



Perancangan Mesin Potong *Torch* Asetilen Dengan Gerak 2Axis Menggunakan Sistem Kontrol Arduino

Alfian¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang

¹ alfian.asn.2005@gmail.com

Abstract

The problem of the oxy-acetylene welding plate cutting tool that is commonly used today is still in a manual way, and is not equipped with driving equipment. This results in the performance of the oxy-acetylene welding plate cutting tool when cutting is not optimal and efforts need to be made to improve the cutting tool in order to facilitate work. The purpose of this research is to produce a construction design of an automatic oxy-acetylene welding plate cutting tool. and can determine the suitability of mechanical components with the arduino control system used. The working method of the tool design process includes work preparation, data collection and making the formulation of problems and objectives to be achieved. Literature study by looking for articles, which are updated to produce solutions to existing problems. Making component and assembly designs and simulations by making calculations and uses on the mechanical construction and control systems used. Using the application of the ZW3D licensed computer aid design program, this research created a design for oxy-acetylene welding plate cutting tools by combining oxy-acetylene welding with stepper motors driven by Arduino control. Producing automatic motion with x and y axes, so that it can facilitate cutting work. The size of the designed tool is 700 mm x 700 mm x 800 mm. From the calculation, the maximum torque required by the plasma cutting table is 0.218 Nm, and the maximum power is 6.845 Watt. The motor chosen is a Nema23 stepper motor because the price is relatively cheap and in accordance with the calculation specifications. Lead Screw is used as a converter of rotary motion from stepper motor into linear motion, with specifications used with diameter = 8 mm, length = 500 mm and pitch = 2 mm.

Keywords: oxy, acetylene, nema23, Arduino, torch.

Abstrak

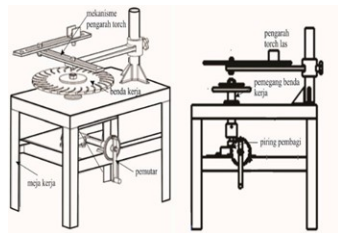
Permasalahan dari *cutting tool* plat las *oxy-acetylene* yang umum digunakan saat ini yaitu masih dengan cara manual, serta tidak dilengkapi dengan peralatan penggerak. Hal ini mengakibatkan kinerja dari *cutting tool* plat las *oxy-acetylene* saat pemotongan belum optimal dan perlu upaya untuk melakukan peningkatan terhadap *cutting tool* agar dapat mempermudah pekerjaan. Tujuan penelitian ini untuk menghasilkan sebuah rancangan konstruksi alat pemotongan plat las *oxy-acetylene* otomatis, dan dapat menentukan kesesuaian komponen mekanik dengan sistem kontrol arduino yang digunakan. Metode kerja proses perancangan alat meliputi persiapan kerja, pengumpulan data dan membuat rumusan masalah serta tujuan yang akan dicapai. Studi literatur dengan mencari artikel-artikel, yang terupdate untuk menghasilkan solusi dari permasalahan yang ada. Membuat desain komponen dan assembly serta simulasi dengan membuat hitungan serta penggunaan pada konstruksi mekanik dan sistem kontrol yang digunakan. Menggunakan aplikasi program gambar *computer aided design* yang berlisensi ZW3D. Pada penelitian ini dibuat suatu rancangan *cutting tool* plat las *oxy-acetylene* dengan memadukan las *oxy-acetylene* dengan motor *stepper* yang digerakkan oleh kontrol arduino. Menghasilkan gerak otomatis dengan sumbu x dan y, sehingga dapat mempermudah pengerjaan pemotongan. Ukuran dari alat yang dirancang yaitu 700 mm x 700 mm x 800 mm. Dari perhitungan, torsi maksimal yang diperlukan oleh meja plasma cutting adalah 0,218 Nm, dan daya maksimum sebesar 6,845 Watt. Motor yang dipilih adalah motor *stepper Nema23* karena harganya relatif murah dan sesuai dengan spesifikasi perhitungan. *Lead Screw* digunakan sebagai pengubah gerakan putar dari motor *stepper* menjadi gerakan linier, dengan spesifikasi yang digunakan dengan diameter = 8 mm, panjang = 500 mm dan *pitch* = 2 mm.

Kata kunci: oxy, asetilen, nema23, arduino, torch.

1. Pendahuluan

Pada era serba teknologi ini teknik pemotongan dengan las *oxy-acetylene* sangat diperlukan untuk berbagai proses pengerjaan industri, seperti pemotongan material konstruksi permesinan yang memang tidak dapat dipisahkan dengan teknologi manufaktur. Untuk itu semakin berkembangnya zaman menuju ke arah yang lebih maju, semakin berkembang teknologi yang diciptakan oleh manusia, peralatan yang diciptakan pun semakin memudahkan segala pekerjaan manusia.

Design perkakas bantu pegang dan pengarah untuk pembuatan *disc runner* turbin mikrohidro, yang menggunakan *torch* sebagai alat potong terdapat pada Gambar 1, yang terdiri dari beberapa komponen utama sebagai berikut: Meja kerja, Kepala pembagi, *clamping* benda kerja, Pengarah *torch* las (*Pillar*) dan mekanismenya [1].



Gambar 1. Desain alat pembuatan *disc runner* turbin [1]

Teknologi besar dan kecil bermunculan dimana-mana. Perkembangan tersebut menyangkut juga bidang pemotong plat dengan menggunakan las *oxy-acetylene*.

