

Rancang bangun alat *cutting wire* dengan kontrol CNC untuk meningkatkan tingkat presisi dan efisiensi bahan baku menggunakan *software max 3*

Sigit Widiyanto¹, Alfian Ady Saputra², Gun Gun Wiguna¹, Pungkas Prayitno²

¹Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa
Jl. Kalibaru Timur, RT.010/RW.002, Jakasampurna, Kecamatan Medan Satria, Kota Bekasi, Jawa Barat 17145

²Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang PSDKU Serang
Jl. Raya Jakarta, KM. 5, No.6, Kalodran, Kec. Walantaka, Kota Serang, Banten 42183
Email korespondensi: alfianadys@gmail.com

Abstrak

Mesin CNC merupakan pengembangan dari mesin perkakas konvensional, di mana perubahan kontrol dari manual berganti menjadi otomatis dengan mengikuti program yang telah dibuat. Terdapat banyak jenis alat untuk melakukan pemotongan kawat, bahkan terdapat yang masih menggunakan alat sederhana dan dengan dioperasikan secara manual. Adapun yang akan dibahas dalam kajian ini adalah metode dengan beberapa tahap, antara lain mencari gaya potong, diameter bahan, diameter silinder pneumatik yang akan digunakan, daya motor yang dibutuhkan, tegangan pada kerangka, dan sambungan pengelasan. Dalam perancangan ini, bahan yang akan diproses berupa kawat tembaga dengan tensile strength sebesar 200 N/mm², gaya potong yang akan digunakan sebesar 402 N, dengan diameter silinder pneumatik sebesar 44 mm (digunakan sebesar 50 mm), daya motor yang dipakai sebesar 0,039 kW atau 39 W (daya pada motor sebesar 48 W), poros yang akan digunakan memiliki diameter sebesar 6,3 mm, dengan sambungan yang akan digunakan berupa ulir tanam dengan type M4, dinyatakan aman karena Sf pada ulir yakni 6 (< 11,17), bahan rangka yang akan digunakan berupa besi SS400, dinyatakan aman karena pada kerangka (1) memiliki nilai 0,047 N/mm² (< 39,2 N/mm²), dan untuk kerangka penampang (2) yakni 0,774 N/mm² (< 40,18 N/mm²), sambungan menggunakan pengelasan, dinyatakan aman karena pada kerangka (1) memiliki nilai 6,96 N/mm² (< 91,63 N/mm²), dan pada pengelasan kerangka (2) yakni 0,0469 N/mm² (< 91,63 N/mm²).

Kata kunci: gaya potong, diameter silinder, diameter poros, kerangka, sambungan.

Abstract

The CNC machine is a development of a conventional machine tool, in which control changes from manual to automatic, by following a program that has been made. There are many types of tools for cutting wire, and some even still use simple tools and operate manually. What will be discussed in this study is a method with several stages including finding the cutting force, material diameter, pneumatic cylinder diameter to be used, required motor power, tension in the frame and welding joints. In this design, the material to be processed is copper wire with a tensile strength of 200 N/mm², the cutting force to be used is 402 N, with a pneumatic cylinder diameter of 44 mm (used is 50 mm size), the motor power used is 0.039 kW or 39 W (the power of the motor is 48 W), the shaft to be used is 6.3 mm in diameter, the connection to be used is in the form of a threaded thread with type M4 said to be safe because Sf on the thread is 6 (< 11.17), the frame material to be used is SS400 iron, it is said to be safe because on the pillar frame (1) is 0.047 N/mm² (< 39.2 N/mm²), and for the sectional frame (2) is 0.774 N/mm² (< 40.18 N/mm²), the connection using welding is said to be safe because in the frame (1) is 6.96 N/mm² (< 91.63 N/mm²), and in frame welding (2) is 0.0469 N/mm² (< 91.63 N/mm²).

Keywords: cutting force, cylinder diameter, shaft diameter, shell and connections.

1. Pendahuluan

Mesin potong merupakan salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda kerja dengan tujuan dan keinginan tertentu [1]. Kawat adalah benda yang terbuat dari logam yang panjang dan lentur, kawat pun bisa dipakai untuk menjadi penghantar listrik, dan mempunyai banyak bentuk dan ukuran, kawat atau *wire* yang digunakan untuk menghantar listrik biasa dibungkus dengan kulit yang terbuat dari karet yang biasa disebut kabel [2].

Mesin pemotong kawat atau *wire* adalah sebuah prototipe yang sangat perlu direncanakan, karena mekanisme ini akan menunjang suatu mesin yang akan dirancang seperti halnya kekuatan yang akan diperlukan dalam pemotongan dan bahan yang akan dipakai dalam pisau pemotongnya, serta mekanisme ini berfungsi untuk menggerakkan atau menjalankan mesin sesuai perintah yang telah dilaksanakan [3].

