

Design of CNC engraving machine production process for acrylic material with working dimensions of 240x400 mm

Teuku Zia Zuliansyah, Bukhari*, Edi Saputra

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Banda Aceh-Medan Km.280 Buket Rata

*Corresponding author: bukhari@pnl.ac.id

Article Processing Dates:

Received 2024-03-05

Accepted 2024-03-20

Available online 2024-03-30

Keywords:

CNC Engraving Machine

Engraving

Production Process

Acrylic material

Cutting acrylic

Abstract

The design of the CNC engraving machine production process for acrylic material is carried out to meet market demand for products that require special molds or shapes on acrylic materials. This CNC engraving machine has an orientation on materials made from acrylic media and a knife blade for engraving and a drill bit for cutting acrylic. And has dimensions of 51 x 50 cm and has an engraving area of 420 x 400 cm. The equipment used to make CNC machine components consists of a hand drill, cutting grinder, clamping pliers, L-key set, caliper, ruler and meter. The assembly of the CNC Engraving machine used in this study is the Non-Permanent Assembly. The results of the production of mechanical components produced using the machining process have been obtained, consisting of: the lower frame of the machine, the x-axis pole, the work table, the x-axis, the z-axis. The design form that has been made, then the mechanical components that have been produced will be assembled with finished components that are available on the market. The results of the CNC engraving acrylic machine production process take up to 49.2 minutes. The working area of the machine is the length of the x-axis working area = 400 mm, the length of the y-axis working area = 500 mm, the length of the z-axis working area = 120 mm

Perancangan proses produksi mesin CNC grafir (*engraving*) material acrylic dengan dimensi kerja 240x400 mm

Abstrak Perancangan proses produksi mesin CNC grafir (*Engraving*) material acrylic dilakukan untuk memenuhi permintaan pasar akan produk yang memerlukan cetakan atau bentuk khusus pada bahan acrylic. Mesin CNC engraving ini memiliki orientasi pada material yang berbahan dasar media acrylic dan mata pisau untuk mengukir dan mata bor untuk memotong acrylic. Dan memiliki dimensi 51 x 50 cm dan memiliki area engraving 420 x 400 cm. Peralatan yang digunakan untuk membuat komponen mesin CNC terdiri dari mesin bor tangan, mesin gerinda potong, tang penjepit, set kunci L, jangka sorong, mistar dan meteran. Perakitan mesin CNC Engraving yang digunakan pada penelitian ini yaitu, Assembly Non-Permanent. Telah diperoleh hasil produksi komponen mekanik yang diproduksi menggunakan proses pemesinan, yang terdiri atas: rangka bawah mesin, tiang sumbu x, meja kerja, sumbu x, sumbu z. Bentuk rancangan yang telah dibuat, selanjutnya komponen mekanik yang telah diporduksi akan dirakit dengan komponen jadi yang telah tersedia dipasaran. Hasil dari proses produksi mesin CNC grafir acrylic membutuhkan waktu mencapai 49,2 menit. Area kerja mesin adalah panjang area kerja sumbu-x= 400 mm, panjang area kerja sumbu-y= 500 mm, panjang area kerja sumbu-z= 120 mm.

Kata kunci: Mesin CNC Grafir, Engraving, Proses Produksi.

1. Pendahuluan

Pada era revolusi industri yang telah memasuki revolusi industri 4.0 mengakibatkan perkembangan dunia industri menjadi sebuah industri yang berteknologi cerdas. Kemajuan industri yang menghasilkan kemudahan dalam meningkatkan kinerja pabrik sehingga hasil yang didapatkan sesuai dengan target dari industri tersebut. Teknologi dibuat pada dasarnya untuk memudahkan kinerja manusia baik halnya pekerjaan yang berat hingga pekerjaan yang ringan dan dari pekerjaan yang rumit ataupun sulit hingga ke pekerjaan yang mudah.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan manusia yang

sangat beragam, Industri manufaktur di Indonesia juga berkembang, salah satunya adalah industri proses pemesinan. Proses pemesinan adalah Istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan sekelompok proses yang terdiri dari pemotongan material dan memodifikasi permukaan spesimen dengan berbagai metode pemrosesan [1].

Perencanaan proses produksi mesin CNC grafir (*Engraving*) material acrylic dilakukan untuk memenuhi permintaan pasar akan produk yang memerlukan cetakan atau bentuk khusus pada bahan acrylic. Acrylic adalah bahan plastik yang transparan, ringan, dan tahan lama yang banyak digunakan dalam industri seperti reklame, dekorasi,

elektronik, dan lain-lain [2].