Permasalahan dari *cutting tool* las *oxy-acetylene* yang umum digunakan saat ini yaitu masih dengan cara manual, serta tidak dilengkapi dengan peralatan penggerak. Hal ini mengakibatkan kinerja dari *cutting tool* las *oxy-acetylene* saat pemotongan belum maksimal dan untuk gerakan dari torch relatif tidak konstan karena mesin masih dioperasikan secara manual (tangan), sehingga perlu adanya alat bantu berupa meja dan penggerak otomatis untuk mengoptimalkan kinerja *cutting tool* las *oxy-acetylene* pada saat proses pemotongan plat. Alat potong dengan *torch* secara manual dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemotongan torch manual [2]

Pemotong plat menggunakan las *oxy-acetylene* dengan sistem kontrol penting digunakan karena memiliki beberapa keuntungan seperti mesin yang dibuat dengan teknik pengelasan menjadi ringan dan lebih sederhana dalam proses pengerjaannya. Kualitas dari hasil pemotongan juga sangat tergantung pada persiapan sebelum pelaksanaan memotong plat.

Berdasarkan hal yang telah disampaikan di atas, penulis tertarik untuk mencoba melakukan sebuah perancangan alat pemotong plat menggunakan las *oxy-acetylene* yang sudah dibuat sebelumnya yaitu pembuat *disk runner* dengan sistem *jig and fixture* yang mana proses pemotongannya masih menggunakan las *oxy-acetylene* penggerak manual dengan tangan, maka dari itu dengan memadukan antara las *oxy-acetylene* dengan motor *stepper* yang digerakkan oleh sistem kontrol Arduino. Dalam melakukan pertimbangan hal tersebut maka dilakukan sebuah perancangan *cutting tool* plat las *oxy-acetylene* dengan gerak 2 axis x, y menggunakan motor *stepper* berbasis sistem kontrol arduino. Diharapkan dengan adanya *cutting tool* plat dengan menggunakan las *oxy-acetylene* dengan sistem otomatis, dapat mempermudah pengerjaan pemotongan dan mengurangi resiko terjadinya insiden dalam pemotongan las *oxy-acetylene*.

Faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan alternatif adalah, alternatif keteknikan yang dapat dirancang serta desain yang dapat diproduksi atau dibuat di bengkel-bengkel produksi. Metode pembuatan mesin dengan mensinkron dengan peralatan pemesinan yang dapat dikerjakan. Metode perakitan dengan melakukan kemudahan dalam assembly baik secara langsung ataupun dengan cara bongkar pasang. Biaya pembuatan ditekan serendah mungkin sehingga harga dapat ditekan dan terjangkau, dan perawatan mesin dapat dilakukan dengan mudah dan bertahan lama [3].

Solusi yang ditawarkan ini juga berkaitan dengan ketelitian dan keterulangan (*repeatability*) dari pengerjaan alat bantu *molding* nantinya. Produk massal yang akan dilaksanakan membutuhkan hasil yang maksimal dalam pengerjaan *molding* nantinya. Selain itu, solusi lain yang diberikan adalah yang berkaitan dengan human faktor yaitu aspek ergonomi dalam pekerjaan. Desain alat bantu *molding* yang akan dibuat telah memperhatikan aspek ergonomi dan analisa perancangan kerja (APK) [4].

Dari latar belakang masalah tersebut, direncanakan *cutting tool* plat las *oxy-acetylene* dengan gerak 2 axis x, y menggunakan motor *stepper* berbasis sistem kontrol arduino, maka dirumuskan beberapa masalah yang didapatkan yaitu: Bagaimana merancang *cutting tool* las *oxy-acetylene* yang berbasis sistem kontrol dan bergerak 2 axis x, y? (Merancang konstruksi alat potong las *oxy-acetylene* dengan *axis drive* vertikal dan horizontal dengan sistim kontrol).

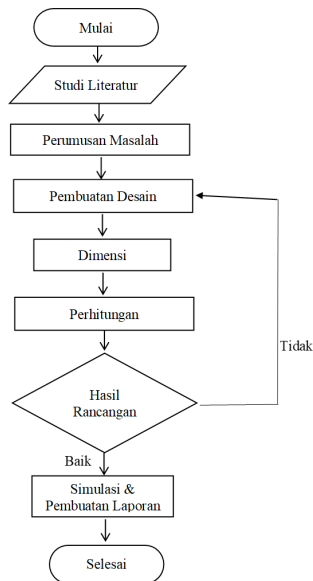
Bagaimana menentukan tipe motor *stepper* yang akan digunakan sebagai penggerak *cutting tool* plat las *oxy-acetylene* berbasis sistem kontrol. Bagaimana perencanaan kesesuaian terhadap poros dan ulir penggerak yang digunakan dengan sistem kontrol arduino?

Tujuan penelitian ini adalah:

Mendapatkan sebuah rancangan konstruksi alat pemotongan plat las *oxy-acetylene* otomatis. Mendapatkan dan menentukan kesesuaian komponen mekanik dengan sistem kontrol arduino yang digunakan.

