchi* pada proses *CNC milling* aluminium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Taguchi* mampu menentukan kombinasi parameter pemotongan yang optimal dengan jumlah percobaan yang lebih sedikit dibandingkan metode eksperimen konvensional. Dengan demikian, metode ini dinilai lebih efisien dalam

menganalisis pengaruh parameter pemotongan terhadap respon proses seperti kekasaran permukaan dan material *removal rate*.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas pengaruh parameter pemotongan terhadap kualitas permukaan aluminium pada proses *milling*, sebagian besar penelitian tersebut menganalisis beberapa parameter secara bersamaan. Hal tersebut menyebabkan kontribusi masing-masing parameter terhadap perubahan kekasaran permukaan sulit diidentifikasi secara lebih spesifik. Selain itu, perbedaan kondisi pemesinan seperti jenis pahat, metode pendinginan, serta variasi kombinasi parameter yang digunakan sering menghasilkan perbedaan hasil penelitian. Kondisi ini menunjukkan bahwa masih terdapat celah penelitian (*research gap*) dalam memahami secara lebih mendalam hubungan antara parameter pemotongan dengan kekasaran permukaan aluminium 6061, khususnya pada proses *milling* yang dianalisis menggunakan pendekatan eksperimen yang sistematis. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk menganalisis serta mengoptimasi parameter pemotongan adalah metode *Taguchi*, yang memanfaatkan rancangan eksperimen berbasis *Orthogonal Array* untuk memperoleh kombinasi parameter yang optimal dengan jumlah percobaan yang lebih efisien. Metode ini juga memungkinkan peneliti untuk menentukan parameter yang paling berpengaruh terhadap respon proses melalui analisis *Signal-to-Noise Ratio (S/N)* dan *Analysis of Variance (ANOVA)*. Oleh karena itu, penggunaan metode *Taguchi* menjadi salah satu pendekatan yang efektif dalam penelitian optimasi parameter pemesinan, khususnya dalam menganalisis pengaruh parameter pemotongan terhadap kualitas permukaan hasil proses *milling* aluminium.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis pengaruh variabel pemotongan (*spindle speed*, *feed rate*, dan *depth of cut*) sebagai variabel utama terhadap kekasaran permukaan (*Ra*) dan temperatur pemotongan pada proses *CNC milling* aluminium 6061. Dengan pendekatan ini, diharapkan hubungan antara *feed rate* terhadap kualitas permukaan dan temperatur pemotongan dapat dianalisis secara lebih spesifik dan mendalam menggunakan metode *taguchi*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variabel pemotongan (*spindle speed*, *feed rate*, dan *depth of cut*) terhadap kekasaran permukaan Aluminium 6061 pada proses CNC milling?
2. Bagaimana pengaruh variabel pemotongan terhadap temperatur pemotongan selama proses CNC milling Aluminium 6061?
3. Variabel pemotongan manakah yang paling dominan memengaruhi kekasaran permukaan berdasarkan metode Taguchi dan ANOVA?
4. Bagaimana kombinasi parameter pemotongan optimum yang menghasilkan kekasaran permukaan rendah dan temperatur pemotongan yang stabil?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh variabel pemotongan (*spindle speed*, *feed rate*, dan *depth of cut*) terhadap kekasaran permukaan Aluminium 6061.
2. Menganalisis pengaruh variabel pemotongan terhadap temperatur pemotongan.
3. Mengevaluasi pengaruh masing-masing variabel pemotongan menggunakan metode Taguchi dan ANOVA.
4. Menentukan kombinasi parameter pemotongan optimum yang menghasilkan kualitas permukaan terbaik dengan temperatur pemotongan yang stabil.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan pemahaman mengenai pengaruh variabel pemotongan terhadap kekasaran permukaan pada proses *CNC milling* bahan paduan aluminium 6061, sehingga dapat menambah referensi ilmiah dalam bidang proses pemesinan.

2. Menjadi sumber informasi mengenai hubungan antara parameter pemotongan dengan temperatur pemotongan yang terjadi pada zona pemotongan selama proses *milling* berlangsung.
3. Memberikan kontribusi dalam penerapan metode *taguchi* sebagai pendekatan eksperimen untuk menganalisis serta mengoptimasi parameter pemotongan pada proses pemesinan.
4. Menjadi acuan dalam menentukan parameter pemotongan yang lebih optimal sehingga dapat menghasilkan kualitas permukaan yang lebih baik serta meningkatkan efisiensi proses pemesinan pada material aluminium 6061.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan pada proses *CNC milling* dengan menggunakan material aluminium paduan 6061 sebagai benda kerja.
2. Penelitian menggunakan tiga variabel pemotongan, yaitu *spindle speed*, *feed rate*, dan *depth of cut* yang disusun menggunakan metode Taguchi *Orthogonal Array* L9.
3. Analisis pengaruh parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan dan temperatur pemotongan dilakukan menggunakan pendekatan metode *taguchi* melalui rancangan eksperimen yang telah ditentukan.
4. Pengukuran respon penelitian meliputi nilai kekasaran permukaan (R_a) dan temperatur pada zona pemotongan, yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas hasil pemesinan selama proses *CNC milling* berlangsung.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai alur pembahasan pada setiap bab dalam skripsi. Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan skripsi.

BAB II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Bab ini membahas teori-teori yang berkaitan dengan penelitian, seperti proses *CNC milling*, karakteristik material aluminium 6061, kekasaran permukaan, temperatur pemotongan pada proses pemesinan, serta konsep metode *taguchi* yang digunakan dalam analisis penelitian. Selain itu, bab ini juga memuat hasil penelitian terdahulu yang relevan sebagai dasar pendukung penelitian.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi desain eksperimen dengan metode *taguchi*, variabel penelitian, alat dan bahan yang digunakan, prosedur pelaksanaan eksperimen, serta metode pengumpulan dan analisis data yang digunakan untuk mengevaluasi kekasaran permukaan dan temperatur pemotongan pada proses *CNC milling*.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menyajikan hasil pengolahan data yang diperoleh dari proses eksperimen, kemudian dianalisis menggunakan metode *taguchi*, termasuk analisis *Signal-to-Noise Ratio (S/N)* dan *Analysis of Variance (ANOVA)*. Selanjutnya dilakukan pembahasan pengaruh variabel pemotongan terhadap kekasaran permukaan dan temperatur pemotongan pada proses *CNC milling* aluminium 6061.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya maupun penerapan dalam proses pemesinan di bidang manufaktur.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini berisi daftar referensi yang digunakan dalam penyusunan skripsi, meliputi buku, jurnal ilmiah, skripsi, serta sumber lain yang relevan, dan disusun sesuai dengan ketentuan penulisan ilmiah yang berlaku.

LAMPIRAN

Bagian lampiran berisi dokumen pendukung penelitian, antara lain data hasil pengukuran kekasaran permukaan, tabel perhitungan, gambar spesimen uji, spesifikasi alat dan mesin, serta dokumentasi pelaksanaan penelitian.