Mesin potong merupakan keberlanjutan dari inovasi dalam dunia perkakas, memberikan kemampuan untuk memotong benda kerja dengan presisi dan efisiensi [5]. Dalam konteks ini, mesin potong kawat

menjadi aspek yang sangat relevan. Kawat, yang merupakan produk logam yang panjang dan lentur, memiliki beragam kegunaan, termasuk sebagai penghantar listrik dengan menggunakan kabel berlapis karet.

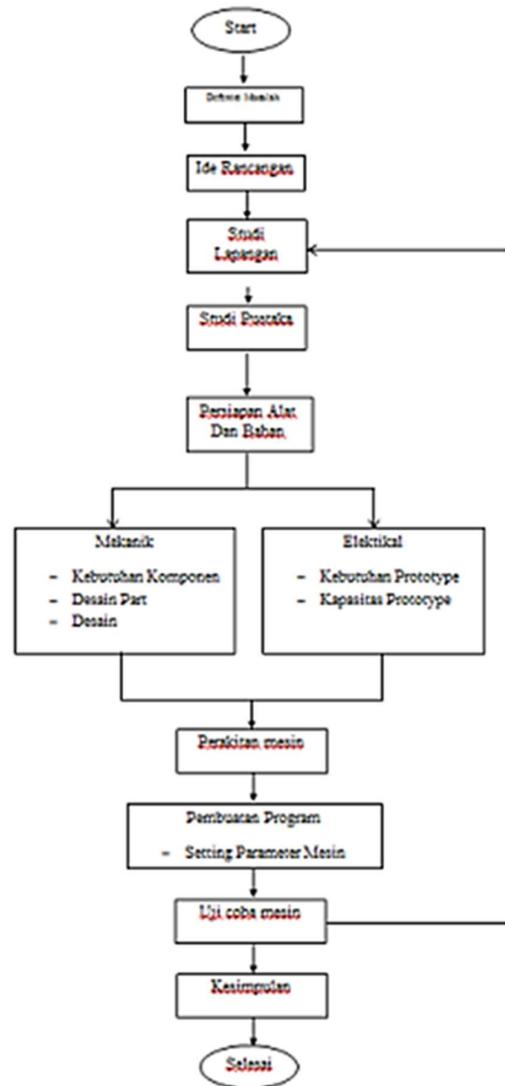
Mekanisme mesin pemotong kawat merupakan komponen krusial dalam desain dan kinerja mesin ini [6]. Prototipe ini memerlukan perencanaan yang cermat, terutama dalam hal kekuatan yang diperlukan untuk pemotongan dan pemilihan bahan untuk pisau pemotongnya. Dengan kata lain, mesin ini bukan sekadar elemen pendukung, melainkan fondasi utama yang menentukan keberhasilan operasional mesin potong kawat [7-9].

Salah satu aspek penting dari mekanisme mesin potong kawat adalah kemampuannya untuk menggerakkan dan menjalankan mesin sesuai dengan perintah yang telah dijalankan. Oleh karena itu, desain dan implementasi mekanisme ini tidak hanya mempertimbangkan faktor pemotongan fisik, tetapi juga memastikan bahwa elemen penggeraknya dapat berfungsi secara optimal [10,11].

Dengan demikian, pemahaman mendalam tentang mekanisme mesin pemotong kawat menjadi kunci dalam merancang mesin perkakas yang tidak hanya efisien dalam pemotongan bahan, tetapi juga andal dalam pengoperasiannya.

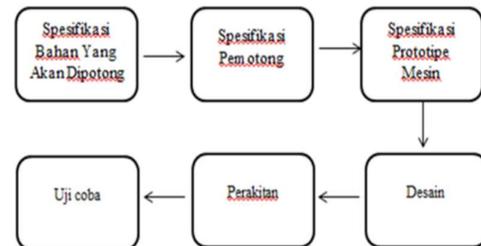
2. Metode

Adapun alur kajian ini dijelaskan melalui diagram alir seperti pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Untuk tahapan pembuatan alat *cutting wire*, dijelaskan seperti Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Proses pembuatan alat.

3. Hasil dan Pembahasan

Dari data yang tersedia pada bahan yang akan dipotong, pemotong menggunakan HSS yang akan disambungkan ke pneumatik, maka analisis yang digunakan akan dihitung lebih lanjut.

Untuk mengetahui silinder yang diperlukan yakni dengan mencari gaya pemotong yang diperlukan terlebih dahulu. Gaya pemotong yang diperlukan adalah dengan menggunakan diameter kawat dengan luas penampang. Diketahui bahwa diameter kawat sebesar 1,6 mm dan *tensile strength* sebesar 200 N/mm², maka melalui Persamaan 1 berikut, didapatkan gaya pemotong (*F*) sebesar 402 N.

