

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wire Electrical Discharge Machining (WEDM) merupakan proses pemesinan non-konvensional yang menggunakan kawat sebagai elektroda untuk mengikis material dari benda kerja melalui panas yang dihasilkan oleh percikan listrik. Proses ini sangat efektif digunakan untuk memotong material keras seperti baja karbon, titanium, dan *stainless steel*. Kemampuan WEDM dalam menghasilkan pemotongan yang presisi menjadikannya solusi penting dalam industri manufaktur modern. Menurut Qudeiri et al., (2020). WEDM merupakan proses pemotongan logam tanpa adanya kontak antara elektroda (kawat) dan benda kerja. Menurut Muniappan et al., (2019) menyatakan bahwa WEDM semakin banyak digunakan karena kemampuannya menghasilkan permukaan akhir yang halus serta akurasi dimensi yang tinggi. Secara umum, proses pemotongan WEDM bekerja dengan memanfaatkan aliran listrik bertegangan tinggi antara elektroda dan benda kerja untuk mengikis material secara presisi.

Wire Electrical Discharge Machining (WEDM) memiliki keunggulan dalam memotong material yang keras dan berbentuk kompleks dengan tingkat presisi yang tinggi, sehingga sangat sesuai digunakan dalam proses pembuatan roda gigi lurus (*spur gear*) yang memiliki profil *involute*. Ketelitian profil *involute* sangat penting untuk menjaga efisiensi transmisi daya, mencegah terjadinya celah bebas (*backlash*), serta mengurangi getaran. Parameter *pulse on time* dan *feed rate* berpengaruh secara signifikan terhadap kesalahan profil *involute*, di mana kedua parameter tersebut memiliki hubungan sebanding dengan tingkat erosi material dan penyimpangan dimensi gigi (Yusron et al., 2021). Seiring berkembangnya teknologi manufaktur yang menuntut peningkatan ketelitian komponen, metode pemesinan seperti WEDM menjadi semakin relevan karena mampu memenuhi kebutuhan akan toleransi yang ketat. *feed rate* memengaruhi jumlah energi percikan listrik semakin tinggi arus listrik yang digunakan, semakin besar laju erosi material, namun hal ini juga dapat menyebabkan penurunan ketelitian geometris. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan arus berbanding lurus dengan peningkatan kesalahan profil pada roda gigi lurus berprofil *involute* (Gapsari & Bagus, 2011). *Pulse on time* juga berpengaruh terhadap kualitas hasil pemotongan dan tingkat keausan elektroda, di mana durasi nyala pulsa yang terlalu lama dapat memperbesar zona yang terpengaruh panas serta menurunkan ketelitian bentuk akhir (Yusron et al., 2021). Oleh karena itu, pengendalian yang tepat terhadap kedua parameter tersebut sangat penting untuk

pengendalian yang tepat terhadap kedua parameter tersebut sangat penting untuk menghasilkan roda gigi dengan profil yang presisi tinggi serta meningkatkan efisiensi dan kualitas proses pemesinan.

Feed rate pada proses WEDM didefinisikan sebagai kecepatan pergerakan kawat elektroda terhadap benda kerja selama pemotongan berlangsung. Parameter ini berperan dalam mengatur laju maju pemotongan serta kestabilan celah percikan (*spark gap*). Selama kondisi discharge stabil, peningkatan *feed rate* dapat meningkatkan laju pemesinan dan berkontribusi terhadap kenaikan Material Removal Rate (MRR). (Pujara et al., 2018) mengatakan pada penelitiannya bahwa *feed rate* merupakan parameter signifikan yang memengaruhi MRR karena perubahan kecepatan gerak pemotongan berdampak pada efektivitas erosi material pada zona discharge. Namun, *feed rate* yang terlalu tinggi dapat menyebabkan ketidakstabilan aliran dielektrik dan variasi lebar kerf, sehingga berpotensi menimbulkan deviasi pada kontur *involute*, *feed rate* sebagai parameter non-elektrik memiliki peran penting dalam menjaga ketelitian bentuk pada pemesinan profil roda gigi berbasis WEDM melalui pengaruhnya terhadap kestabilan proses pemotongan. Dengan demikian, *feed rate* tidak hanya memengaruhi MRR sebagai indikator produktivitas, tetapi juga berperan krusial dalam mempertahankan akurasi dan kesesuaian profil *involute* pada proses manufaktur roda gigi.

Material aluminium 6061 merupakan material yang memiliki sifat konduktif dan struktur mikro yang stabil, sehingga sangat cocok untuk diproses menggunakan *Wire Electrical Discharge Machining* (WEDM). Material ini juga dikenal memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, ketahanan korosi yang baik, dan kemudahan dalam pemrosesan. Proses WEDM memungkinkan pemotongan material dengan tingkat presisi tinggi tanpa memberikan beban mekanis, yang membuatnya ideal untuk aluminium 6061 yang sulit diproses dengan metode konvensional. Selain itu, struktur mikro aluminium 6061 yang halus dan stabil membantu menghasilkan potongan dengan kualitas permukaan yang baik (Leon Joseph Leon et al., 2019). Dalam perkembangan industri manufaktur modern, permintaan terhadap komponen yang ringan, kuat, dan tahan korosi semakin meningkat, terutama di sektor otomotif, dirgantara, dan kelautan. Aluminium 6061 banyak dipilih untuk memenuhi kebutuhan ini, termasuk dalam pembuatan roda gigi lurus. Roda gigi lurus membutuhkan presisi tinggi dan kualitas permukaan yang halus, di mana Aluminium 6061 menjadi pilihan tepat karena ringan, cukup kuat untuk aplikasi beban sedang, serta mudah diproses menggunakan WEDM, dalam pembuatan spur gear melalui proses WEDM

merupakan kombinasi yang efektif dan efisien dalam memenuhi kebutuhan manufaktur modern

