

PEMBUATAN MESIN CNC ENGRAVING ACRYLIC DENGAN DAYA LASER 3000 mW

M. Adriansyah Putra¹, Darmein^{2*}, Zulkifli²

¹Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh – Medan Km.280 Buketrata

*Penulis Korespondensi: darmein@pnl.ac.id

Abstrak

Penggunaan mesin manual untuk pembuatan papan nama dan label pada box panel listrik saat ini sudah semakin sedikit efektif dan efisien untuk pekerjaan berulang. Di tempat penulis bekerja, dulunya terdapat mesin pengukir pembuatan papan nama masih menggunakan sistem manual. Untuk mempermudah dan meningkatkan produktivitas dalam pembuatan papan nama acrylic dan ukiran gambar pada media lain, penulis merancang mesin otomatis berbasis mikrokontroler dengan dua penggerak motor stepper. Fungsi-Fungsi dari motor stepper ini adalah untuk menggerakkan laser pada mesin pada sumbu Y dan X. Modul laser berfungsi untuk membakar atau mengukir akrilik yang digunakan sebagai media penulisan label, menggunakan software open source sebagai penghubung komputer kepada mesin. Hasil pengujian mesin sudah sesuai dengan masukan yang dilakukan pada perangkat lunak. Dari hasilnya penelitian dengan menggunakan media material akrilik, parameter intensitas daya laser untuk material akrilik adalah 150 dengan laser berkapasitas daya 3000mW dengan kecepatan sumbu laser 1000mm/min. Jadi itu bisa dapat disimpulkan bahwa hasil desain mesin ini dapat bekerja dengan baik pada material akrilik.

Keywords: Mesin CNC, Mesin Laser, *Engraving*, Laser 3000 mW.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Di dalam dunia industri, perkembangan teknologi yang berkembang secara pesat berpengaruh terhadap hasil produksi. Penggunaan teknologi komputer ke dalam dunia industri berdampak pada penggunaan sistem otomatis. Penerapan dari sistem ini memberikan hasil produksi yang meningkat karena semua sistem dilakukan oleh perangkat yang telah diprogram. Di Indonesia perangkat Industri masih banyak didatangkan dari luar negeri. Hal ini tentunya membuat Industri di Indonesia sulit berkembang karena harga dari perangkat industri yang mahal. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan riset mengenai perancangan perangkat Industri produksi dalam negeri [1].

Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, aplikasi laser semakin meluas di berbagai bidang. Aplikasi untuk aplikasi pemesinan laser dapat berupa laser *engraving*, laser *marking*, dan laser *cutting*. Penerapan ukiran laser pada bahan adalah teknik yang tersebar luas saat ini, terutama di bidang proses manufaktur. Keuntungan menggunakan teknologi pengukiran laser dibandingkan metode tradisional adalah otomatis dikontrol oleh sistem CNC (*Computer Numerical Control*), yang

meningkatkan akurasi kerja dan membuat proses pengukiran lebih akurat. Proses pengukiran dengan laser memerlukan pengoperasian mesin laser dengan parameter yang sesuai yang diatur dalam sistem kontrol agar mesin laser berfungsi dengan baik. Oleh karena itu, proses pengukiran laser harus dikombinasikan dengan benda kerja untuk mencapai kualitas yang baik [2]

Jenis laser menentukan bahan apa yang dapat diukir dengan logam dan non-logam. Kekuatan laser memengaruhi kemampuan pengukiran material, dan jarak kepala laser pengukir laser memengaruhi titik fokus yang dihasilkan. Proses ukiran. Kecepatan gerak laser mempengaruhi kekasaran hasil ukiran pada permukaan benda kerja. Menggunakan parameter yang benar untuk jenis bahan tertentu dapat mengurangi kerugian akibat cacat dan kerusakan akibat proses pengukiran laser. Dari uraian tersebut diatas peneliti tertarik untuk memilih judul “Pembuatan Mesin CNC *Engraving Acrylic* dengan Daya Laser 3000 mW”.

1.2 Batasan Masalah

Penulis merasa perlu untuk membatasi masalah yang dibahas dalam laporan ini, mengingat keterbatasan waktu, tempat,

kemampuan dan pengalaman, adapun hal-hal yang akan dibahas adalah :

1. Membuat alat *CNC Engraving Acrylic* dengan daya 3000mW.
2. Tidak membahas tentang pemograman arduino nano.
3. Matrial konstruksi menggunakan bahan alumunium.

