

Analisa Keakurasian Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) Laser Cutting CO₂ pada Persumbuan X dan Y

Azizatul Lailiah^{1*}, Ghany Heryana¹, Irwan Suriaman¹

¹Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana, Purwakarta, Indonesia.

ABSTRAK – Perkembangan teknologi komputer memiliki kemajuan yang sangat pesat. Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) telah mengalami banyak kemajuan dalam beberapa dekade terakhir. Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) pertama kali diperkenalkan pada tahun 1960-an, dan telah mengalami perubahan dan peningkatan teknologi sejak saat itu. Suatu mesin perkakas sangat rentan terhadap ketidakakuratan yang dihasilkan pada mesin yang digunakan dalam jangka waktu lama dan berulang-ulang dapat berakibat pada proses pemakanannya. Proses pemakanan yang menyimpang akan sangat berpengaruh pada kualitas benda kerja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses kalibrasi Mesin CNC Laser Cutting CO₂ pada sumbu X dan Y dan hasil untuk keputusan kelayakan mesin. Alat *dial indicator* akan digunakan untuk mengetahui hasil kalibrasi pada mesin CNC Laser Cutting CO₂ 2 sumbu untuk pemotongan Laser Cutting CO₂. Mesin CNC Laser Cutting CO₂ ini akan dikalibrasi pada setiap sumbunya, yaitu sumbu X dan Y.

Kata kunci: CNC, Laser, CO₂, Kalibrasi, dan Dial Indicator

ABSTRACT – The development of computer technology has progressed very rapidly. CNC (*Computer Numerical Control*) machines have come a long way in the last few decades. CNC (*Computer Numerical Control*) machines were first introduced in the 1960s, and have undergone technological changes and improvements since then. A machine tool is very susceptible to inaccuracies resulting in a machine that is used for a long time and repeatedly can result in its feeding process. The deviating feeding process will greatly affect the quality of the workpiece. The purpose of this study was to determine the calibration process of CO₂ CNC Laser Cutting Machines on the X and Y axes and the results for making machine feasibility decisions. The dial indicator tool will be used to determine the calibration results on a 2-axis CO₂ Laser Cutting CNC machine for CO₂ Laser Cutting. This CO₂ CNC Laser Cutting Machine will be calibrated on each axis, namely the X and Y axes.

Keyword: CO₂, Laser, CNC, Calibration, Dial Indicator

Dikirim: 24 Agustus 2023; Direvisi: 28 November 2023; Diterima: 29 November 2023

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komputer memiliki kemajuan yang sangat pesat. Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) telah mengalami banyak kemajuan dalam beberapa dekade terakhir. Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) pertama kali diperkenalkan pada tahun 1960-an, dan telah mengalami perubahan dan peningkatan teknologi sejak saat itu.

Teknologi menggunakan CNC Laser CO₂ merupakan proses yang sangat terkenal di Industri Kreatif. Mesin CNC Laser Cutting CO₂ biasanya digunakan untuk bahan non-logam dan polimer sebagai media benda kerjanya, salah satu bahan polimer yang sering dipakai yaitu *polymethylmethacrylate* (PMMA) atau dikenal dengan nama *acrylic*. Barang produksi yang terbuat dari *acrylic* banyak diminati dalam pembuatan *furniture*

rumah tangga dan aksesoris lainnya yang dibuat oleh para UMKM atau Industri Kreatif lainnya. Di era modern ini, banyak industri yang beralih dari peralatan mesin, misalnya industri kreatif. Industri kreatif yang dulunya memiliki sistem kerja manual, kini beralih ke otomatisasi, menghadirkan inovasi berupa perbaikan sistem kerja untuk mencapai hasil produksi yang tinggi [3]. Mesin CNC *Laser Cutting* CO₂ bekerja dengan cara mengarahkan output dari sinar laser daya tinggi melalui optik terfokus diarahkan pada material [4].

Suatu mesin perkakas sangat rentan terhadap ketidakakuratan yang dihasilkan pada mesin yang digunakan dalam jangka waktu lama dan berulang-ulang dapat berakibat pada proses pemakanannya. Proses pemakanan yang menyimpang akan sangat berpengaruh pada kualitas benda kerja [5].

