

Pengaruh Waktu Terhadap Kekuatan Laser Tree LT-40W-AA Pada Rancang Bangun Mesin CNC 3 Axis Berbasis Arduino Uno

Banu Rusydi¹, Reni Listiana²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Otomasi Industri, Politeknik TEDC Bandung

²Dosen Program Studi Teknik Otomasi Industri, Politeknik TEDC Bandung

Email: banurusydi4@gmail.com , renilistiana@poltektedc.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh waktu terhadap kekuatan laser pada mesin CNC 3-axis berbasis Arduino Uno dengan menggunakan laser tree LT-40W-AA. Dalam pengembangan mesin CNC ini, kekuatan laser menjadi faktor penting dalam menentukan kualitas dan presisi pemotongan atau pengukiran bahan. Penelitian ini dilakukan dengan mengukur perubahan kekuatan laser selama berbagai durasi operasional dan menganalisis dampaknya terhadap hasil kerja mesin CNC. Metodologi penelitian melibatkan pengujian berbagai durasi waktu pemancaran laser pada bahan uji dengan ukuran dan ketebalan yang sama. Data yang diperoleh dianalisis untuk mengidentifikasi hubungan antara waktu pemancaran laser dan kekuatan yang dihasilkan, serta dampaknya terhadap kualitas pemotongan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan laser mengalami perubahan signifikan seiring dengan bertambahnya waktu pemancaran, dengan potensi peningkatan atau penurunan efisiensi pemotongan tergantung pada durasi penggunaan. Temuan ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan pengaturan laser dan meningkatkan performa mesin CNC 3-axis dalam aplikasi praktis.

Kata kunci: kekuatan laser, mesin CNC 3-axis, Arduino Uno, laser tree LT-40W-AA, waktu pemancaran.

ABSTRACT

This research aims to evaluate the effect of time on laser power on an Arduino Uno-based 3-axis CNC machine using the LT-40W-AA laser tree. In the development of this CNC machine, laser power is an important factor in determining the quality and precision of cutting or engraving materials. This research was carried out by measuring changes in laser power during various operational durations and analyzing its impact on the work results of CNC machines. The research methodology involves testing various laser emission durations on test materials of the same size and thickness. The data obtained was analyzed to identify the relationship between laser emission time and the resulting power, as well as its impact on cutting quality. The results showed that the laser power underwent significant changes as the emission time increased, with the potential to increase or decrease cutting efficiency depending on the duration of use. These findings can be used to optimize laser settings and improve the performance of 3-axis CNC machines in practical applications.

Keywords: laser power, 3-axis CNC machine, Arduino Uno, laser tree LT-40W-AA, transmission time.

1. PENDAHULUAN

Pemotongan material merupakan langkah awal dalam proses manufaktur, di mana berbagai metode pemotongan dapat dipilih berdasarkan kebutuhan spesifik seperti kapasitas pemotongan, kualitas hasil akhir, jenis material, kemudahan operasi, efisiensi biaya, dan keamanan (Heri Sunaryo, 2008).



Pemotongan dapat dilakukan secara mekanis melalui teknik seperti pengguntingan dan penggergajian, atau menggunakan sumber panas tinggi seperti pemotongan gas dan *plasma arc cutting*.

Mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) pertama kali dikembangkan pada tahun 1952 oleh *John Pearson* dari *Massachusetts Institute of Technology* atas permintaan Angkatan Udara Amerika Serikat untuk menghasilkan benda kerja yang rumit. Pada awalnya, teknologi CNC ini sangat mahal, sehingga baru sedikit perusahaan yang berani menginvestasikan dana untuk mengadopsinya pada tahun 1973. Seiring waktu, otomatisasi dalam produksi menggunakan mesin perkakas dimulai dengan kontrol *numerik* (NC), yang kemudian berkembang menjadi teknologi CNC yang didukung komputer pada tahun 1975. Kemajuan mikroprosesor berperan penting dalam memperkecil unit pengendali dan mempercepat pertumbuhan produksi mesin CNC (Irawan, 2016).

Dengan meningkatnya kebutuhan pemotongan yang rumit, berbagai metode pemotongan seperti *plasma cutting*, *water jet cutting*, *wire cutting*, dan laser *cutting* kini banyak digunakan dalam industri manufaktur. Pada penelitian ini, penulis memilih untuk fokus pada laser cutting, sebuah teknologi yang menggunakan sinar laser untuk memotong bahan, terutama dalam bidang manufaktur. Proses ini bekerja dengan mengarahkan laser daya tinggi melalui sistem optik yang diatur oleh CNC (*Computer Numerical Control*) untuk mencapai hasil yang presisi.