2. Dasar Teori

2.1 Mesin CNC

Awal lahirnya mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) bermula dari 1952 yang dikembangkan oleh John Pearseon dari Institut Teknologi Massachusetts, atas nama Angkatan Udara Amerika Serikat. Semula proyek tersebut diperuntukkan untuk membuat benda kerja khusus 28 yang rumit. Semula perangkat mesin CNC memerlukan biaya yang tinggi dan volume unit pengendali yang besar. CNC (*Computerized Numerical Control*) merupakan pengembangan lebih lanjut dari sistem NC (*Numerically Control*). Dari tahun 1975 produksi CNC mulai berkembang pesat. Perkembangan ini dipacu oleh perkembangan *microprocessor*, sehingga volume unit pengendali menjadi lebih ringkas.

2.2 Jenis-jenis Mesin CNC

2.2.1 Mesin CNC *Lathe* (Bubut)

Mesin CNC bubut adalah mesin yang digunakan memproses suatu material yang berbentuk silinder. *Material*/benda kerja akan berputar kemudian pahat akan memotong benda kerja sesuai bentuk yang diinginkan [3].

2.2.2 Mesin CNC *Milling* (Frais)

Mesin CNC *milling* merupakan mesin untuk membuat produk yang berbentuk kotak. Benda kerja akan dicekam lalu *cutter* akan berputar dan memotong benda kerja sesuai bentuk yang diinginkan.

2.2.3 Mesin CNC *Router*

Mesin CNC *router* adalah salah satu jenis mesin yang biasanya digunakan untuk mengerjakan material kayu. Material kayu akan dipotong sesuai program yang dimasukkan

2.2.4 Mesin CNC *Plasma Cutter*

CNC plasma cutter merupakan mesin yang digunakan untuk memotong logam atau kayu secara 2 dimensi. Mesin ini tidak membutuhkan daya sebanyak mesin *router*. Mesin ini menggunakan obor plasma (*plasma*

torch) untuk menembus lembaran kayu atau logam.

2.2.5 Mesin CNC *Laser Cutter*

Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) Cutting, merupakan sebuah teknologi yang menggunakan laser untuk memotong material dan biasanya diaplikasikan pada industri manufaktur. *Laser cutting* bekerja dengan cara mengarahkan laser berkekuatan tinggi untuk memotong material dan digunakan komputer untuk mengarahkannya.

2.2.6 Mesin CNC 3D *Printer*

3D printer adalah mesin untuk membuat atau mencetak benda padat atau 3 dimensi dari desain yang sudah tersedia dalam format digital dan dibuat ke dalam bentuk 3D yang bisa diraba dan memiliki volume tertentu. Material untuk *3d printer* dapat berupa plastik, logam, maupun kayu.

2.2.7 Mesin CNC *Bending*

3D printer adalah mesin untuk membuat atau mencetak benda padat atau 3 dimensi dari desain yang sudah tersedia dalam format digital dan dibuat ke dalam bentuk 3D yang bisa diraba dan memiliki volume tertentu. Material untuk *3d printer* dapat berupa plastik, logam, maupun kayu.

2.3 Engraving

Engraving adalah jenis ukiran yang menggunakan teknik seni grafis. Dengan membuat sayatan ke atas sebuah pelat atau bidang lain berpermukaan rata. Dari sisi peralatan, *engraving* merupakan alat pahat yang halus dengan ujung khusus

Ada alat tertentu untuk melakukan teknik *engrave* secara manual, yaitu:

- **Graver atau burin**, adalah alat bermata pisau kecil dan runcing. Alat ini berguna untuk membuat pola ukiran pada permukaan bahan.
- **Fiorentine**, merupakan alat yang memiliki landasan atau dasar. Tugasnya mengisi ukiran yang telah dibentuk menggunakan graver dengan tinta.
- **ITPen**, merupakan *graver* elektrik yang dapat digunakan di hampir semua permukaan. Bentuknya seperti pena dengan mata yang berbentuk permen. Biasanya menggunakan baterai dalam pengoperasiannya.

2.3.1 Jenis-jenis engraving

- **Hand Engraving**
Merupakan teknik mengukir secara tradisional, menggunakan tangan. Manusia menggunakan teknik ini sejak zaman pra sejarah hingga saat ini.
- **Laser Engraving,**
Disebut laser engraving adalah karena proses pembuatannya menggunakan mesin laser.
- **Steel Engraving**
Adalah teknik ukir atau cetak menggunakan plat baja. Percetakan uang, ilustrasi majalah, serta percetakan reproduksi lainnya menggunakan cara ini di masa lalu.

