

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia industri yang semakin maju mendorong para pelaku dunia industri untuk meningkatkan kebutuhan alat-alat yang lebih efektif dan efisien, dengan kemajuan ini, Penggunaan teknologi pemotongan laser dalam industri manufaktur telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Teknik ini menawarkan sejumlah keunggulan, seperti presisi tinggi, efisiensi waktu, dan pemotongan yang bersih, yang menjadikannya pilihan yang menarik untuk berbagai aplikasi, termasuk di dalamnya pengolahan baja ASTM A36 yang banyak digunakan. Dalam pemrosesan material, MRR adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi produktivitas dan efisiensi proses. Semakin tinggi MRR, semakin cepat produksi dapat diselesaikan. Namun, pemotongan yang cepat seringkali menghasilkan kekasaran permukaan yang tinggi, yang dapat mengurangi kualitas produk akhir. Oleh karena itu, penelitian yang berfokus pada optimasi parameter pemotongan untuk mencapai hasil pemotongan dengan MRR yang tinggi dan kekasaran permukaan yang rendah sangat penting (Jurnal *et al.*, 2023).

Menurut (Suprayogi & Tjahjanti, 2017) baja ASTM A36 dikenal karena kekuatannya yang baik dan kemampuannya untuk dibentuk dengan mudah, membuatnya sangat populer dalam konstruksi, otomotif, dan berbagai industri lainnya. Dalam konteks ini, parameter pemotongan seperti kecepatan laser, laser power (daya laser), tekanan gas, dan ketebalan baja menjadi faktor kunci yang mempengaruhi hasil pemotongan laser pada baja ASTM A36. Hasil pemotongan, yang dapat diukur melalui tingkat *Material Removal Rate* (MRR) dan kekasaran permukaan, memiliki dampak langsung pada kualitas produk akhir dan efisiensi proses manufaktur. Namun, perlu diketahui bahwa pengaturan parameter pemotongan yang tidak tepat dapat menghasilkan hasil yang tidak optimal, seperti MRR yang rendah atau kekasaran permukaan yang buruk. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis menyeluruh terhadap pengaruh parameter pemotongan dan ketebalan baja dalam pemotongan laser pada baja ASTM A36. Plat baja ASTM A36 adalah baja karbon rendah yang memiliki kekuatan yang baik dan juga ditambah dengan sifat baja yang bisa dirubah. Plat baja ASTM A36 juga dapat dilakukan pelapisan *galvanish* maupun *coating* untuk memberikan ketahanan terhadap korosi.

Laser *cutting* adalah proses pemotongan yang memanfaatkan sinar laser, bekerja dengan mengarahkan output laser daya tinggi melalui *nozzle* menggunakan laser berkekuatan tinggi

yang dikendalikan dengan komputer untuk melakukan pemotongan material. Teknologi laser *cutting* telah menjadi solusi yang signifikan dalam mengatasi tantangan teknologi saat ini, dengan keunggulan seperti presisi yang tinggi, kecepatan proses yang cepat, dan biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan metode pemotongan konvensional. Salah satu aspek penting dari penelitian ini adalah mengoptimalkan kualitas hasil pemotongan dalam proses laser *cutting*. Kualitas pemotongan ini mengacu pada tingkat kekasaran permukaan yang dihasilkan. Dalam data pemotongan laser *cutting*, terdapat beberapa hasil pemotongan yang tidak memenuhi standar kualitas yang diinginkan, sehingga diperlukan upaya untuk memperbaiki hasil tersebut melalui proses penghalusan. Kecepatan pemotongan yang tinggi dalam proses laser *cutting* dapat mengakibatkan tingkat kekasaran yang lebih tinggi dan ketidaksimetrisan dimensi, sedangkan untuk mencapai hasil pemotongan dengan tingkat kekasaran yang lebih rendah akan mempengaruhi kecepatan pemotongan (Prihadianto D, B. Nugroho, 2018).