Kalibrasi dalam sistem pengukuran dapat dianggap sebagai proses pengukuran sekunder atau tidak langsung karena melibatkan pengukuran besaran yang besarnya tidak dapat ditentukan secara langsung. Kalibrasi alat ukur didefinisikan sebagai teknik standar untuk mempertahankan keadaan alat ukur dan bahan ukur agar tetap dalam spesifikasi di bidang instrumentasi (alat ukur) [6]. Langkah-langkah berikut adalah bagian dari proses kalibrasi:

- a. Verifikasi adalah proses untuk menunjukkan kebenaran.
- b. Validasi adalah penunjukkan yang terbaik.
- c. Pemeliharaan : Secara khusus, menjaga kualitas dalam hal validasi dan verifikasi.
- d. Standar Kalibrasi : Acuan yang diterapkan untuk menyetting suatu alat atau mesin dengan besaran tertentu.

METODE

Tahapan Kalibrasi

Kalibrasi itu sendiri terdiri dari beberapa serangkaian kegiatan yang berurutan, tahap-tahap perancangan diantaranya sebagai berikut:

1. Studi Literatur dan Lapangan

Tahap awal dilakukannya studi literatur yang mengkaji dan mengumpulkan beberapa referensi dari berbagai sumber, baik dari buku, jurnal, atau lainnya sebagai acuan. Kemudian dilakukannya studi lapangan, dimana tahap ini penulis melakukan pengamatan langsung mengenai kalibrasi pada mesin CNC *Laser Cutting* CO₂.

2. Persiapan Alat dan Bahan

Tahap ini dilakukan untuk mengumpulkan alat dan bahan apa saja yang akan diperlukan untuk proses pengujian kalibrasi pada Mesin CNC *Laser Cutting* CO₂.

3. Pengecekan dan Pengukuran Alat

Tahap dimana proses pengujian atau pemeriksaan alat untuk memastikan bahwa alat tersebut berfungsi dengan baik dan memberikan hasil akurat. Tahap ini dilakukan setelah perakitan selesai atau bisa juga dilakukan pada saat pemeliharaan rutin mesin untuk memastikan kinerja yang optimal.

4. Koneksi Alat dengan *Software*

Pengoperasian alat dengan menggunakan program computer, pada penelitian ini *software* yang digunakan adalah *LightBurn*. Biasanya tahap ini melibatkan pengaturan konfigurasi alat serta penghubungnya dengan *software* yang diperlukan untuk mengoperasikannya.

5. Setting Kalibrasi dan Pengukuran

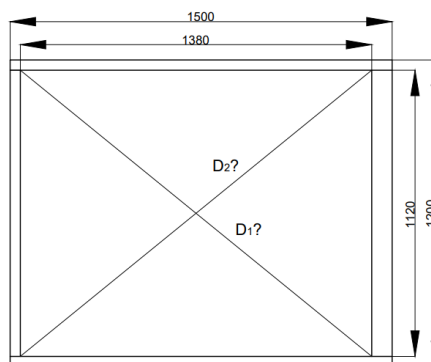
Pada penggunaan alat pengukuran untuk memastikan bahwa mesin *Laser Cutting CO₂* tersebut dikonfigurasi dengan benar dan memberikan hasil akurat pada setiap sumbunya, agar menghasilkan pemotongan yang akurat dan presisi.

6. Hasil Keakuratan/Pengujian

Hasil keakuratan tersebut kemudian dilakukan pengujian pada mesin untuk memeriksa apakah perangkat pada mesin telah berfungsi sesuai dengan fungsinya atau tidak. Pengujian mesin ini juga bertujuan untuk memeriksa apakah ukuran dan gerakan aktual telah sesuai dengan apa yang telah di input pada program. Apabila mesin belum berfungsi dengan baik pada proses pengujian mesin maka akan dilakukan pengujian kembali hingga mesin dapat berfungsi dengan baik.