2.4 Komponen Elektrikal

2.4.1 Laser

Laser merupakan mekanisme suatu alat yang memancarkan radiasi elektromagnetik, biasanya dalam bentuk cahaya yang tidak dapat dilihat maupun dapat dilihat dengan mata normal, melalui proses pancaran terstimulasi.

Dengan menggunakan laser sebagai media pemakanan suatu benda dan dengan memanfaatkan radiasi cahaya laser atau hantaran. Maka Rumus yang digunakan perpindahan kalor radiasi laser adalah

$$P = e\sigma AT^4$$

Keterangan:

P = Daya yang diradiasikan (watt)

e = Emisivitas suatu benda

σ = Konstanta Stefan (5,6703 x 10⁻⁸ W/m²K⁴)

A = Luas suatu benda yang memancarkan radiasi (m²)

T = Suhu mutlak (K)

2.4.2 Laser Diode

Laser Diode adalah komponen semikonduktor yang dapat menghasilkan radiasi koheren yang dapat dilihat oleh mata ataupun dalam bentuk spektrum infra merah (Infrared/IR) ketika dialiri arus listrik. Yang dimaksud dengan Radiasi Koheren adalah radiasi dimana semua gelombang berasal dari satu sumber yang sama dan berada pada frekuensi dan fasa yang sama juga [4].



Gambar 1. Laser Diode
Sumber: (banggood)

Table 1. Spesifikasi laser diode

<i>Brand</i>	OEM
<i>Model</i>	LA03-2.5
<i>Heatsink Material</i>	Aluminium
<i>Output Power</i>	3 W
<i>Wavelength</i>	405nm/450nm
<i>Voltage</i>	AC/DC 12 V
<i>Current</i>	3A
<i>Beam Shape</i>	Dot (Focusable)
<i>Life time</i>	10,000 hour
<i>Working Temperature</i>	-10 ~ + 40 C
<i>Can Engrave</i>	MDF, Wood, Triplek

Mesin laser engraving ini pemilihan jenis laser menggunakan laser diode 3 W 405NM dengan lensa yang dapat difokuskan. Berdasarkan spesifikasi pada Tabel 1. memenuhi kriteria untuk mesin laser engraving material non metal.

2.4.3 Power Supply DC

Power Supply adalah perangkat yang berfungsi sebagai penyedia utama daya tegangan DC bagi CNC Controller, Motor Stepper, dan Tool/Spindle. Fungsi dasar dari power supply adalah merubah tegangan AC menjadi tegangan DC.

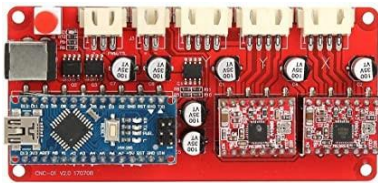


Gambar 2. Power Supply DC
Sumber: (Supplyline)

2.4.4 Shield Arduino Nano

Shield dapat digunakan sebagai papan ekspansi untuk sistem kontrol mesin laser engraving dan dengan controller arduino nano. shield atau papan ekspansi ini memiliki tiga slot

untuk modul penggerak motor *stepper*, dan setiap *driver motor stepper* hanya membutuhkan dua port I/O, artinya enam port I/O cukup untuk mengelola tiga motor *stepper*



Gambar 3. *Shield Arduino Nano*
 Sumber: (<https://potentiallabs.com>)

2.4.5 Driver motor stepper

Driver Motor merupakan komponen yang berfungsi untuk mengkomunikasikan *controller* dengan aktuator serta memperkuat sinyal keluaran dari kontroler sehingga dapat dibaca oleh aktuator atau *motor stepper*. Dalam perancangan elemen sistem kontrol mesin laser *engraving*, *motor driver* yang akan digunakan adalah *Driver A4988*.



Gambar 4. *Driver Motor Stepper*
 Sumber: (Shojaei, 2020)

2.5 Komponen Mekanisme

2.5.1 Frame V slot 2020

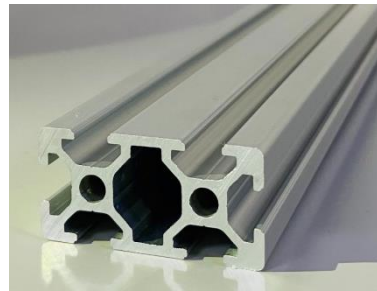
Dalam pembuatan mesin laser *engraving* untuk struktur *frame* menggunakan aluminium vslot 2020.