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa masalah telah diidentifikasi pada penelitian kali ini berdasarkan penjelasan pada latar belakang adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh parameter *pulse on time* dan *feed rate* terhadap profil *involute* roda gigi lurus material aluminium 6061 menggunakan proses pemotongan *Wire EDM*?
2. Bagaimana pengaruh parameter *pulse on time* dan *feed rate* terhadap *material removal rate* roda gigi lurus material aluminium 6061 menggunakan proses pemotongan *Wire EDM*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini dapat diringkas sebagai berikut berdasarkan konteks dan masalah yang diidentifikasi.

1. Mengetahui pengaruh parameter *pulse on time* dan *feed rate* terhadap profil *involute* roda gigi lurus hasil pemesinan *Wire EDM* pada material aluminium 6061.
2. Mengetahui pengaruh parameter *pulse on time* dan *feed rate* terhadap *material removal rate* dalam proses pemesinan *Wire EDM* pada material aluminium 6061.

1.4 Batasan Masalah

Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi masalah dalam penelitian kali ini sehingga perlu dibatasi dengan beberapa masalah. Berikut merupakan batasan masalah dari penelitian yang akan dilakukan.

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada material aluminium 6061.
2. Pemotongan hanya dilakukan pada jenis roda gigi lurus dan tidak menguji kekuatan *gear*.
3. Kondisi lingkungan dan alat pemotong (*Wire EDM*) di asumsikan konstan selama proses pemotongan
4. Jenis kawat yang digunakan dalam proses *Wire EDM* adalah *molybdenum* dan tidak di variasikan.
5. Penelitian tidak menganalisis faktor-faktor lain seperti tegangan kawat, tekanan dielektrik, atau suhu lingkungan yang mungkin mempengaruhi hasil pemotongan.

6. Pengujian dilakukan pada ukuran roda gigi lurus tertentu tanpa variasi ukuran yang signifikan
7. Penelitian ini tidak membahas tentang *backlash*.
8. Penelitian ini tidak membahas kekuatan *spur gear*

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi ini dilakukan secara sistematis yang terdiri dari beberapa bab. Berikut merupakan sistematika penulisan pada skripsi kali ini.

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama pendahuluan membahas latar belakang penelitian yang menguraikan pentingnya studi terhadap pengaruh *pulse on time* dan *feed rate* dalam proses WEDM, khususnya dalam pemotongan spur gear menggunakan material aluminium 6061. Bab ini juga merumuskan masalah penelitian, merumuskan tujuan penelitian, dan menyajikan batasan masalah pada penelitian kali ini. Diakhir bab, dijelaskan sistematika penulisan yang akan diikuti dalam laporan kali ini.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab kedua, tinjauan pustaka berisi tentang landasan teori dan penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian kali ini. Dimulai dengan pembahasan mengenai proses *Wire EDM*, termasuk prinsip kerja dan faktor-faktor yang mempengaruhi proses pemotongan. Bab ini diakhiri dengan penjelasan singkat penelitian terdahulu yang berkaitan untuk menunjang gambaran studi yang dilakukan.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi uraian lengkap mengenai metode yang digunakan dalam penelitian, mulai dari desain penelitian hingga teknik pengumpulan dan analisis data. Desain penelitian ini bersifat eksperimental, di mana variasi parameter *pulse on time* dan *feed rate* akan diatur untuk mengamati pengaruhnya terhadap profil *involute* dan material *removal rate*. Teknik pengolahan dan analisis data juga dibahas, di mana hasil eksperimen akan dianalisis menggunakan metode statistik untuk mendapatkan kesimpulan yang benar.

4. BAB IV PEMBAHASAN

Bab IV ini berisi hasil dan pembahasan menyajikan hasil pengolahan data yang diperoleh melalui eksperimen WEDM pada material Aluminium 6061 dengan variasi parameter *pulse on time* dan *feed rate*. Pada bab ini, seluruh data dianalisis secara sistematis untuk mengetahui hubungan antarvariabel serta kecenderungan yang

muncul pada nilai profil *involute* dan *material removal rate*. Selain itu, Bab IV juga memuat pembahasan yang mendalam mengenai fenomena yang ditemukan selama penelitian dengan mengaitkannya pada teori-teori yang telah diuraikan pada bab sebelumnya.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V ini berisi kesimpulan dan saran berisi simpulan dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilaksanakan dengan merangkum temuan utama mengenai pengaruh *pulse on time* dan *feed rate* terhadap profil *involute* serta *material removal rate*. Pada bagian akhir bab ini, disampaikan beberapa saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian berikutnya maupun untuk pengembangan proses pemesinan WEDM dalam penerapan praktis.