HASIL KALIBRASI DAN PENGUJIAN MESIN

Perhitungan Diagonal Mesin



Gambar 1. Dimensi Mesin

- Berikut perhitungan Diagonal mesin 1 :

$$\begin{aligned}
 D_1 &= \sqrt{(AB)^2 + (CD)^2} \\
 &= \sqrt{(1380)^2 + (1120)^2} \\
 &= \sqrt{3158800} \\
 &= 1777,30 \text{ mm} \rightarrow 177,7 \text{ cm}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

- Berikut perhitungan Diagonal mesin 2 :

$$\begin{aligned}
 D_2 &= \sqrt{(AB)^2 + (CD)^2} \\
 &= \sqrt{(1380)^2 + (1120)^2} \\
 &= \sqrt{3158800} \\
 &= 1777,30 \text{ mm} \rightarrow 177,7 \text{ cm}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Dimana,

AB = Panjang sumbu y

CD = Lebar sumbu x

D = Diagonal mesin

Jadi, diagonal mesin CNC Laser Cutting adalah 1777 mm

Perhitungan Step Motor Stepper

Pada perancangan ini menggunakan *motor stepper* Nema 17, kemudian untuk jarak ulir pitch adalah 2 mm. Maka untuk menghitung step/mm pada motor stepper yaitu sebagai berikut :

$$BLU = \frac{Pitch}{Pulsa} = \frac{2 \text{ mm}}{200 \text{ steps}} = 0,01 \frac{\text{mm}}{\text{steps}} \quad (3)$$

Untuk nilai *BLU* yang digunakan yaitu 0,01 mm/steps. Kemudian nilai pulsa yang diberikan menggunakan *software* EMC2 maksimalnya adalah 20.000 pulsa, maka :

$$\begin{aligned} V &= BLU \times \text{Pulsa per menit} \quad (4) \\ &= 0,01 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \times 20.000 \frac{\text{steps}}{\text{menit}} \\ &= 200 \frac{\text{mm}}{\text{menit}} \end{aligned}$$

Dimana:

BLU = Basic Length Unit (mm/steps)

Pitch = Jarak antara puncak ulir (mm)

Pulsa = Nilai pulsa (step)

V = Kecepatan linier meja kerja (mm/menit)

Perhitungan Pergerakan Sumbu X dan Y

Pada perancangan ini menggunakan *pulley* dengan jumlah gigi 20, jarak antar *pitch* nya adalah 2 mm dan *jumper* yang dipasang pada driver motor A4988 adalah *LOW, HIGH, LOW*. Maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jarak} &= \text{Jumlah gigi pulley} \times \text{jarak pitch} \quad (5) \\ &= 20 T \times 2 \text{ mm} \\ &= 40 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi, jarak yang dihasilkan adalah 40 mm

Kemudian, lihatlah pada Tabel 2.3 kemudian hitung pergerakan sumbu X dan Y.

Tabel 1. *Jumper* yang dipasang pada Driver A4988

M0	M1	M2	Resolution	Step/Putaran
LOW	HIGH	LOW	¼ Step (quarter step)	800

$$\text{Maka, } \frac{\text{Step per putaran}}{\text{jarak}} = \frac{800}{40} = 20 \text{ step/mm}$$

Jadi pergerakan yang terjadi pada sumbu X dan Y adalah 20 step/mm. Hasil ini dimasukkan pada *G-code* yang ada pada software *lightburn*.

Hasil Pengujian Sumbu X dan Y

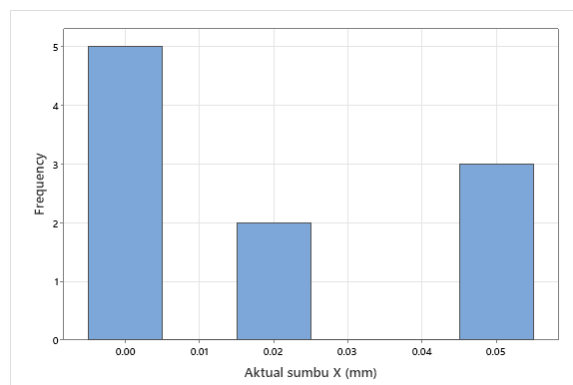
Setelah dilakukan proses kalibrasi dengan menggunakan *Dial Indicator* maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Sumbu X

Maka hasil data kalibrasi yang telah di uji pada Sumbu X adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Kalibrasi Pada Sumbu X

SUMBU X			
Pengujian	Jarak Setting (mm)	Aktual (mm)	Penyimpangan Sumbu (%)
1	100	0,00	0.00%
2	100	0,02	0.02%
3	100	0,05	0.05%
4	100	0,05	0.05%
5	100	0,05	0.05%
6	100	0,02	0.02%
7	100	0,00	0.00%
8	100	0,00	0.00%
9	100	0,00	0.00%
10	100	0,00	0.00%