Gambar 5. *Frame V slot 2020*
 Sumber : (<https://id.pinterest.com>)

2.5.2 Frame double v slot 2040

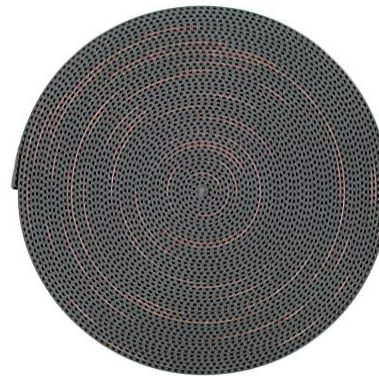
Dalam pembuatan mesin laser *engraving* untuk struktur *frame* menggunakan aluminium *double v slot 2040*.



Gambar 6. *Frame Double v slot 2040*
 Sumber: (<https://id.misumi-ec.com/vona2/detail/110310158399/>)

2.5.3 Timing Belt

Timing belt sebagai alur dari *Pully* untuk dapat bergerak, yang terdapat pada sumbu X dan sumbu Y.



Gambar 7. *Timing Belt*
 Sumber : (<https://www.amazon.com>)

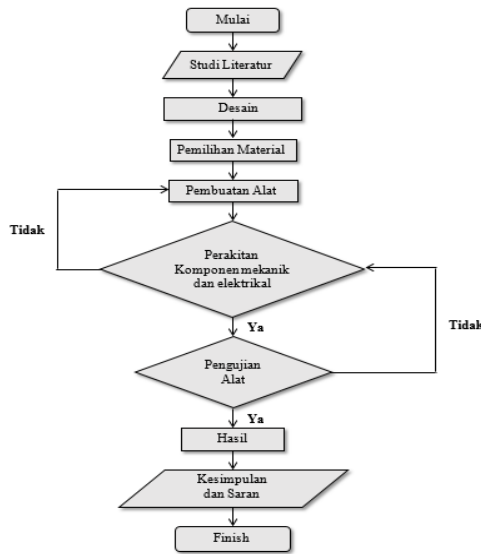
2.5.4 Baut Dan Mur

Baut (*Bolt*) merupakan suatu batang atau tabung yang membentuk alur heliks atau tangga *spiral* pada permukaannya dan *mur (Nut)* adalah pasangannya. Fungsi utama baut dan mur adalah menggabungkan beberapa komponen sehingga bergabung menjadi satu bagian yang memiliki sifat tidak permanen.



Gambar 8. *Macam-macam baut dan mur*
 Sumber : (<https://www.mikirbae.com>)

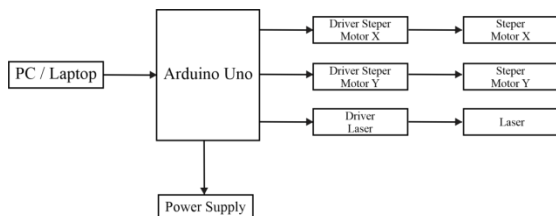
2.6 Diagram Alir



Gambar 9. Diagram Alir

3. Proses Perancangan
3.1 Perancangan Sistem Kerja

Pada perancangan mesin laser engraving ini sistem kontrol yang digunakan adalah open loop (sistem kontrol lingkaran terbuka), dimana output (keluaran) aktuator berupa motor stepper dan laser dioda tidak memberikan pengaruh pada aksi kontrol pada mikrokontroler arduino [5].



Gambar 11. Blok Diagram

3.2 Peroses Perakitan Mesin CNC Laser Engraving

Proses perakitan meliputi beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut:

Pemasangan Timing Belt

Timing Belt dipasang pada setiap Aluminium double v slot untuk menggerakkan sumbu X dan sumbu Y



Gambar 12. Pemasangan Timing Belt Perakitan komponen penggerak

Pemasangan motor stepper dan roda POM pada dudukan sumbu Y dan sumbu X yang diikat menggunakan baut, dan dilanjut dengan memasang laser diode pada dudukan laser yang terpasang pada dudukan penggerak sumbu X.