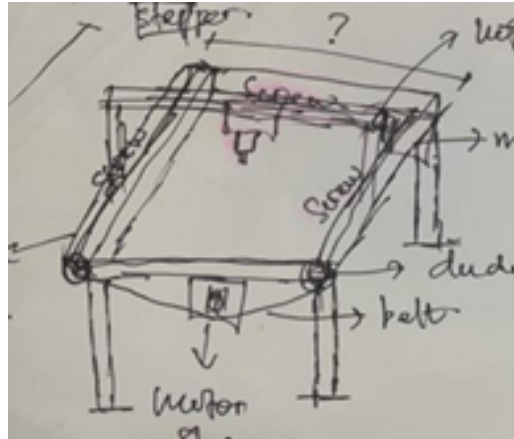
2. Metode Penelitian

Perancangan mesin potong *torch* asetilen dengan gerak *2axis* menggunakan sistem kontrol arduino ini dilakukan di laboratorium automasi dan computer serta bengkel mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang. Sedangkan alur kerja proses perancangan alat dapat dilihat pada diagram flow chart pada Gambar 3. Langkah pertama untuk memulai Perancangan mesin potong *torch* asetilen dengan gerak *2axis* menggunakan sistem kontrol arduino ini adalah: melakukan studi literatur dengan mencari artikel-artikel, yang terupdate tentang mesin potong *torch semi automatic* dan yang *automatic*.



Gambar 3. Diagram Flow Chart

Setelah didapatkan beberapa artikel dan mengerti dengan perancangan yang akan dibuat, selanjutnya dilakukan beberapa langkah persiapan. Membuat konsep dan sketsa konstruksi serta sistem kontrol, yang akan digunakan pada alat potong *torch* yang akan dibuat. Rumusan permasalahan bagaimana desain modifikasi *cutting tool* yang bergerak terhadap sumbu x, y dan bagaimana memilih motor agar pemotongan lebih stabil dan presisi.



Gambar 4. Sketsa pemotong *torch*

Setelah melakukan studi literatur dan perumusan masalah adalah penentuan desain, yaitu sket awal dari *cutting tool* las *oxy-acetylene*. Sket yang dibuat adalah sket pada bagian mekanik. Sket dilakukan dengan menggambar diatas kertas terlebih dahulu seperti Gambar 4. Kemudian menggambar dengan menggunakan aplikasi CAD, sehingga didapatkan desain alat.[5],[6]

Setelah mendapatkan desain mekanik, langkah selanjutnya yaitu menentukan peletakan komponen elektronik pada *cutting tool* agar sesuai dengan desain mekanik yang telah dibuat. Pembuatan bagian komponen gambar konstruksi dan sistem kontrol dengan bentuk, dimensi, dan aturan suaian pada part yang saling berhubungan. Penentuan dimensi didapatkan dari rumusan masalah yang telah ditentukan di awal, yaitu perancangan *cutting tool* yang dapat bergerak dengan *2 axis*. Pemilihan bahan-bahan yang akan digunakan dalam perancangan, sebagai referensi untuk melakukan langkah selanjutnya dalam perancangan. Setelah elemen mesinnya ditentukan, maka dilakukan perhitungan dan perancangan pada mesin potong *torch*. Perhitungan komponen mekanik berdasarkan definisi masalah yang telah disebutkan diatas. Perhitungan dilakukan untuk mendapatkan kapasitas yang sesuai dengan desain dan aman saat berjalan *cutting tool*. Apabila saat melakukan perhitungan ada beberapa komponen yang tidak sesuai maka akan melakukan re-desain agar komponen yang akan dibuat tidak mengalami masalah. Jika perhitungan telah selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah menggambar desain mesin potong *torch*, dengan menggunakan CAD (*Computer Aided Design*) ZW3D yang berlisensi [7-8] yang terdapat di laboratorium automasi dan computer Teknik Mesin PNP. Setelah melakukan pembuatan desain dan melakukan perhitungan terhadap komponen-komponen mekanik yang digunakan, barulah didapat hasil simulasi dan rancangan yang baik. Tahap ini merupakan ujung dari proses pembuatan penelitian, yaitu dengan menarik

kesimpulan yang didapat dari hasil perancangan yang telah dilakukan. Setelah itu dilakukan penulisan terhadap laporan dari penelitian yang telah dilakukan. Jika sudah selesai membuat desain gambar teknik, maka perancangan mesin potong *torch* asetilen dengan gerak *2axis* menggunakan sistem kontrol Arduino selesai dilakukan.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil desain dan komponen yang terdapat pada, rancangan mesin potong *torch* asetilen dengan gerak *2axis* menggunakan sistem kontrol arduino sudah dapat dibuat. Spesifikasi konstruksi rangka [12] dan system penggerak ditentukan dari beberapa komponen yang mudah didapat, untuk memudahkan dalam menentukan dimensi alat. Material konstruksi rangka dasar terbuat dari besi ST37, dengan profil L, siku 4mm x 40mm x 40mm, dan pelat penyangga serta dudukan komponen dari sistem penggerak. Konstruksi sistem penggerak difokuskan untuk menghasilkan gerakan linier tiap sumbu. Sistem penggerak terdiri dari *stepper* motor, linier *screw*, *linear shaft*, kopling, *pillow block bearing* dan linier *motion ball bearing*. Dilihat dari ukuran rangka dan Panjang *lead screw* yang digunakan adalah 500 mm, maka direncanakan: Dimensi rangka alat p x l x t = 700 mm x 700 mm x 800 mm, Batasan gerak sumbu x sejauh 300 mm, Batasan gerak sumbu y sejauh 400 mm. Desain dan komponen yang digunakan pada mesin dapat dilihat pada gambar 6 dan Tabel 1.