Gambar 2. Aktual Pengukuran Sumbu X

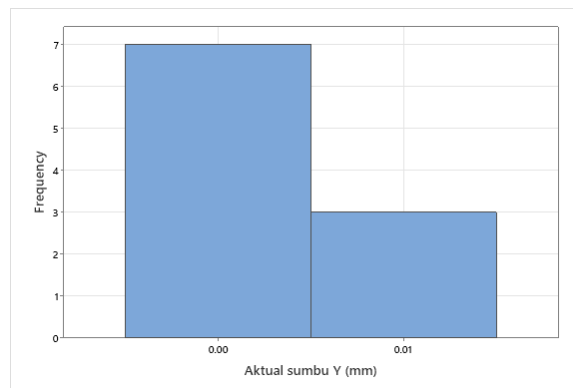
Sumbu Y

Maka hasil data kalibrasi yang telah di uji pada Sumbu Y adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Kalibrasi Pada Sumbu Y

SUMBU Y			
Pengujian	Jarak Setting (mm)	Aktual (mm)	Penyimpangan Sumbu (%)

1	100	0,00	0.00%
2	100	0,00	0.00%
3	100	0,00	0.00%
4	100	0,01	0.01%
5	100	0,01	0.01%
6	100	0,00	0.00%
7	100	0,01	0.01%
8	100	0,00	0.00%
9	100	0,00	0.00%
10	100	0,00	0.00%



Gambar 3. Aktual Pengujian Sumbu Y

Analisis Statiska Pengukuran Sumbu X dan Y

Maka hasil analisis statiska data kalibrasi yang telah di uji pada Sumbu X dan Y didapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Analisis statiska pengukuran sumbu X dan Y

Variable	Mean	StDev	Variance	Sum	Median
Aktual sumbu X (mm)	0.01900	0.02283	0.00052	0.19000	0.01000
Aktual sumbu Y (mm)	0.00300	0.00483	0.00002	0.03000	0.00000

KESIMPULAN

1. Pergerakan yang terjadi pada sumbu X dan Y adalah 20 step/mm. Nilai ini nantinya akan di *input* ke dalam *software LightBurn*, dengan tujuan agar pergerakan saat pemotongan lebih presisi dan akurat.
2. Penyimpangan yang terjadi pada sumbu X yaitu; 0,02 dan 0,05. Dengan adanya penyimpangan pada sumbu X ini menunjukkan bahwa kalibrasi atau perataan pada pergerakan mesin harus diperbaiki, agar bisa menghasilkan produksi atau proses yang lebih akurat dan sesuai dengan harapan. Sedangkan penyimpangan pada sumbu Y yaitu; 0,01. Penyimpangan pada sumbu Y menunjukkan bahwa adanya perbedaan Antara pergerakan aktual sumbu Y dengan pergerakan yang diharapkan, dan akan berpengaruh terhadap hasil pemotongan yang mana hasil akhir mungkin tidak akan sesuai dengan desain yang diinginkan.

REFERENSI

1. Prabowo, Gesit, *Analisa Pengaruh Sumbu X Pada Mesin CNC Router*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2016.
2. Aklis ,N., *Kalibrasi Alat Praktikum Lendutan Dan Analisis Struktur Berbagai Variasi Pembebanan Serta Simulasinya*. Tugas Akhir S-1, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2003.
3. Heryana, G, *Analisa counting system dengan 2 pilihan program produk pada proses spot welding di pt. Summit adyawinsa indonesia*. Seminar Nasional Teknik Elektro, 2018. **3(2)**: p. 278-282.
4. M Chen. dkk. *Optimized Laser Cutting On Light Guide Plates Using Grey Relational Analysis, Optics And Lasers In Engineering*. 2011
5. M. A. Amat dan M. Luthfi, *Teknik Pemrosesan Gambar Digital Pada Hasil Pengelasan TIG Aluminum Paduan Untuk Aplikasi Pengukuran Lebar Manik Las*. Journal of Applied Mechanical Technology, 2023. **2(1)**: p. 10-18.
6. A. Listyantaka dan Y. Kurniawan. *Analisis Proses Manufaktur Checking Fixture Untuk Pengecekan Bracket Brake Tube: Desain Gambar Checking Fixture Bracket Brake Tube*. Journal of Applied Mechanical Technology, **2(1)**: p. 25-33.