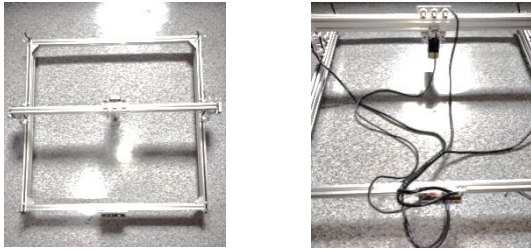
Gambar 13. Perakitan Komponen Penggerak dan Laser

Pemasangan komponen penggerak pada kerangka Penggerak sumbu Y dan sumbu X yang telah dirakit kemudian dipasang pada aluminium double V slot yang sudah dipasangkan timing belt.



Gambar 14. Pemasangan Komponen Penggerak Pada Kerangka

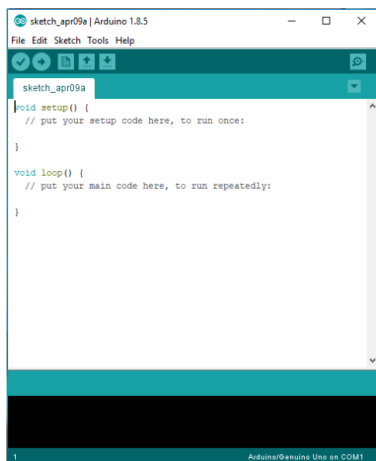
Pemasangan semua komponen pada mesin Setelah semua komponen selesai dirakit, kemudian masuk ketahapan terakhir yaitu perakitan mesin CNC laser engraving 3000mW.



Gambar 15. Mesin CNC Laser Engraving 3000mW Setelah di Rakit

3.3 Arduino IDE (Integrated Development Environment)

Merupakan software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau media untuk pemrograman arduino board. Adapun file program yang dibuat menggunakan arduino IDE memiliki ekstensi file dot ino (.ino). Tampilan software arduino



Gambar 16. Tampilan software Arduino IDE

3.4 Langkah-langkah Kerja Mesin

1. Mempersiapkan File Digital

Seperti halnya pencetakan 3D, pertama harus menyiapkan desain digital dulu sebagai patokan operasi mesin. Hal ini dikarenakan laser merupakan perangkat mesin digital berbasis CNC yang memerlukan file agar mesin bisa melakukan kerja engraving.

2. Export File

Setelah file siap, selanjutnya file harus diekspor agar bisa dibaca sebagai perintah oleh software yang ada di mesin laser. Langkah ini bisa dikerjakan melalui Inventor File atau software sejenis.

3. Persiapan remote CNC

Sebelum file dikirimkan ke mesin laser, harus dilakukan persiapan setup dengan bantuan remote CNC. Dengan remote ini

bisa mengontrol langsung ke mesin cnc, untuk mengatur jarak, daya laser, dan kecepatan laser

4. Persiapan Hardware (Mesin dan Material)

Setelah pengaturan dengan remote sudah pas, waktunya masuk ke tahap persiapan mesin dan material. Awali dengan menyalakan mesin pemotong laser dan lampu area potong. Lalu letakkan material dengan benar di bidang kerja, pastikan posisinya sejajar. Sesuai material siap di posisinya, atur 16 pergerakan dan arah laser head melalui panel kontrol agar berada di posisi yang tepat

5. Kalibrasi Laser Head

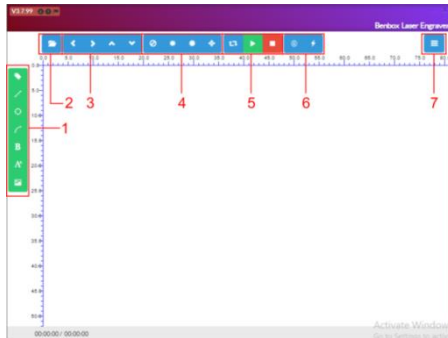
Selanjutnya yaitu memposisikan focus calibrator di tengah-tengah antara material dan laser head. Lalu longgarkan baut penahan laser head sampai mengenai focus calibrator. Saat baut sudah di bawah, kencangkan lagi. Dengan begini, sinar laser memiliki fokus pembakaran yang akurat dan optimal.

6. Proses engraving

Setelah semua sudah siap, sehingga saatnya mesin laser bekerja. Mesin sudah dalam posisi siap menerima perintah sesuai file tadi, kemudian menekan tombol Start di remote agar proses pemotongan dimulai. Mesin laser akan bergerak sesuai file digital tadi dan berhenti setelah program file digital selesai.