Peningkatan yang signifikan dalam produksi berbasis *sheet metal* telah mendorong permintaan akan peningkatan kualitas produk. Proses pemotongan laser CNC telah menjadi salah satu pilihan utama dalam usaha mengatasi pemotongan material *sheet metal* yang keras dan berpola rumit dengan efisiensi waktu yang tinggi. Untuk menghasilkan bentuk geometri kompleks dalam dua dimensi, metode pemotongan yang paling umum adalah menggunakan sinar laser atau pemotongan dengan *water-jet*. Pemotongan laser adalah proses termal di mana material dipotong dengan melelehkan atau menguapkannya secara lokal menggunakan sinar laser yang difokuskan. Garis potongan dibentuk dengan menggerakkan sinar laser secara relatif terhadap permukaan benda kerja. Proses pemotongan dengan laser diharapkan dapat meningkatkan kualitas produk, khususnya dalam hal kondisi permukaan benda kerja dengan tingkat kekasaran minimal, sambil tetap menjaga kecepatan pemotongan laser yang optimal. Beberapa parameter proses yang terlibat dalam proses ini meliputi titik fokus sinar laser, kecepatan gas, dan kecepatan pemotongan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kombinasi parameter proses pemotongan laser yang dapat menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang minimal. Untuk mencapai tujuan ini, analisis data mengenai tingkat kekasaran permukaan dilakukan menggunakan pendekatan metode. Optimasi parameter-proses seperti titik fokus sinar laser, kecepatan gas, dan kecepatan pemotongan dilakukan untuk mencari nilai kekasaran permukaan yang paling rendah. Penelitian ini dilakukan sesuai dengan prinsip-prinsip metode (Satyawardhana et al., 2022).

Analisis varians (ANOVA) digunakan untuk mengeksplorasi pengaruh parameter pada proses *friction stir welding* (FSW). ANOVA dua arah diterapkan untuk menyelidiki dampak

langsung variabel independen pada hasil serta interaksi di antara variabel independen terhadap hasil. Dalam konteks pengelasan ini, ANOVA dua arah berguna untuk memahami bagaimana parameter FSW, seperti diameter *shoulder* dan *traverse speed*, memengaruhi sifat mekanik atau karakteristik hasil pengelasan. Selain itu, analisis ini dapat mengidentifikasi hubungan antar parameter tersebut. Proses ANOVA dapat mengungkapkan kontribusi relatif masing-masing variabel independen terhadap hasil. *Software* Minitab dapat digunakan untuk melakukan perhitungan ANOVA, termasuk perhitungan jumlah kuadrat dan derajat kebebasan. Untuk menilai signifikansi pengaruh, nilai F yang dihitung harus dibandingkan dengan nilai F tabel (A. S. Rahmawati & Erina, 2020).

Salah satu permasalahan umum yang kerap timbul dalam proses pemotongan laser adalah ketidaksempurnaan hasil pemotongan, yang mencakup permukaan kasar hingga terhentinya pemotongan pada produk. Upaya mencapai hasil pemotongan dengan tingkat kekasaran serendah mungkin akan berdampak pada peningkatan waktu pemotongan. Di sisi lain, percepatan waktu pemotongan dapat menghasilkan tingkat kekasaran yang tinggi, akibat dari kecepatan sinar laser yang berlebihan dalam memotong material. Untuk mencapai produk dengan tingkat kekasaran serendah mungkin, diperlukan pengaturan parameter yang berpengaruh, termasuk penyesuaian titik fokus sinar laser, tekanan gas pemotongan, dan kecepatan pemotongan (Prihadianto D, B. Nugroho, 2018).

Cutting gap, atau celah pemotongan, merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kualitas hasil pemotongan dalam berbagai proses industri, seperti pemotongan laser, plasma, dan pisau mekanis. *Stand of distance* adalah jarak antara alat pemotong dan material yang sedang diproses. Pemilihan *cutting gap* yang tepat menjadi kunci utama untuk mencapai hasil pemotongan yang presisi dan berkualitas tinggi. Ketepatan *cutting gap* tidak hanya memengaruhi dimensi produk akhir tetapi juga mempengaruhi sifat permukaan dan ketahanan material setelah proses pemotongan. Pada proses pemotongan laser, seperti pada bahan logam dan lembaran baja, celah pemotongan menentukan seberapa baik material meleleh atau terbakar oleh sinar laser. Ketika *cutting gap* terlalu kecil, material dapat menempel atau menyebabkan deformasi pada permukaan. Sebaliknya, jika *cutting gap* terlalu besar, proses pemotongan bisa kehilangan presisi, sehingga menghasilkan hasil pemotongan yang kasar dan tidak akurat. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya pengaturan *cutting gap* yang tepat, baik dalam operasi manual maupun CNC (*Computer Numerical Control*), untuk mencapai keseimbangan antara kecepatan dan kualitas pemotongan.

Penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam teknologi pemotongan, termasuk dalam hal *cutting gap*, sangat penting bagi industri manufaktur modern. Penyesuaian *cutting gap* yang tepat tidak hanya meningkatkan efisiensi proses, tetapi juga mengurangi biaya produksi dan memperpanjang umur peralatan. Misalnya, pada proses pemotongan dengan plasma, pengaturan celah yang optimal akan mengurangi konsumsi energi dan meningkatkan umur kerja alat pemotong, serta memberikan hasil yang lebih konsisten. Beberapa teknologi modern, seperti laser *cutting* yang dilengkapi dengan sistem kontrol numerik komputer (CNC), memungkinkan pengaturan *cutting gap* secara otomatis. Dengan bantuan sensor dan teknologi kontrol, *cutting gap* dapat disesuaikan secara real-time untuk memastikan hasil pemotongan yang optimal. Hal ini memberikan keuntungan besar dalam hal kecepatan, fleksibilitas, dan kualitas produksi, terutama dalam pemotongan geometri kompleks pada material yang keras seperti baja atau aluminium. Dalam konteks industri, *cutting gap* sangat berperan dalam berbagai sektor seperti otomotif, galangan kapal, hingga aerospace. Dengan berkembangnya teknologi pemotongan, pengaturan *cutting gap* yang presisi dan optimal menjadi semakin penting untuk menjamin kualitas, akurasi, dan efisiensi dalam setiap proses produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perumusan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh laser power dan ketebalan baja terhadap kekasaran permukaan benda kerja plat baja ASTM A36 pada proses laser *cutting*?
2. Bagaimana pengaruh laser power dan ketebalan baja terhadap *cutting gap* benda kerja plat baja ASTM A36 pada proses laser *cutting*?
3. Seberapa besar kontribusi parameter laser power dan ketebalan baja yang mempengaruhi terhadap *cutting gap* dan kekasaran permukaan pada plat baja ASTM A36?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh laser power dan ketebalan baja pada kekasaran permukaan benda kerja plat baja ASTM A36 pada proses laser *cutting*.
2. Mengetahui pengaruh laser power dan ketebalan baja pada *cutting gap* benda kerja plat baja ASTM A36 pada proses laser *cutting*.

3. Mengetahui kontribusi parameter laser *power* dan ketebalan baja yang mempengaruhi terhadap *cutting gap* dan kekasaran permukaan pada plat baja ASTM A36.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diimpletasikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Fokus pada sensor laser tidak dapat diubah
2. Jarak *nozzle* yang tidak dapat diubah
3. Tanpa media pendingin

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mampu mengaplikasikan parameter pemotongan, ketebalan baja dan kekasaran permukaan pada baja ASTM A36.
2. Menambah wawasan tentang proses laser *cutting* lebih mendalam.
3. Sebagai acuan dalam penelitian selanjutnya, khususnya pada sistem laser *cutting* dengan material dan metode yang berbeda.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penulisan ini mencakup beberapa bagian yaitu pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, hasil penelitian dan Analisa, juga kesimpulan dan saran. Dibawah ini dalah susunan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama yaitu pendahuluan yang akan memeparkan penjelasan terkait latar belakang sebuah penelitian, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan dan manfaat terkait penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab dua yaitu menjelaskan tinjauan pustaka sebagai refrensi pada masalah dalam penelitian yang dilakukan. Refrensi tersebut berkaitan dengan laser *cutting* dan metode anova. Pada bab ini juga memaparkan penelithan terdahulu dengan kajian yang sejenis.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab tiga yaitu metodologi penelitian yang berisikan rincian penjelasan penelitian yang memuat lokasi, waktu, alat dan bahan, jenis penelitian, *variable* yang digunakan. Bab tiga juga menjelaskan pengumpulan data, metode pengolahan dan serta jadwal pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

Bab empat yaitu membahas data yang di dapatkan pada penelitian yang merupakan data proses pemotongan pada mesin laser *cutting* dan selanjutnya pengumpulan data dilakukan pengolahan data yaitu analisa metode anova.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab lima menjelaskan tentang kesimpulan dari hasil penelitian pemotongan baja ASTM A36, kekasaran permukaan. Bab lima juga berisi saran dari penelitian yang dilakukan sehingga dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian yang akan datang tentang metode anova.