No	Nama Part	No	Nama Part
1	<i>Pillow Block Bearing</i>	11	<i>Nut Screw</i>
2	Rangka	12	<i>Linier Shaft</i>
3	Brander Las	13	<i>Lead Screw</i>
4	Dudukan Brander	14	Dudukan <i>Bearing</i>
5	Penyangga Sumbu X	15	<i>Linier Bearing</i>
6	Motor Stepper	16	Penyangga Dudukan <i>Torch</i>
7	<i>Flexible Coupling</i>	17	Selang <i>Oxygen</i>
8	<i>Shaft Support</i>	18	Selang <i>Acetylene</i>
9	<i>Bracket Bearing</i>	19	Tabung Gas <i>Acetylene</i>
10	<i>Shaft Support</i>	20	Tabung Gas <i>Oxygen</i>

3.1. Perencanaan Daya Motor Pada Sumbu X

Perencanaan pemilihan motor *stepper Nema23* sebagai data awal untuk menghitung daya yang dibutuhkan untuk sumbu X. Spesifikasi dan nilai dari tegangan, kuat arus listrik, beban dan langkah sudut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Identifikasi Motor Stepper Sumbu X

No	Spesifikasi	Nilai
1	Tegangan listrik (V)	3,36 V
2	Kuat arus listrik (I)	2,8 A
3	Beban dudukan brander + brander	1,985 kg
4	Langkah Sudut	1,8°

Daya Input (P_{in}) pada motor *stepper* X dapat dilihat pada persamaan rumus (1)

$$P_{in} = V \times I \tag{1}$$

$$P_{in} = 3,36 V \times 2,8 A$$

$$P_{in} = 9,408 Watt$$

Besar daya input pada motor *stepper* arah sumbu X setelah melakukan perhitungan adalah 9,408 Watt.

Torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan sumbu X dapat dilihat pada persamaan rumus

$$F = m \times g \tag{2}$$

$$F = 1,985 kg \times 9,8 m/s^2$$

$$F = 19,453 N$$

Besar nilai torsi dilihat dari persamaan rumus

$$T = F r \tag{3}$$

$$T = 19,453 N \cdot 0,004 m$$

$$T = 0,077 Nm$$

Sedangkan untuk daya *output* yang dibutuhkan pada motor *stepper* adalah dengan menghitung kecepatan sudut (ω) terlebih dahulu dengan nilai n,

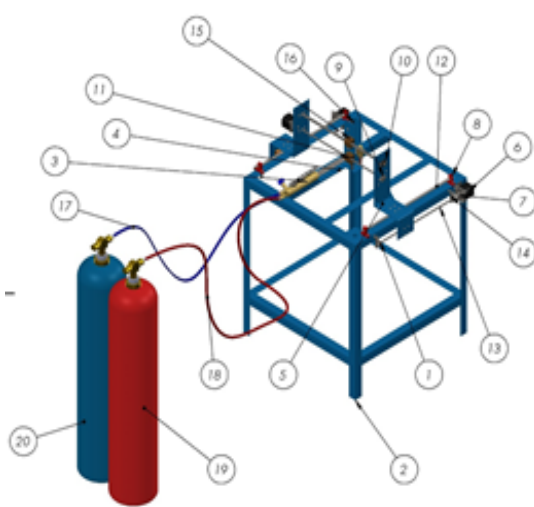
$$n = 60 \frac{pps}{Np} \tag{4}$$

$$n = 60 \frac{1000}{200}$$

$$n = 300 rpm$$

Keterangan:

- n = Kecepatan putar motor (rpm)
- pps = Kecepatan pulsa masuk (pulsa/detik)



Gambar 5. Desain 3D Mesin Potong Torch Berbasis Kontrol

Tabel 1. Keterangan Komponen Alat

N_p = Banyak pulsa 1xputar (pulsa/rotasi)
Kemudian menghitung kecepatan sudut

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \tag{5}$$

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 300}{60}$$

$$\omega = 31,4 \text{ rad/detik}$$

Sehingga dapat diketahui daya motor yang dibutuhkan pada sumbu X, dilihat pada persamaan rumus

$$P_{out} = T \cdot \omega \tag{6}$$

$$P_{out} = 0,063 \text{ Nm} \times 31,4 \text{ rad/detik}$$

$$P_{out} = 2,417 \text{ Watt}$$

Dengan daya output yang diperoleh sebesar 1,978 watt, maka dipilih motor *stepper nema 23* yang memiliki kapasitas daya input 9,048 Watt.

3.2. Perencanaan Daya Motor Pada Sumbu Y

Perencanaan pemilihan motor *stepper Nema23* sebagai data awal untuk menghitung daya yang dibutuhkan untuk sumbu Y. Spesifikasi dan nilai dari tegangan, kuat arus listrik, beban sumbu X, beban dudukan dan langkah sudut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Identifikasi Motor Stepper Sumbu Y

No	Spesifikasi	Nilai
1	Tegangan Listrik (V)	3,36 V
2	Kuat Arus (I)	2,8 A
3	Beban Sumbu X	4,105 kg
5	Beban Dudukan Brander + Brander	1,625 kg
6	Langkah Sudut	1,8°

Daya Input (P_{in}) pada motor *stepper* Y dapat dilihat pada persamaan rumus (2.1)

$$P_{in} = V \times I \tag{7}$$

$$P_{in} = 3,36 \text{ V} \times 2,8 \text{ A}$$

$$P_{in} = 9,408 \text{ Watt}$$

Besar daya input pada motor *stepper* arah sumbu Y setelah melakukan perhitungan adalah 9,408 Watt.

Torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan sumbu Y dapat dilihat pada persamaan rumus

$$F = m \times g \tag{8}$$

$$F = 5,73 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F = 56,211 \text{ N}$$

Besar nilai torsi dilihat dari persamaan rumus

$$T = F \cdot r \tag{9}$$

$$T = 56,211 \text{ N} \cdot 0,004 \text{ m}$$

$$T = 0,224 \text{ Nm}$$

Sedangkan untuk daya output yang dibutuhkan pada motor *stepper* adalah dengan menghitung kecepatan sudut (ω) terlebih dahulu dengan nilai n,

$$n = 60 \frac{\text{pps}}{N_p} \tag{10}$$

$$n = 60 \frac{1000}{200}$$

$$n = 300 \text{ rpm}$$

Keterangan:

n = Kecepatan putar motor (rpm)

pps = Kecepatan pulsa masuk (pulsa/detik)

N_p = Banyaknya pulsa 1 kali putar (pulsa/rotasi)

Kemudian menghitung kecepatan sudut

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \tag{11}$$

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 300}{60}$$

$$\omega = 31,4 \text{ rad/detik}$$

Daya motor yang dibutuhkan pada sumbu Y dapat dilihat pada persamaan rumus

$$P_{out} = T \cdot \omega \tag{12}$$

$$P_{out} = 0,224 \text{ Nm} \times 31,4 \text{ rad/detik}$$

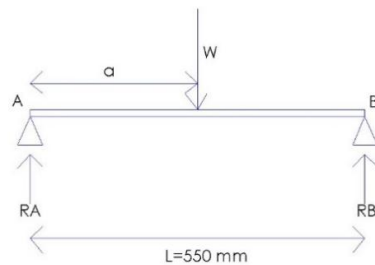
$$P_{out} = 7,033 \text{ Watt}$$

Dengan daya output yang diperoleh sebesar 7,033 watt, maka dipilih motor *stepper nema 23* yang memiliki kapasitas daya input 9,048 Watt.

3.3. Perhitungan Sistem Mekanik

Pada perhitungan sistem mekanik ini akan membahas perhitungan dari poros yang akan menerima momen dan ulir penggerak (*lead screw*) yang nantinya akan mentransmisikan putaran dari motor *stepper* ke pelat *base* (lengan penggerak). Maka dari itu perlu beberapa perhitungan untuk menentukan perencanaan poros dan ulir penggerak sumbu yang akan digunakan. Poros diberikan beban pada waktu mentransmisikan putaran dapat dilihat gambar 6.

Menentukan diameter poros



Gambar 6 diagram beban [9]

Diketahui:

$$W = 56,26 \text{ N}$$

$$\text{Berat total beban } 5,735 \text{ kg}$$

$$W = m \cdot g = 5,735 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$W = 56,26 \text{ N}$$

$$dc = 0,69 \text{ mm}$$

$$L = 550 \text{ mm}$$

$$a = 275 \text{ mm}$$

$$\sigma_b = 365 \text{ Mpa}$$

maka,

$$M = W \cdot a = 56,26 \text{ N} \cdot 275 \text{ mm} \quad (13)$$

$$= 15.471,5 \text{ Nmm}$$

d = diameter poros

Momen lentur maksimum dari persamaan

$$M = \frac{\pi}{32} \times \sigma_b \times d^3 \quad (14)$$

$$15.471,5 \text{ Nmm} = \frac{\pi}{32} \times 365 \text{ Mpa} \times d^3$$

$$d^3 = \frac{15.471,5 \text{ Nmm}}{35,815 \text{ N}}$$

$$d^3 = 413,983 \text{ mm}$$

$$d = 7,56 \text{ mm}$$

Maka untuk diameter poros yang digunakan sebagai pendukung beban adalah $\geq 7,56 \text{ mm}$.

Perencanaan Ulir Penggerak Sumbu X [11]

Ulir penggerak *torch* yang direncanakan, dapat diperhitungkan dari beban yang terdapat pada sumbu X. Beban yang teridentifikasi pada *lead screw* sumbu X dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Identifikasi Beban *Lead Screw* Sumbu X

No.	Nama	Jumlah	Massa
1	Brander	1	0,72 kg
2	Lead screw	1	0,2 kg
3	Coupling	1	0,025 kg
6	Dudukan brander	1	0,8 kg
7	Bracket bearing	2	0,04 kg
8	Linier bearing	2	0,2 kg
Jumlah		8	1,985 kg

Menentukan Diameter Untuk sumbu X

Menurut R.S Khurmi, dengan mempertimbangkan *safety factor* (sf) maka besarnya gaya tarik/tekan:

$$W = \frac{\sigma_y}{sf} \times \frac{\pi}{4} \times dc^2 \quad (15)$$

Sehingga:

$$dc = \sqrt{\frac{4W \cdot sf}{\pi \cdot \sigma_y}}$$

$$dc = \sqrt{\frac{4 \cdot 19,47 \text{ N} \cdot 4}{3,14 \cdot 205 \text{ N/mm}^2}}$$

$$dc = \sqrt{0,48 \text{ mm}}$$

Dengan perhitungan diatas didapatkan diameter *core* poros ulir adalah = 0,69 mm. Untuk pembuatannya direncanakan diameter yang digunakan adalah 8 mm dengan diameter *core* nya 6 mm, ini dikarenakan proses pemesinan konvensional tidak mampu menjangkau pembuatan diameter ulir penggerak tersebut sehingga pembuatan ulir penggerak menggunakan diameter luar 8 mm.