Mendefinisikan CNC sebagai proses otomatisasi mesin perkakas yang dikendalikan oleh instruksi digital. CNC, menurut mereka, memungkinkan produksi yang presisi dan efisien untuk pekerjaan berulang karena semua pergerakan alat potong dan komponen mesin dikendalikan oleh computer (Kalpakjian dan Schmid, 2014).

Berdasarkan latar belakang ini, penulis tertarik merancang mesin CNC 3 Axis dengan judul: "Pengaruh Waktu Terhadap Kekuatan Laser Tree Lt-40W-aa pada Rancang Bangun Mesin CNC 3 Axis Berbasis Arduino Uno." Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun alat CNC otomatis yang menggunakan laser *Tree Lt-40w-aa* untuk menghasilkan goresan yang presisi, dengan Arduino Uno sebagai pengendali utama. Dengan desain ini, diharapkan pekerjaan goresan, ukiran, dan pemotongan dapat dilakukan dengan lebih mudah, presisi, dan akurat.

2. KAJIAN TEORI

2.1 CNC (*Computer Numerical Control*)

Pemesinan *milling* adalah salah satu teknik yang umum digunakan dalam pembuatan komponen. Untuk mencapai kapasitas produksi yang tinggi, penting untuk meminimalkan waktu yang dibutuhkan dalam proses ini. Meskipun penggunaan parameter pemotongan maksimum dapat meningkatkan laju pemakanan material (*Material Removal Rate/MRR*), hal ini juga berpotensi meningkatkan kekasaran permukaan (*Ra*), (Suteja, et all 2008).

CNC, atau "*Computer Numerical Control*," dalam Bahasa Indonesia dikenal sebagai "komputer kontrol *numerik*," adalah mesin yang digunakan dalam manufaktur dengan menggunakan kontrol terkomputerisasi serta peralatan mesin. Mesin CNC unggul dalam hal kecepatan produksi, sehingga sangat cocok diterapkan dalam berbagai proses produksi. Mesin CNC pertama kali dibuat pada tahun 1940-an hingga 1950-an dengan cara memodifikasi mesin perkakas biasa. Awalnya, mesin ini dirancang untuk menghasilkan benda kerja yang rumit, namun tingginya biaya dan ukuran unit pengendali yang besar membuat hanya sedikit perusahaan yang tertarik berinvestasi dalam pengembangan teknologi ini.

Baru pada tahun 1975, perkembangan mesin CNC meningkat pesat setelah terciptanya mikroprosesor yang memungkinkan ukuran unit pengendali lebih kecil dan sederhana. Saat ini, mesin CNC telah diterapkan di berbagai bidang, mulai dari pendidikan dan riset hingga industri berskala

nasional maupun internasional, yang memanfaatkan kemampuan mesin ini untuk kebutuhan produksi yang lebih presisi dan efisien.

2.2 Laser *Tree Lt-40W-aa*

Dengan menggunakan Laser *Tree Lt-40W-aa* sebagai salah satu perangkat lunak terbaik berbasis *Windows* untuk pengukiran gambar menggunakan laser. Perangkat ini memungkinkan pemuatan berbagai jenis gambar, ilustrasi, dan logo, yang kemudian dapat dikirim ke mesin ukir laser hanya dalam beberapa klik. Dilengkapi dengan sinar laser berkualitas tinggi yang efisien dan efektif, Laser *Tree Lt-40W-aa* juga memiliki harga yang lebih terjangkau dibandingkan jenis laser lainnya, menjadikannya pilihan yang tepat untuk kebutuhan bisnis Anda.

Berikut adalah program *Laser Tree Lt-40w-aa*:

G21 ; millimeters

G90 ; absolute coordinate

G17 ; XY plane

G94 ; units per minute feed rate mode

M3 S1000 ; Turning on spindle

; Go to safety height

G0 Z5

; Go to zero location

G0 X0 Y0

G0 Z0

; Create rectangle

G1 X0 Y0 F1000

G1 Y50

G1 X50

G1 Y00

G1 X00

; Turning off spindle

M5

Laser *Treet-40W-AA* adalah mesin pemotong dengan daya 40 watt, yang dirancang untuk berbagai aplikasi pemotongan dan pengukiran pada berbagai jenis material.



Gambar 1. Laser *Tree Lt-40W-aa*

2.3 Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input analog*, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, *ICSP header*, dan tombol reset.