$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Silinder *pneumatic* (sketsa pada Gambar 3) merupakan pergerakan bolak-balik piston secara linier (gerakan keluar-masuk), yang dihasilkan oleh aktuator atau penggerak mekanik dengan menggunakan kekuatan udara yang bertekanan.



Gambar 3. Sketsa pneumatik.

Penggunaan silinder *pneumatic* pada mesin ini adalah untuk penggerak yang akan berfungsi untuk melakukan pemotongan, dengan adanya tambahan pisau potong yang telah dipasang pada silinder *pneumatic* ini.

Dari hasil perhitungan gaya potong (*F*) yang didapatkan sebesar 402 N. Tinjauan untuk diameter silinder (*P_{silinder}*) adalah sebesar 8 kg/cm².

Penentuan daya yang dibutuhkan pada rancangan mesin ini, maka akan ditentukan dengan meninjau masa *feed roll* kawat dan koefisien gesek pada *pulley* (koefisien gesek antara plastik dan baja ringan), maka hasil yang didapatkan adalah sebesar 3,39 kg.

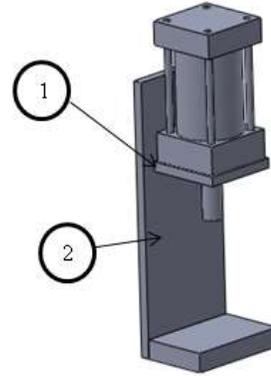
Torsi (*T*) yang bekerja pada motor *steper* yakni sebesar 74,58 kg.mm, didapatkan dengan Persamaan 2 berikut, sedangkan daya (*Pd*) didapatkan sebesar 0,0065 kW, dihasilkan melalui Persamaan 3 berikut.

$$T = F \times l \quad (2)$$

$$Pd = \frac{\left(\frac{T}{1000}\right) \cdot (2\pi \frac{n}{60})}{102} \quad (3)$$

Kerangka Penampang Silinder (1)

Penampang (pada Gambar 4) ini akan digunakan untuk menampang silinder sebagai pemotong, di mana penampang harus mampu menahan suatu massa silinder dan gaya yang bekerja pada silinder.



Gambar 4. Kerangka penampang silinder.

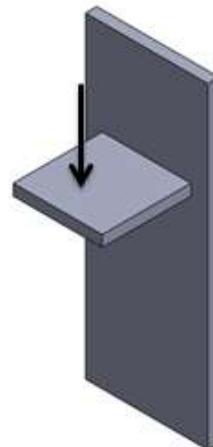
Dengan massa silinder sebesar 3 kg atau 29,4 N, serta gaya potong yang bekerja adalah sebesar 402 N. Bahan penampang adalah menggunakan bahan plat baja SS400 C, dengan *tensile strength* sebesar 40 kg/mm².

Berdasarkan Tabel 1 berikut, dipilih *safety factor* (*Sf*) sebesar 10 karena penampang akan menerima beban kejut pada pemotong silinder. Persamaan 3 berikut ini digunakan untuk menghitung *tensile strength* bahan yang diizinkan, sehingga didapatkan sebesar 39,2 N/mm². Gambar 5 berikut menunjukkan arah gaya yang terjadi pada penampang.

Tabel 1. Faktor keamanan untuk kerangka.

Jenis Beban	Sf (Safety Factor)
Beban Tetap	4
Beban Berubah	6
Beban Kejut	10

$$\sigma_{ijin\ Bahan} = \frac{\sigma_B}{Sf} \quad (3)$$



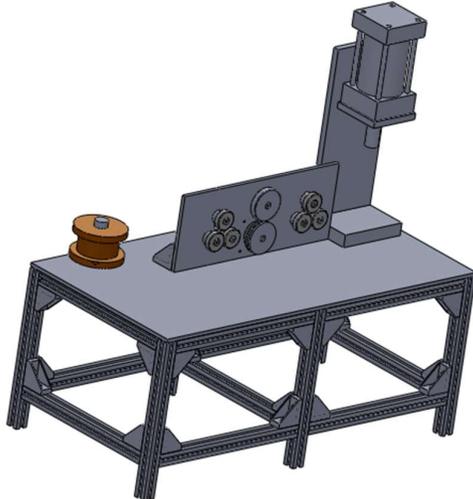
Gambar 5. Gaya yang terjadi pada penampang.

Kerangka Utama (2)

Beban yang didapat pada masa silinder, daya potong, serta massa pada penampang silinder (1 kg), dengan bahan dari SS400 C, dengan *tensile strength* sebesar 40 kg/mm². Persamaan 3 digunakan untuk menentukan *tensile strength* bahan yang diinginkan, sehingga didapatkan sebesar 39,2 N/mm². Gambar 6 berikut menunjukkan arah gaya pada kerangka utama, sedangkan Gambar 7 menunjukkan desain mesin *cutting wire*.