Torsi Untuk Memutar *Screw* Sumbu X

Menurut R.S Khurmi, torsi yang diperlukan untuk memutar *screw* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$T1 = W \times \frac{dc}{2} \left[\frac{\tan \alpha + \tan \phi}{1 - \tan \alpha \cdot \tan \phi} \right] \quad (16)$$

$$\tan \alpha = \frac{p}{\pi \cdot d} = \frac{2 \text{ mm}}{3,14 \cdot 7 \text{ mm}} = 0,09$$

dan untuk $\tan \phi = \mu$

Dengan d adalah:

$$d = \frac{do + dc}{2}$$

$$d = \frac{8 \text{ mm} + 6 \text{ mm}}{2}$$

$$d = 7 \text{ mm}$$

Maka didapatkan nilai torsi yang dibutuhkan

$$T1 = W \times \frac{dc}{2} \left[\frac{\tan \alpha + \tan \phi}{1 - \tan \alpha \cdot \tan \phi} \right] \quad (17)$$

$$T1 = 19,47 \text{ N} \times \frac{6 \text{ mm}}{2} \left[\frac{0,09 + 0,14}{1 - 0,09 \cdot 0,14} \right]$$

$$T1 = 58,41 \text{ Nmm} [0,233]$$

$$T1 = 13,60 \text{ Nmm}$$

Tegangan Pada *screw* sumbu X

Menurut R.S Khurmi, tegangan yang terjadi terhadap ulir berupa tegangan Tarik dan tegangan geser.

Tegangan Tarik

$$\sigma = \frac{W}{\frac{\pi}{4} dc^2} \quad (18)$$

$$\sigma = \frac{19,47 \text{ N}}{\frac{3,14}{4} 6^2}$$

$$\sigma = 0,688 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan Geser

$$\tau = \frac{16 \cdot T1}{\pi \cdot dc^3} \quad (19)$$

$$\tau = \frac{16 \cdot 13,60 \text{ Nmm}}{3,14 \cdot 6^3}$$

$$\tau = 0,32 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan maksimum pada *screw* sumbu X
Menurut R.S Khurmi, Tegangan maksimum yang terjadi pada *screw* berupa tegangan tarik maksimum dan tegangan geser maksimum [10]

Tegangan tarik maksimum

$$\sigma_{max} = \frac{1}{2} \left[\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \right] \quad (20)$$

$$\sigma_{max} = \frac{1}{2} \left[0,688 \text{ N} + \sqrt{(0,688 \text{ N/mm}^2)^2 + 4(0,32 \text{ N/mm}^2)^2} \right]$$

$$\sigma_{max} = \frac{1}{2} \left[0,688 \text{ N/mm}^2 + \sqrt{0,882} \right]$$

$$\sigma_{max} = \frac{1}{2} \left[0,688 \text{ N/mm}^2 + 0,94 \text{ N/mm}^2 \right]$$

$$\sigma_{max} = 0,814 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan geser maksimum

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \left[\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \right] \quad (21)$$

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \left[\sqrt{(0,688 \text{ N/mm}^2)^2 + 4(0,32 \text{ N/mm}^2)^2} \right]$$

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \left[0,94 \text{ N/mm}^2 \right]$$

$$\tau_{max} = 0,47 \text{ N/mm}^2$$

Periksa tegangan maksimum terhadap tegangan izin
Tegangan tarik izin

$$\sigma_a = \frac{\sigma_y}{sf} = \frac{205 \text{ N/mm}^2}{4} = 51,25 \text{ N/mm}^2 \quad (22)$$

Tegangan geser izin

$$\tau_a = \frac{\tau_y}{sf}, \dots, \tau_y = 0,577\sigma_y \quad (23)$$

$$\tau_a = \frac{\tau_y}{sf} = \frac{118,285}{4} = 29,57 \text{ N/mm}^2$$

Perbandingkan tegangan yang terjadi pada *screw* dengan tegangan izin:

$$\sigma < \sigma_a \text{ dan } \tau < \tau_a$$

Maka untuk pemakaian diameter luar 8 dengan diameter *core* 6, aman digunakan

3.4 Perencanaan Ulir Penggerak Sumbu Y

Ulir penggerak *torch* yang direncanakan, dapat diperhitungkan dari beban yang terdapat pada sumbu Y. Beban yang teridentifikasi pada *lead screw* sumbu Y dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Identifikasi Beban *Lead Screw* Sumbu Y

No.	Nama	Jumlah	Massa
1	<i>Brander</i>	1	0,72 kg
2	<i>Motor stepper</i>	1	0,68 kg
3	<i>Lead screw</i>	1	0,2 kg
4	<i>Coupling</i>	2	0,050 kg
5	<i>Linier shaft</i>	1	0,47 kg
6	Dudukan <i>brander</i>	1	0,8 kg
7	<i>Bracket bearing</i>	2	0,04 kg
8	<i>Linier bearing</i>	6	0,6 kg
9	Pelat Penyangga	2	2,2 kg
Jumlah		17	5,735 kg