Gambar 2. Arduino Uno

Berikut adalah Program Arduino Uno dalam penelitian ini:

```
#include <Arduino.h>
void setup() {
  // Mulai komunikasi serial dengan GRBL
  Serial.begin(115200); // Pastikan baud rate sesuai dengan pengaturan GRBL
  // Tambahkan delay jika diperlukan untuk memberi waktu GRBL untuk boot
  delay(2000);
  // Kirimkan perintah inisialisasi ke GRBL (opsional)
  Serial.println("$X"); // Membatalkan alarm atau kunci GRBL
}
void loop() {
  // Pastikan untuk hanya mengirim perintah G-code yang valid ke GRBL
  if (Serial.available()) {
    String gCodeLine = Serial.readStringUntil('\n');
    gCodeLine.trim();
    // Kirimkan perintah G-code ke GRBL
    Serial.println(gCodeLine);
  }
}
```

3. METODE PENELITIAN

Pada pembahasan mengenai perancangan Mesin CNC 3 Axis ini, mesin ini dirancang untuk mempermudah proses pengukuran, pemotongan, dan penggoresan dengan presisi tinggi secara otomatis. Meskipun mesin CNC bekerja secara otomatis, peran operator tetap diperlukan untuk mengawasi operasinya. Mesin ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi pekerjaan, menghemat waktu, dan mengurangi kebutuhan tenaga manual. Mesin CNC 3 Axis memiliki tiga sumbu gerakan, yaitu koordinat Y (*vertikal*), X (*horizontal*), dan Z (*vertikal* pada sistem koordinat mesin) yang memungkinkan gerakan laser secara presisi untuk menggores, memotong, dan mengukir.

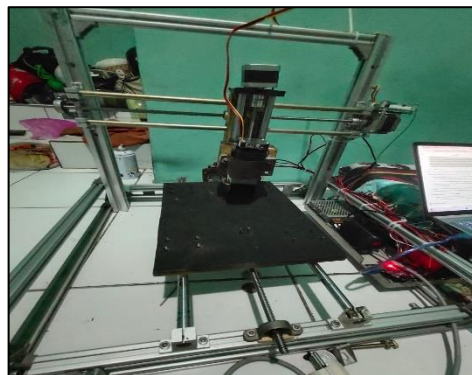
Tujuan dari perancangan Mesin CNC 3 Axis ini adalah untuk mempermudah proses pekerjaan dalam hal penggoresan, pengukiran, dan pemotongan dengan tingkat presisi yang lebih tinggi dibandingkan pengerjaan manual. Secara umum, perancangan ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas hasil pekerjaan, menghemat waktu, dan mengurangi kebutuhan tenaga kerja. Dengan desain Mesin CNC 3 Axis ini, risiko kesalahan dapat diminimalkan dan keselamatan kerja lebih terjaga. Sistem ini juga mengurangi biaya operasional melalui pengurangan kebutuhan tenaga manual untuk penggoresan dan pemotongan material. Penggunaan Arduino Uno dalam sistem kontrolnya memungkinkan pemantauan dan pengendalian secara *real-time*, sehingga gangguan dapat diatasi dengan lebih cepat dan efisien.

Perancangan mesin CNC berbasis Arduino Uno ini adalah mesin pemotong yang dirancang untuk memotong, menggores, dan mengukir material sebagai media dalam menghasilkan bentuk ukiran atau potongan. Mesin ini menggunakan tiga motor DC sebagai penggerak utama untuk sumbu koordinat Y, X, dan Z. Mesin CNC 3 Axis bekerja mengikuti titik koordinat yang ditetapkan melalui kode pemrograman dari PC sebagai media kontrol, namun Arduino Uno berperan sebagai pengontrol utama. Laser yang digerakkan oleh motor akan bergerak mengikuti koordinat yang ditentukan, menggores sepanjang jalur koordinat yang dilaluinya. Rangka atau bodi utama mesin, berfungsi sebagai fondasi bagi seluruh komponen dan terbuat dari logam yang kuat seperti baja atau aluminium untuk memastikan stabilitas dan mengurangi getaran selama operasi. Sistem elektronik mesin ini berfungsi mengontrol pergerakan sesuai program yang telah diinput, biasanya dengan *mikrokontroler* atau komputer kecil yang dapat membaca kode G (*G-code*) untuk mengendalikan motor dan *spindle*.

