

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

*Wire Electrical Discharge Machining (Wire-EDM)* adalah proses pemesinan yang menggunakan kawat sebagai elektroda untuk mengerosi material dari benda kerja melalui pemanasan yang dihasilkan oleh percikan listrik. Proses ini sangat efektif untuk memotong bahan keras dan kompleks, seperti besi, *stainless steel*, keramik dan *silikon karbida* (SiC), yang sulit diproses dengan metode permesinan konvensional. *Wire-EDM* digunakan dalam pembuatan cetakan, komponen mesin, dan alat potong, di mana toleransi yang ketat dan kualitas permukaan yang baik untuk pembuatan bentuk yang rumit dan memiliki tingkat presisi yang tinggi (Singh et al., 2020).

Penggunaan *Wire EDM (Electrical Discharge Machining)* sangat umum dalam industri untuk memproduksi komponen dengan bentuk yang kompleks. Proses ini memiliki beberapa keunggulan, seperti kemampuan untuk memproses benda kerja yang tipis atau sangat keras tanpa kontak langsung antara benda kerja dan elektroda. *Wire EDM* juga dapat menyelesaikan hampir semua jenis pekerjaan yang dilakukan pada mesin konvensional (Domi et al., 2021). Parameter *Pulse on time* dan *pulse current* adalah dua faktor kritis yang mempengaruhi hasil pemotongan. *Pulse on time* mengacu pada durasi di mana arus listrik dialirkan selama proses pemotongan, sedangkan *pulse current* adalah besaran arus yang mengalir selama proses tersebut. Penelitian (Kumar dan Singh, (2021), menunjukkan bahwa variasi dalam *Pulse on time* dapat mengubah karakteristik *kerf*, dengan pengaturan yang tepat dapat menghasilkan lebar *kerf* yang lebih kecil dan meningkatkan akurasi pemotongan. Hal ini penting dalam pembuatan *spur gear*, di mana kesesuaian dimensi sangat krusial untuk fungsi yang efisien.

Parameter *pulse on time* dan *pulse current* memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas permukaan. Menurut Yusron et al.,(2021), bahwa kombinasi kedua parameter tersebut berbanding lurus dengan peningkatan jumlah dan ukuran *crater*, serta munculnya struktur mikro seperti *pockmark* dan *micro-crack* pada baja perkakas. kualitas hasil potong sangat bergantung pada parameter proses yang digunakan, di antaranya adalah *pulse on time* dan *pulse current*. Kedua parameter ini memengaruhi mekanisme pelepasan energi listrik yang menghasilkan erosi pada permukaan material, sehingga berdampak pada *kerf width* (lebar potong) dan *microtopography* (struktur mikro permukaan).

Salah satu aspek yang penting dalam pemotongan presisi tinggi seperti pada pembuatan *spur gear* adalah *kerf width*. Variabel utama yang mempengaruhi kualitas hasil

potongan adalah *pulse on time* dan *pulse current*. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa parameter ini sangat mempengaruhi *kerf width* dan kehalusan permukaan (*surface roughness*) pada material yang sulit dipotong (J. Kumar et al., 2022). Lebar *kerf* menjadi faktor kritis karena terkait dengan presisi dimensi produk akhir. Pada *Wire EDM*, peningkatan *pulse on time* cenderung meningkatkan lebar *kerf* karena jumlah pelepasan energi yang lebih tinggi dalam setiap siklus, sementara *pulse current* yang tinggi dapat meningkatkan laju pelepasan material dan menurunkan lebar *kerf*. Namun, variasi parameter ini juga berdampak pada konsumsi energi, yang penting dalam konteks efisiensi biaya produksi di industri. Pendekatan optimasi seperti Taguchi dan *Grey Relational Analysis* (GRA) sering digunakan dalam penelitian untuk menentukan kombinasi parameter optimal yang menghasilkan lebar *kerf* minimum.