Menentukan Diameter Untuk Sumbu Y

Menurut R.S Khurmi, dengan mempertimbangkan *safety factor* (sf) maka besarnya gaya tarik/tekan:

$$W = \frac{\sigma_y}{sf} \times \frac{\pi}{4} \times dc^2 \quad (24)$$

Sehingga:

$$dc = \sqrt{\frac{4W \cdot sf}{\pi \cdot \sigma_y}}$$

$$dc = \sqrt{\frac{4 \cdot 56,26 \text{ N} \cdot 4}{3,14 \cdot 205 \text{ N/mm}^2}}$$

$$dc = \sqrt{1,389 \text{ mm}}$$

$$dc = 1,182 \text{ mm}$$

Torsi Untuk Memutar *Screw* Sumbu Y

Menurut R.S Khurmi, torsi yang diperlukan untuk memutar *screw* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$T1 = W \times \frac{dc}{2} \left[\frac{\tan \alpha + \tan \phi}{1 - \tan \alpha \cdot \tan \phi} \right] \quad (25)$$

$$\tan \alpha = \frac{p}{\pi \cdot d} = \frac{2 \text{ mm}}{3,14 \cdot 7 \text{ mm}} = 0,09$$

dan untuk $\tan \phi = \mu$

Dengan d adalah:

$$d = \frac{do + dc}{2}$$

$$d = \frac{8 \text{ mm} + 6 \text{ mm}}{2}$$

$$d = 7 \text{ mm}$$

Maka didapatkan nilai torsi yang dibutuhkan

$$T1 = W \times \frac{dc}{2} \left[\frac{\tan \alpha + \tan \phi}{1 - \tan \alpha \cdot \tan \phi} \right] \quad (26)$$

$$T1 = 56,26 \text{ N} \times \frac{6 \text{ mm}}{2} \left[\frac{0,09 + 0,14}{1 - 0,09 \cdot 0,14} \right]$$

$$T1 = 168,78 \text{ Nmm} [0,233]$$

$$T1 = 39,32 \text{ Nmm}$$

Tegangan Pada *screw* Sumbu Y

Menurut R.S Khurmi, tegangan yang terjadi terhadap ulir berupa tegangan tarik dan tegangan geser.

Tegangan Tarik

$$\sigma = \frac{W}{\frac{\pi}{4} dc^2} \quad (27)$$

$$\sigma = \frac{56,26 \text{ N}}{\frac{3,14}{4} 6^2}$$

$$\sigma = 1,99 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan Geser

$$\tau = \frac{16 \cdot T1}{\pi \cdot dc^3} \quad (28)$$

$$\tau = \frac{16 \cdot 39,32 \text{ Nmm}}{3,14 \cdot 6^3}$$

$$\tau = 0,927 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan maksimum pada *screw* Sumbu Y

Menurut R.S Khurmi, Tegangan maksimum yang terjadi pada *screw* berupa tegangan tarik maksimum dan tegangan geser maksimum:

Tegangan tarik maksimum

$$\sigma_{max} = \frac{1}{2} \left[\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \right] \quad (29)$$

$$\sigma_{max} = \frac{1}{2} \left[1,99 \text{ N} + \sqrt{(1,99 \text{ N/mm}^2)^2 + 4(0,927 \text{ N/mm}^2)^2} \right]$$

$$\sigma_{max} = \frac{1}{2} \left[1,99 \text{ N/mm}^2 + \sqrt{7,397} \right]$$

$$\sigma_{max} = \frac{1}{2} \left[1,99 \text{ N/mm}^2 + 2,72 \text{ N/mm}^2 \right]$$

$$\sigma_{max} = 2,355 \text{ N/mm}^2$$

Tegangan geser maksimum

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \left[\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \right] \quad (30)$$

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \left[\sqrt{(1,99 \text{ N/mm}^2)^2 + 4(0,927 \text{ N/mm}^2)^2} \right]$$

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \left[2,72 \text{ N/mm}^2 \right]$$

$$\tau_{max} = 1,36 \text{ N/mm}^2$$

Periksa tegangan maksimum terhadap tegangan izin Tegangan tarik izin

$$\sigma_a = \frac{\sigma_y}{sf} = \frac{205 \text{ N/mm}^2}{4} = 51,25 \text{ N/mm}^2 \quad (31)$$

Tegangan geser izin

$$\tau_a = \frac{\tau_y}{sf}, \dots, \tau_y = 0,577\sigma_y \quad (32)$$

$$\tau_a = \frac{\tau_y}{sf} = \frac{118,285}{4} = 29,57 \text{ N/mm}^2$$

Perbandingkan tegangan yang terjadi pada *screw* dengan tegangan izin:

$$\sigma < \sigma_a \text{ dan } \tau < \tau_a$$

Maka untuk pemakaian diameter luar 8 dengan diameter *core* 6, aman digunakan

3.5 Perencanaan Sistem Kontrol

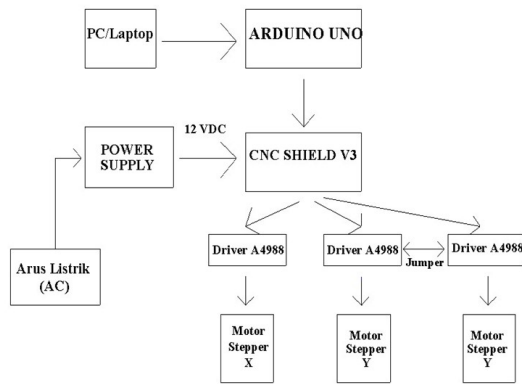
Perancangan elektronika yang dipakai sebagai system kontrol untuk *cutting tool* las *oxy-acetylene* yang akan dibuat. Mikrokontroler Arduino Uno yang mengatur gerakan pada sumbu X dan sumbu Y. Spesifikasi Arduino uno yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	Atmega328
Operasi <i>voltage</i>	5V
Input <i>voltage</i>	7-12 V (rekomendasi)
Output <i>voltage</i>	6-20 V (limit)
I/O	14 pin (6 untuk PWM)
Arus	50 mA
Flash memori	30KB
Bootloader	SRAM 2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan	16 Mhz

Rangkaian Sistem Kontrol

Sistem yang dirancang oleh penulis adalah untuk mendapatkan gerakan 2 axis dari sebuah cutting tool plat las *oxy-acetylene* dengan sistem mekanik mengadaptasi 2 axis CNC. Proses pergerakan dikendalikan dengan *Gbrl controller* yang diprogram dari laptop/PC layaknya pengendali CNC.



Gambar 7. Blok Diagram Komponen Elektrik [13]

4. Kesimpulan

Dari hasil kalkulasi dan perancangan pada mesin potong *torch* berbasis sistem kontrol Arduino, dihasilkan dimensi rangka alat $p \times l \times t = 700 \text{ mm} \times 700 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$. Panjang *lead screw* yang digunakan adalah 500 mm. *Lead Screw* digunakan sebagai pengubah gerakan putar dari motor *stepper* menjadi gerakan linier, dengan spesifikasi yang digunakan dengan diameter = 8 mm, dan *pitch* = 2 mm., batasan gerak sumbu x sejauh 300 mm, Batasan gerak sumbu y sejauh 400 mm. Konstruksi sistem penggerak menghasilkan gerakan linier tiap sumbu, yang terdiri dari *stepper motor*, *linier screw*, *linear shaft*, *kopling*, *pillow block bearing* dan *linier motion ball bearing*.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada divisi P3M Politeknik Negeri Padang yang sudah mendanai, dan Laboratorium

Automasi & Komputer, Bengkel Mekanik Jurusan Teknik Mesin yang telah memfasilitasi penelitian ini.

Daftar Rujukan

- [1] Agus Sutanto, Nota Effiandi, Alfian., 2014. Rancangan Teknologi Tepat Guna untuk Pembuatan Cakram Pemutar Turbin Aliran Silang Skala Bengkel, Jurnal TeknikA, Vol. 21 No. 1 Thn. 2014, ISSN: 0854-8471, 1-8.
- [2] Alfian, Fardinal, Islamiati dan Andri., 2019. Rekayasa Alat Pembuat Disk Runner Dengan Sistem Jig Dan Fixture, Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa Volume 15, Nomor 1, Oktober 2019, ISSN : 1858-3709, 1-9.
- [3] Alfian., 2018. Rancangan Teknologi Tepat Guna untuk Mesin Penggiling Kopi Sistem Poros Vertikal, POLI REKAYASA Volume 13, Nomor 2, April 2018, ISSN : 1858-3709, 11-20.
- [4] Alfian, Rina, Azri, Riki, Randa., 2021, Rancang Bangun Molding Souvenir Logo Politeknik Negeri Padang Pada Mesin Cetak Injeksi Plastik Bertekanan 1.960 Kg/Cm², Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa Volume 16, Nomor 2, April 2021, ISSN : 1858-3709, 93-100.
- [5] Ayi ruswandi, 2018. Autodesk CAD CAM 360 Tutorial, July 2018.
- [6] CAD, K. (2015). Kursus CAD. Retrieved 2022.
- [7] ZW3D, 2019. Basic Training-V2019.
- [8] Sularso, Kiyokatsu Suga., 2004, Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin. Pradnya Paramita. Jakarta. 2004.
- [9] Mardani, A. Y. (2020). Analisis Perencanaan Sistem Penggerak Cnc Plasma Cutting Pada 3 Axis X, Y, Z Menggunakan Motor Stepper Nema-23. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- [10] R.S Khumri, J. G. (2005). a Textbook Of Machine Desain (S.I Units). New Delhi: Eurasia Publishing House (Pvt.) Ltd.
- [11] Kalong, P. (2018). Ulir Penggerak (Power Screw). Retrieved from Mechanical Engineering Website: <http://poetra-kalang.blogspot.com/2018/11/ulir-penggerak-power-screw.html>.
- [12] Mustofa, R. (2015). Laporan Praktikum Pengelasan. Retrieved from <http://rozaqml.blogspot.com/>: <http://rozaqml.blogspot.com/2015/01/laporan-praktikum-pengelasan.html>
- [13] Siregar, P. (2012, Juni 19). Jenis Motor Stepper. Retrieved from <http://obilparulian.blogspot.com/>: <http://obilparulian.blogspot.com/2012/06/motorstepper-motor-stepper-adalah.html>