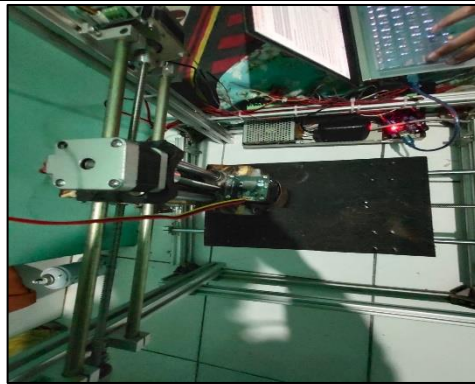
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan dan pembuatan Mesin CNC Laser Tree LT-40W-AA 3 Axis untuk produk berbahan akrilik berbasis Arduino Uno ini bertujuan untuk menguji dan menganalisis cara kerja mesin CNC Laser. Penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan apakah alat ini dapat digunakan pada material akrilik serta untuk mengevaluasi pengaruh kecepatan dan keluaran daya dari Laser Tree LT-40W-AA terhadap hasil produk yang dihasilkan dari material akrilik.

Berikut adalah hasil dari perancangan pembuatan mesin Mesin CNC Laser *tree lt-40 aa Watt 3 Axis* Untuk Produk Berbahan Akrilik Berbasis Arduino Uno:



Gambar 3. Hasil Perancangan



Gambar 4. Hasil Perancangan

Dalam menentukan hasil uji ncoba diambil berdasarkan waktu dan hasil ini hanya sebatas memberikan titik pada bahan (kayu) untuk mengetahui kekuatan sebetulnya dari laser *Tree Lt-40w-aa* berdasarkan waktu, Adapun waktu yang sebagai parameter dalam pengujian kali ini adalah:

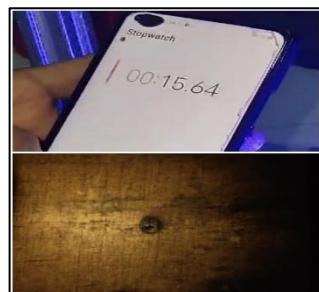
1. 5 detik



Gambar 5. Hasil 5 Detik

Pada saat laser aktif selama 5 detik dengan sumbu mengarah secara *vertical* maka secara langsung laser akan memberikan tanda pada bahan dengan tanda seperti titik bakar yang tidak terlalu terang.

2. 15 detik



Gambar 6. Hasil 15 Detik

Pada saat laser aktif selama 15 detik dengan sumbu mengarah secara *vertical* maka secara langsung laser akan memberikan tanda pada bahan dengan tanda seperti titik bakar yang yang lebih terlihat jelas.

3. 30 detik



Gambar 7. Hasil 30 Detik

Pada saat laser aktif selama 30 detik dengan sumbu mengarah secara *vertical* maka secara langsung laser akan memberikan tanda pada bahan dengan tanda seperti titik bakar yang terlihat gelap dan lebih jelas.

5. KESIMPULAN

Setelah melaksanakan perancangan dan pembuatan alat dalam penelitian ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam merancang mesin CNC Laser, diperlukan akurasi dan ketelitian yang tinggi pada aspek mekaniknya untuk mencapai keseimbangan yang baik dalam proses pengukiran.
2. Alat yang dikembangkan menggunakan Arduino Uno sebagai pusat kendali, *Motor Driver* TB6600, dan *motor stepper* sebagai penggerak untuk sumbu X, Y, dan Z.
3. Pergerakan motor stepper untuk sumbu X, Y, dan Z dikendalikan secara bertahap melalui aplikasi GRBL.
4. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin berhasil membuat bentuk persegi, meskipun waktu yang dibutuhkan relatif lama.
5. Berdasarkan hasil pengujian dengan material kayu, mesin menunjukkan hasil yang memuaskan, namun prosesnya memerlukan waktu yang cukup lama. Pengujian dengan laser menghasilkan ukuran 2 cm x 2 cm dalam waktu sekitar 3-4 menit.
6. Pengujian dilakukan pada material kayu dengan ketebalan 1 cm.
7. Dalam pengujian ini, CNC Laser menggunakan Laser *Tree LT-40W-AA* yang dapat diatur melalui komputer. Daya sebesar 235, atau 23,5%, dianggap sebagai tingkat daya yang ideal untuk meningkatkan umur tabung laser tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Heri Sunaryo. 2008. Teknik Pengelasan Kapal. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Irawan. (2016). *Pengaruh Teknik Penyayatan Pahat Milling Pada CNC Milling 3 Axis Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Berkontur*. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- Jaya Suteja, et all. (2008). Optimasi Proses Pemesinan Milling Fitur Pocket Material Baja Karbon Rendah Menggunakan Response Surface Methodology. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(1), 1-7. Retrieved from.
- Kalpakistan, S. and Schmid, S.R. (2014) *Manufacturing Engineering and Technology. Testing and Materials Annual*, Pearson Publisher, Upper Saddle River, NJ, 193-195.