7. Software Benbox Laser Engraver

Sebagai interface untuk menjalankan mesin engrave, Benbox Laser Engraver memiliki fitur yang sederhana dan ringkas. Berikut penjelasan pengaturan tools yang ada pada menu program Benbox untuk dapat mengoperasikannya. Tampilan interface Benbox setelah selesai instalasi pada computer



Gambar 17. Gambar tampilan program benbox

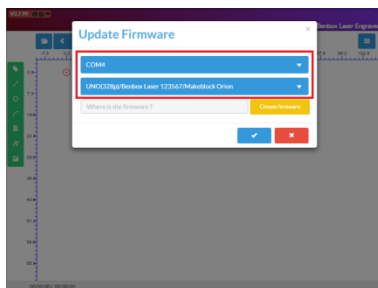
Berikut keterangan dari masing-masing tools :

Drawing tools

1. Open File
2. Kontrol pergerakan sumbu axis mesin
3. Kontrol laser
4. Start stop mesin
5. Pemrograman mikrokontroller
6. Parameter settings

Langkah awal setelah instalasi program Benbox yaitu melakukan pemrograman Arduino dengan langkah sebagai berikut:

1. Klik icon tools nomor enam dengan logo petir, dan menu update firmware



Gambar 18. Update Firmware

2. Pilih serial port yang tepat, di komputer penulis port COM4
3. Pilih mikrokontroler yang digunakan, penulis menggunakan Arduino Uno
4. Pilih firmware dengan memasukkan alamat file program Arduino berada. file firmware berupa hex file berada di folder yang sama dengan program instalasi program Benbox ketika diunduh dari web.
5. Click icon centang biru untuk memulai pemrograman Arduino. Jika berhasil akan muncul centang hijau.

Pada menu parameter settings, ada beberapa nilai yang harus dimasukkan agar mesin engraver dapat

beroperasi. Dengan click icon parameter settings, akan muncul jendela pengaturan

6. STEP, nomor pin pada Arduino yang dipakai untuk perputaran langkah motor stepper. Penulis menggunakan pin output nomor 2 untuk x axis dan pin nomor 3 untuk y axis
7. DIR, nomor pada Arduino yang dipakai untuk arah putaran pada motor stepper. Penulis menggunakan pin output nomor 5 untuk x axis dan pin nomor 6 untuk y axis
8. MIN dan MAX, jarak maksimal dan minimal pergerakan sumbu axis. Disini penulis tidak menggunakan jadi penulis masukan nilai minus satu
9. Intensity, merupakan intensitas dari laser dioda dari rentang 0-255, dimana Hasil dari Mesin Laser pada Material. daya tiap satuan intensitasnya adalah 3000mW dibagi 255 yaitu 11.7mW.
10. LASER, nomor pin pada Arduino yang dipakai untuk menghidup matikan laser, penulis menggunakan pin 11
11. FEED RATE, kecepatan maksimal pergerakan motor stepper ketika laser



Gambar 19. Parameter Setting

3.5 Pengujian Mesin Laser Engraving

Pengujian kinerja dari mesin laser engraving dilakukan dengan Pengujian akurasi sistem kontrol mesin laser engraving dengan menganalisis hasil dari proses engraving dan membandingkan ukuran aktual dengan masukan pada sistem kontrol.

Table 2. Pengujian akurasi sistem kontrol

NO	Kecepatan mm/min	Intensity	Jarak Head Laser (mm)	Input	Hasil	Keterangan
1	800	150	60	TEST 1 10mm x 45mm	TEST 1	Hasil TEST 1 10mm x 45mm (dari center line)
2	800	150	60	TEST 2 20mm x 91mm	TEST 2	Hasil TEST 2 20mm x 91mm (dari center line)
3	800	150	60	TEST 3 30mm x 137mm	TEST 3	Hasil TEST 3 20mm x 137mm (dari center line)

Pengujian dengan parameter fungsi kontrol dan keakuratan mesin laser grafir ini dilakukan dengan Setting laser pada aplikasi Benbox dengan mode garis. Dengan daya dan kecepatan standar dari aplikasi, yaitu S-Max 400 dengan kecepatan 300. Pengujian ini bertujuan untuk mencari keakuratan ukuran dan garis yang dihasilkan agar sesuai dengan gambar yang telah diinput.