Dalam produksi mesin CNC grafir untuk material acrylic, terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan seperti pemilihan bahan, desain produk, dimensi produk, toleransi, metode pemesinan, dan biaya produksi. Pemilihan bahan yang tepat dan desain produk yang baik dapat mempengaruhi kualitas dan keawetan produk. Dimensi produk dan toleransi yang diinginkan juga perlu diperhatikan agar produk sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Metode pemesinan yang digunakan juga harus disesuaikan dengan bahan dan desain produk untuk menghasilkan produk yang akurat dan berkualitas [3].

Mesin CNC grafir (*Engraving*) dapat digunakan untuk memotong dan mengukir material acrylic dengan akurasi tinggi dan hasil yang presisi. Oleh karena itu, perencanaan proses produksi mesin CNC grafir untuk material acrylic perlu mempertimbangkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas produk dan efisiensi produksi. Selain itu, perencanaan proses produksi mesin CNC grafir juga harus mempertimbangkan efisiensi produksi dan biaya produksi yang dapat mempengaruhi harga jual produk. Oleh karena itu, proses produksi harus dirancang sedemikian rupa untuk meminimalkan biaya produksi tanpa mengorbankan kualitas produk [4].

Dengan melakukan perencanaan proses produksi mesin CNC grafir material acrylic yang matang dan teliti, diharapkan dapat menghasilkan produk yang berkualitas tinggi, sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, dan dengan biaya produksi yang efisien [5].

Sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang produksi CNC [6-10]. M Ardiansyah Saputra dkk melakukan penelitian tentang pembuatan mesin CNC engraving acrylic dengan daya laser 3000 MW. Penggunaan mesin manual untuk pembuatan papan nama dan label pada *box panel* listrik saat ini semakin kurang efektif dan efisien, terutama untuk pekerjaan yang bersifat berulang. Di tempat kerja penulis, sebelumnya digunakan mesin pengukir manual untuk pembuatan papan nama. Untuk meningkatkan kemudahan dan produktivitas, penulis merancang mesin otomatis berbasis mikrokontroler yang dilengkapi dengan dua motor stepper sebagai penggerak. Motor stepper berfungsi untuk menggerakkan laser pada sumbu X dan Y, sementara modul laser digunakan untuk membakar atau mengukir media akrilik sebagai label.

Mesin ini dikendalikan melalui perangkat lunak *open source* yang menghubungkan komputer dengan mesin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin bekerja sesuai dengan instruksi dari perangkat lunak. Dengan menggunakan material akrilik, parameter optimal untuk intensitas daya laser adalah 150, menggunakan laser berkapasitas 3000 mW, dengan kecepatan sumbu laser sebesar 1000 mm/menit. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa mesin ini mampu bekerja secara optimal pada material akrilik [6].

Berdasarkan permasalahan tersebut dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk merencanakan proses produksi mesin CNC grafir (*engraving*) material acrylic dengan dimensi kerja 240x400 mm

2. Metode penelitian

2.1. Computer Numerical Control (CNC) Mesin CNC merupakan sebuah mesin yang digunakan dalam industri manufaktur untuk memproduksi komponen yang cepat dan akurat dengan melalui tahapan pemrograman.

Secara garis besar mesin CNC adalah suatu mesin yang dikontrol oleh komputer dengan menggunakan bahasa numerik. Mesin CNC mesin yang pengoperasian dikendalikan melalui program yang diakses dengan komputer. Pengoperasian mesin CNC berjalan otomatis dengan memasukkan data program dengan benar. Data- data program yang dimasukkan adalah data perintah gerakan pemesinan yang telah disusun dengan bahasa pemrograman.

Alat dan Bahan yang digunakan

Adapun perlengkapan peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan mesin engraving ini seperti terlihat pada Tabel 1

Table 1 Alat yang digunakan

No	Alat	Fungsi
1	Tang penjepit	Untuk membantu melepas atau mengencangkan baut yang berbentuk hexagonal.
2	Mesin bor tangan	Untuk proses pengeboran pada rangka aluminium dan akrilik untuk pemasangan baut.
3	Mesin gerinda potong	Untuk memotong aluminium sebagai pembuatan rangka
4	Set kunci L	Untuk melepaskan atau mengencangkan baut yang kepalanya menjorok ke dalam.
5	Jangka sorong	Untuk melakukan proses pengukuran dimensi setiap komponen yang akan di kerjakan
6	Mistar dan meteran	Untuk mengukur panjang, tinggi, dan lebar dari suatu benda yang akan dikerjakan
7	Hand Tap	Untuk membuat ulir dalam pada aluminium