Berdasarkan penelitian (Roy & Narendranath, 2018). menunjukkan bahwa *Feed rate* berpengaruh besar terhadap pembentukan karakter permukaan. *Feed rate* yang tinggi membantu membawa molten debris keluar dari area pemotongan dengan lebih cepat, sehingga permukaan tidak banyak tertutup lapisan. Namun jika *Feed rate* terlalu rendah, kawat terlalu lama berada pada titik percikan yang sama sehingga menyebabkan *overheating* lokal dan meningkatkan jumlah material yang meleleh dan kembali menempel. parameter energi dan pergerakan kawat sama-sama memiliki peran dalam menentukan kualitas akhir pemotongan. Pada proses pembuatan *spur gear* dari *stainless steel*, dua hal yang sangat penting adalah *kerf width* dan *microtopography*. *Kerf width* perlu dikontrol agar dimensi gigi *gear* tetap presisi dan tidak terjadi kesalahan ukuran yang bisa mengganggu kerja transmisi. *Microtopography* juga penting, karena permukaan gigi yang kasar atau penuh lapisan *re-solidified* dapat menyebabkan gesekan lebih tinggi dan mempercepat keausan *gear*. parameter yang berkaitan dengan energi percikan mempunyai efek yang mirip dengan *spark gap voltage*, yaitu menentukan seberapa besar energi tiap percikan yang mengenai permukaan. Artinya, semakin besar *pulse on time*, semakin besar pula pelelehan material yang terjadi dan semakin besar kemungkinan terbentuknya *crater* atau lapisan *re-solidified* pada permukaan.

## 1.2 Rumusan masalah

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

1. Bagaimana pengaruh serta presentase kontribusi dari parameter *Pulse on time* dan *Feed rate* terhadap *kerf width* pada mesin *Wire EDM* proses pemotongan *spur gear* menggunakan material *stainless steel* ?

2. Bagaimana karakteristik material *stainless steel* 304 hasil pemotongan *Wire EDM* menggunakan uji SEM proses pemotongan *spur gear* ?

### **1.3 Tujuan penelitian**

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

1. Menganalisis pengaruh variasi *pulse on time* dan *Feed rate* terhadap *kerf width* pada proses pemotongan *spur gear* menggunakan material *Stainless steel* 304 dengan metode *Wire EDM*.
2. Menganalisis pengaruh variasi *pulse on time* dan *Feed rate* terhadap *microtopography* pada proses pemotongan *spur gear* pada *Wire EDM* pada material *Stainless steel* 304.

### **1.4 Batasan masalah**

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

1. Kondisi lingkungan dan alat pemotong (*Wire EDM*) di asumsikan konstan selama proses pemotongan
2. Jenis kawat yang digunakan dalam proses *Wire EDM* adalah satu jenis dan tidak di variasikan.
3. Penelitian tidak menganalisis faktor-faktor lain seperti tegangan kawat, tekanan dielektrik, atau suhu lingkungan yang mungkin mempengaruhi hasil pemotongan.
4. Pengujian dilakukan pada ukuran *spur gear* tertentu tanpa variasi ukuran yang signifikan.
5. Tidak menguji kekuatan, kinerja unit elemen *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 1 dalam penelitian ini membahas latar belakang penelitian yang menguraikan pentingnya studi terhadap pengaruh *pulse on time* dan *Feed rate* dalam proses *Wire EDM*, khususnya dalam pemotongan *spur gear* berbahan *stainless steel* 304. Bab ini berisi masalah penelitian, tujuan penelitian, dan batasan masalah pada penelitian kali ini.

## **2. BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Bab 2 menguraikan tinjauan pustaka yang menjelaskan kajian 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. Mengulas penelitian terdahulu yang relevan dan menjadi dasar dalam penelitian ini.

## **3. BAB III: METODOLOGI PENELITIAN**

Bab 3 menguraikan metodologi penelitian untuk menguji pengaruh *pulse on time* dan *Feed rate* pada *kerf width* dan *microtopography* pemotongan *spur gear Stainless Steel* dengan *Wire EDM*. Penelitian ini menggunakan desain eksperimen, dimulai dari persiapan alat dan bahan, hingga pelaksanaan pengujian dan analisis data. Pengukuran meliputi *kerf width* dan *microtopography* dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM), dilanjutkan dengan analisis statistik.

## **4. BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab IV menguraikan hasil pengujian serta analisis mendalam terhadap data yang diperoleh. Penjelasan meliputi hasil pengukuran *kerf width*, pengamatan *microtopography* menggunakan SEM, analisis ANOVA, serta pembahasan mengenai pengaruh *pulse on time* dan *feed rate* terhadap kedua variabel respon.

## **5. BAB V : PENUTUP**

Bab ini memuat kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian serta saran untuk penelitian selanjutnya maupun pengembangan proses pemotongan menggunakan *Wire EDM*