3.5 Standar Keamanan Kerja

Sinar dari laser yang dihasilkan berbahaya bagi penglihatan manusia, ketika sinar itu mengenai mata secara langsung atau setelah refleksi dari permukaan yang mengkilap dapat menyebabkan kerusakan pada kornea mata serta dapat membakar kulit jika bersentuhan secara langsung. Oleh karena itu pada pengoperasian mesin gravir laser agar memperhatikan keselamatan dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Menggunakan alat pelindung keselamatan kerja seperti kacamata, masker dan sarung tangan.
2. Hindari sentuhan sinar laser dengan kulit secara langsung.
3. Setiap orang yang menggunakan laser harus sadar akan risiko yang dihadapi.
4. Bersihkan area kerja mesin dari benda yang dapat memantulkan cahaya.

3.6 Name Plate Mesin CNC Engraving

Adapun spesifikasi dari Pembuatan Mesin CNC *Engraving Acrylic* dengan Daya Laser 3000 mW dapat di lihat pada table di bawah.

Table 3. Spesifikasi Mesin CNC *Engraving*

Mesin CNC <i>Engraving</i> 3000mW	
Dimensi	70 x 60 cm
Area Ukiran	65 x 50 cm (maksimum)
Kecepatan ukiran	200-2000 m/mnt
Kecepatan potong	1-100 ms/piksel
Daya Laser	3000 mW
Panjang Gelombang Laser	450 mm
Sistem penggerak	motor stepper (akurasi langkah: 0.1 mm)
Suhu operasi	10 - 45 derajat
Voltase Input	DC 12 V

4. Name Plate Mesin CNC *Engraving*

Setelah dilakukan uji coba dan penelitian terhadap kinerja dan fungsi dari mesin laser grafir dengan mikrokontroler Arduino maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah diperoleh rancangan mesin laser grafir yang mudah perakitanya dan dengan sistem control yang sederhana mampu menggerakkan laser ke arahsumbu X dan Y. Selama proses grafir laser tidak ada gangguan atau kerusakan baik dari komponen elektrikal, perangkat lunak maupun kontruksi mesin laser.
2. Agar sistem kontrol berjalan sebagaimana mestinya, digunakan system interface berbasis aplikasi program Laser Benbox & Arduino IDE. Untuk menyesuaikan perangkat kontrol yang ada, selanjutnya dilakukan pengaturan port dan input sinyal pada interface, agar setiap perintah yang berasal dari komputer dibaca dengan baik oleh aktuator dan laser.
3. Berdasarkan bentuk rancangan yang telah dibuat, selanjutnya telah dirakit sistem kontrol mesin laser engraving yang disusun oleh beberapa komponen seperti Komputer, Controller Arduino Nano, Motor driver, Motor Stepper, Laser module dan Power Supply.
4. Hasil cetak engraving sesuai dengan input yang dibuat pada software.
5. Pengujian dengan parameter intensitas daya laser dilakukan dengan memasukan nilai input pada program Benbox. Untuk bahan material *Acrylic* nilai ideal 150.
6. Luas area benda kerja yang dapat diukur sebesar 600 x 500 Milimeter persegi

Daftar Pustaka

- [1] Andre Wanggara, A. M. (2020, Agustus 1). Rancang Bangun Mesin CNC Engraving 3 Axis Berbasis Arduino Uno Dengan GRBL Software. (*Journal of Electrical and System Control Engineering*), 11-17.
- [2] Aris Eko Saputroa, M. D. (2020). Rancang Bangun Mesin Laser Engraver and Cutter Untuk Membuat Kemasan Modul Praktikum Berbahan Akrilik. *Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 40-50.
- [3] Arsitektur. (2021, Oktober 25). *Mengenal Pengertian Engraving, Jenis, Serta Penggunaannya*. Retrieved from Sumber jaya laser: <https://sumberjayalaser.com/blog/engraving-adalah/>
- [4] Banggood. (n.d.). *450nm 5W Laser Engraving Module Blue Light Marking Engraver With TTL Modulation*. Retrieved from pinterest: <https://ar.pinterest.com/pin/449867450278750594/>
- [5] Caca. (2021, Februari 24). *Belajar 8 Macam Jenis-Jenis Mesin CNC yang Perlu Kamu Pelajari*. Retrieved from Solo Abadi: <https://soloabadi.com/8-macam-jenis-mesin-cnc-yang-perlu-kamu-tahu/>