2.3. Bahan dan Komponen yang digunakan

Adapun bahan yang digunakan dalam proses pembuatan mesin engraving ini dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini:

Table 2 Bahan dan komponen yang digunakan

No	Bahan	Keterangan
1	Leadscrew	T8 D2 Lead 8-270mm
		T8 D2 Lead 8-500mm
		T8 D2 Lead 8-500mm
2	Linear Shaft	WCS10-Hard Chrome 1cm
3	Akrilik 9mm	500x400 mm
4	Akrilik 2mm	100x100 mm
5	Aluminium V slot 2020	20x20 mm
6	Aluminium V slot 2040	20x40 mm
7	Aluminium V slot 2080	20x80 mm
8	Bracket Spindle Clamp	52cm
9	V slot Gantry Rod	625ZZ

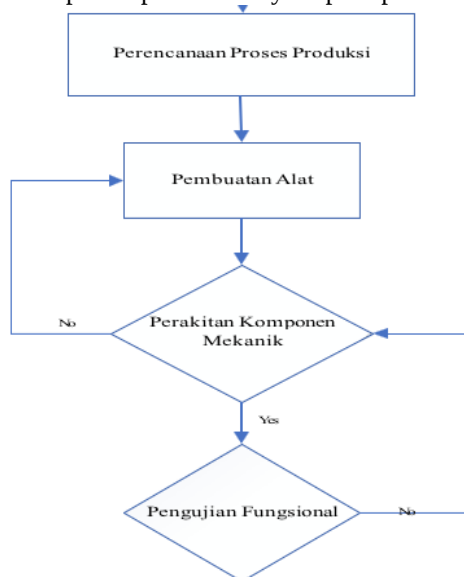
	Plate	
10	Lock shaft collar	1cm
11	Bracket Siku	Corner Angle Aluminium Profile 20x20
12	Bearing Pillow Block	KFL08 8mm
13	Leadscrew Nut Housing	T8
14	Flexible Coupler	RS D19L25 8x8
15	Linear Bearing Block	SCS10UU 10mm
16	Baut	Baut L
17	Mur	Lock Nut, Hex Nut, T Block Sliding Hammer Nut, T Block Square Nut

2.4. Tahapan Pembuatan Komponen Mesin CNC Grafir

Peralatan yang digunakan untuk membuat komponen mesin CNC terdiri dari mesin bor tangan, mesin gerinda potong, tang penjepit, set kunci L, jangka sorong, mistar dan meteran. Adapun tahapan pembuatannya memahami konsep desain rancangan mesin CNC Engraving. Mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk proses produksi. Memotong aluminium untuk sumbu x y z dan meja kerja sesuai dengan gambar rancangan. Mengebor aluminium untuk tempat pemasangan baut. Melakukan tap pada aluminium untuk ulir dalam. Memotong akrilik untuk sumbu x z dan kaki peyangga sesuai rancangan. Mengebor akrilik untuk tempat pemasangan baut, dudukan leadscrew, shaft, leadscrew nut housing dan aluminium profil 31. Memotong shaft untuk x y z sesuai ukuran yang sudah dirancang. Memotong leadscrew x y z sesuai ukuran yang sudah dirancang.

Mesin CNC Engraving yang digunakan pada penelitian ini yaitu, Assembly Non-Permanent yang dimana proses penggabungannya dengan media benda berulir seperti baut, mur dan sekrup.

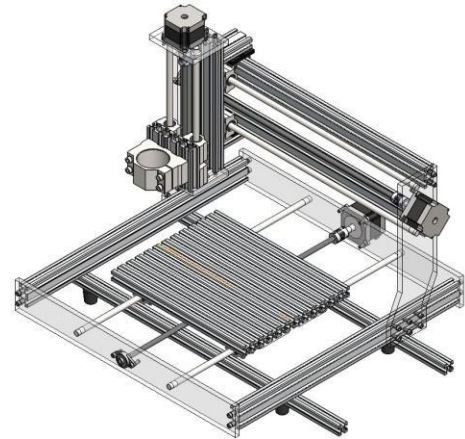
Untuk membuat suatu mesin ini diperlukan tahapan-tahapan dalam proses pembuatannya seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 diagram alir penelitian

3. Hasil dan pembahasan

Adapun mesin CNC *engraving* ini memiliki orientasi pada material yang berbahan dasar media acrylic. Dengan mata pisau untuk mengukir dan mata bor untuk memotong acrylic. Dan memiliki dimensi 51 x 50 cm dan memiliki area *engraving* 420 x 400 cm. Adapun konstruksi mesin CNC terlihat pada gambar 2:



Gambar 2. Mesin CNC Grafir

3.1. Tahapan proses produksi

Proses produksi rangka bawah mesin CNC engraving melibatkan beberapa tahapan yang penting untuk memastikan kualitas dan presisi mesin. Maerial yang digunakan yaitu aluminium 20x40mm dan akrilik ketebalan 9mm. Proses produksi tiang sumbu X pada mesin CNC engraving, dimulai dengan menentukan spesifikasi teknis tiang sumbu X berdasarkan kebutuhan mesin dan penggunaannya. Bahan yang digunakan untuk tiang sumbu X pada mesin ini yaitu akrilik dengan ketebalan 9mm dengan tinggi 300mm, untuk teknik pemotongan yang digunakan berupa pemotongan laser. Proses produksi meja kerja untuk mesin CNC engraving ini menggunakan material aluminium 20x80mm sebagai permukaan untuk peletakan benda kerjanya, Proses pemotongan aluminium ini menggunakan mesin gerinda tangan dengan panjang 297mm kemudian digabung hingga membentuk meja kerja dengan lebar 240mm, proses pemotongan aluminium ini dipotong menjadi 3 bagian dimana waktu yang dihabiskan itu 40 detik x 3 = 120 detik atau 2 menit.

Proses produksi sumbu X pada mesin CNC engraving melibatkan serangkaian langkah untuk menciptakan komponen yang menggerakkan pergerakan horizontal pada mesin CNC ini. Untuk proses produksi sumbu X ini menggunakan material aluminium dengan dimensi 20x40mm dipotong menggunakan mesin gerinda dengan panjang 500mm. Proses produksi sumbu Z pada mesin CNC engraving melibatkan serangkaian langkah untuk menciptakan komponen yang mengatur pergerakan vertikal pada mesin tersebut. Tahap awal untuk proses pemotongan aluminium sesuai dengan desain yang telah ditentukan panjang 245mm sebagai dudukan komponen penggerak sumbu Z.

3.2. Proses Perakitan Mesin CNC Engraving

Dalam perakitan mesin CNC *engraving*, kerangka yang digunakan yaitu aluminium v slot dan akrilik Adapun langkah- langkah perakitan mesin CNC

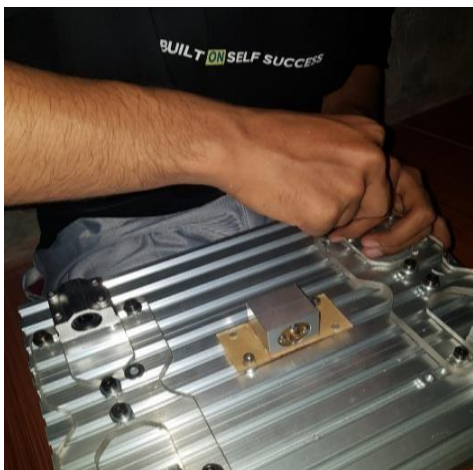
engraving sebagai berikut:

1. Pemasangan Kerangka
Profile V slot 2040 dan akrilik dipasang sebagai kerangkanya dengan dimensi akrilik 9mm, sekaligus pemasangan dudukannya dengan aluminium profile V slot 2020
2. Pemasangan V slot *Gantry Rod Plate* pada Sumbu X
Pemasangan roda POM V slot untuk dudukan sumbu Z pada aluminium profile V slot 2040 sumbu X.
3. Proses penggabungan kaki penyangga Pemasangan Kaki Penyangga sumbu X pada kerangka dengan menggunakan baut L m5x16mm.
4. Pemasangan Leadscrew Nut Housing. Pemasangan *Nut Housing* pada akrilik sebagai landasan agar bisa diikat pada aluminium profile seperti pada Gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3. Pemasangan Leadscrew Nut Housing

5. Pemasangan Komponen Mekanis pada Meja Kerja
Penggabungan aluminium V slot 2080 agar membentuk meja berukuran 300x240mm dan pemasangan *linear bearing block* untuk dudukan shaft sumbu Y, seperti pada Gambar 4 berikut:

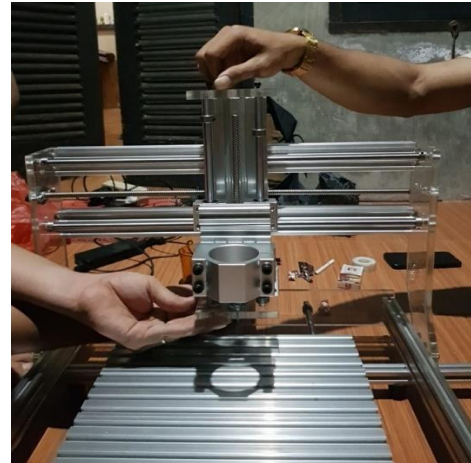


Gambar 4. Pemasangan Komponen Mekanis pada Meja Kerja

6. Pemasangan Meja Kerja pada Kerangka *Linear shaft* dan *leadscrew* sumbu Y dipasang sekaligus untuk dudukan meja kerja
7. Pemasangan Komponen Mekanis untuk Sumbu Z

Pemasangan komponen mekanis mulai dari *linear bearing block*, *nut housing*, *leadscrew* dan *linear shaft* untuk sumbu Z.

8. Pemasangan Komponen Mekanis pada Kerangka sumbu X
Setelah semua komponen terpasang pada sumbu Z, kemudian penggabungan sumbu Z pada sumbu X, Adapun pemasangan komponennya terlihat pada Gambar 5:



Gambar 5. Pemasangan Komponen Mekamis pada Kerangka sumbu X

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian terhadap Perencanaan Proses Produksi Mesin CNC Grafir (Engraving) Material Acrylic Dengan Dimensi Kerja 240x400 mm maka diperoleh kesimpulan bahwa telah diperoleh hasil produksi komponen mekanik yang diproduksi menggunakan proses pemesinan, yang terdiri atas: rangka bawah mesin, tiang sumbu x, meja kerja, sumbu x, sumbu z. Berdasarkan bentuk rancangan yang telah dibuat, selanjutnya komponen mekanik yang telah diproduksi akan dirakit dengan komponen jadi yang telah tersedia dipasaran. 3. Berdasarkan hasil dari proses produksi mesin CNC grafir acrylic membutuhkan waktu mencapai 49,2 menit. Berdasarkan hasil pengukuran setelah mesin diproduksi, maka didapatkan area kerja mesin ini adalah: Panjang area kerja sumbu-x= 400 mm Panjang area kerja sumbu-y= 500 mm Panjang area kerja sumbu-z= 120 mm. Total biaya yang dibutuhkan untuk membuat mesin CNC ini adalah Rp 2,903.920.00.

Referensi

- [1] K. Bukhari, Y. Azwar, I. Yusuf, Darmein, and Mawardi, "Optimization of CNC machining parameters to improve surface roughness quality of the AL6061 material using the Taguchi method," *Jurnal Polimesin*, vol. 21, no. 4, pp. 408–413, 2023.
- [2] I. V. Choirony, M. S. Hariyanto, M. Ulum, A. Ubaidillah, H. Haryanto, Dan R. Alfita, "Rancang Bangun Acrylic Engraver And Cutting Machine Menggunakan Cnc Milling 3 Axis Berbasis Mikrokontroler," *Elektrika*, Vol. 13, No. 1, Hal. 13, 2021, Doi: 10.26623/Elektrika.V13i1.3071.
- [3] "Teknik Grafir / Mengukir Akrilik, Kaca, Kayu Dan Logam - Maxipro."

<https://Maxipro.Co.Id/Mengenal-Teknik-Grafir/>
(Diakses 15 Maret 2023).

- [4] Taufiq Rochim, *Teori & Teknologi Proses Pemessinan*. Higher Education Development Support Project, 2020.
- [5] “Mengenal Pengertian Engraving, Jenis, Serta Penggunaannya.” <https://Sumberjaya.com/Blog/Engraving-Adalah/> (Diakses 17 Agustus 2023).
- [6] M. T. Qurohman and W. J. Usman, “Efektivitas Kecepatan Laju Pengikisan Terhadap Material Akrilik Dan Kayu Pada Mesin CNC Router,” *Nozzle J. Mech. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 11–18, 2019.
- [7] A. Salam, S. Rasyid, and M. N. Sumule, “PENGEMBANGAN DESAIN MESIN CNC ROUTER SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DI JURUSAN TEKNIK MESIN,” in *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, 2023, pp. 452–459.
- [8] A. Ependi and M. N. Sumule, “Pengembangan Desain Mesin CNC Router Sebagai Media Pembelajaran Untuk Skala Laboratorium.” Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2022.
- [9] A. Salam, M. Mukhtar, and T. Trisbenheiser, “Rancang Bangun Mesin CNC Laser Cutting Sebagai Media Pembelajaran,” in *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, 2020, pp. 173–178.
- [10] M. A. Saputra, D. Darmein, and Z. Zulkifli, “Pembuatan Mesin CNC Engraving Acrylic Dengan Daya Laser 3000 MW,” *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 57–65, 2024.