Gambar 6. Arah gaya pada kerangka utama.



Gambar 7. Desain mesin *cutting wire*.

Uji Coba Mesin

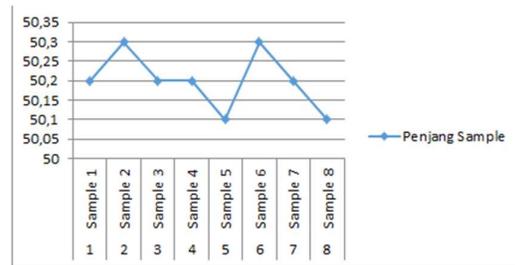
Setelah melakukan perancangan mesin sesuai spesifikasi yang telah didapat dan dilakukan perakitan mesin di sisi *mechanical* dan *electrical*. Percobaan dilakukan untuk mengetahui *output* pada mesin. Tabel 2 berikut menunjukkan hasil yang didapatkan.

Tabel 2. Data hasil pengujian mesin.

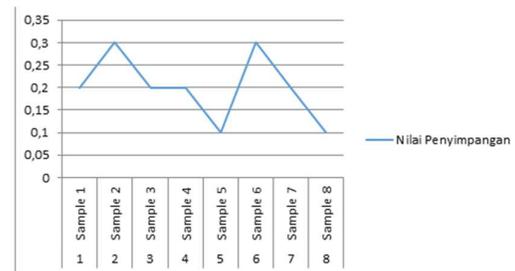
No	Panjang Sample (mm)	Nilai Penyimpangan (mm)	Waktu Proses (detik)
1	50,2	+0,2	10
2	50,3	+0,3	10
3	50,2	+0,2	10
4	50,2	+0,2	10
5	50,1	+0,1	10
6	50,3	+0,3	10
7	50,2	+0,2	10
8	50,1	+0,1	10

Maka untuk melakukan pemotongan dengan panjang ±50 mm adalah dengan waktu 10 detik, dengan spesifikasi ±0,3 mm, maka dapat disimpulkan sebesar ±5 mm/s.

Hal ini dikarenakan faktor putaran motor menggunakan kecepatan 100 rpm, maka untuk mendapatkan hasil pemotongan yang lebih cepat, maka harus dilakukan pengaturan pada saat akan memulai program dengan menambahkan kecepatan putaran motor (rpm). Gambar 8 menunjukkan grafik hasil pengujian, sedangkan Gambar 9 menunjukkan grafik nilai penyimpangan.



Gambar 8. Grafik hasil percobaan.



Gambar 9. Grafik nilai penyimpangan.

Hasil percobaan pada mesin ini dilakukan sebanyak 8 kali percobaan dengan panjang yang diinginkan sebesar 50 mm dan hasil penyimpangan sebesar ±0,3 mm.

4. Kesimpulan

Simpulan yang dapat diambil dari rancang bangun alat *cutting wire* ini yakni mesin ini nantinya akan digunakan sebagai pembelajaran cara kerja dan pemrograman CNC *cutting wire*. Mesin CNC *cutting wire* yang dirancang ini untuk proses pemotongan *wire* lebih aman. Pada perancangan mesin CNC *cutting wire* ini, saat panarikan bahan akan dipengaruhi oleh kekuatan motor yang ditransmisikan pada poros yang disambungkan oleh ulir sebagai *clamp*. Dalam perancangan mesin ini, telah mengikuti perkembangan industri 4R (otomatisasi, komputerisasi, dan sebagainya).

Daftar Pustaka

- [1] Bahan ajar Sekolah Tinggi Teknologi Duta Bangsa, *Modul Material Teknik*.
- [2] Bima Aksara, 1984, “Teknik Permesinan”, Jakarta.
- [3] David Gibbs, Thomas M.Crandell, Julianto dan Sigit Haryoto, 1991, “Dasar-dasar Teknik Dan Pemrograman CNC”, Bandung..
- [4] Islami, F. 2013. “Rancang Bangun Prototype Mesin CNC. Skripsi”. Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang..
- [5] James M.Gere, Stephen P. Timoshenko, 1996. “Mekanika Bahan”, Erlangga, Jakarta.
- [6] Kurmi dan Gupta 2005. *Machine Design* . New Dehli : Eurasia Publishing House.
- [7] Muhammad Subhan, Ari Satmoko., 2016. “Penentuan Dimensi Dan Spesifikasi Silinder Pneumatik Untuk Pergerakan Tote Iradiator Gamma Multiguna Batan”, Jakarta.
- [8] Sularso, Kiyokatsu Suga, 1997, “Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin”, Jakarta.
- [9] Syamsudin. R, 1997, “Teknik Bubut, Puspa Swara”, Jakarta.
- [10] Toha, Kamil. 2014. “Jenis Pahat Mesin Bubut”. <http://kamiltoha4.blogspot.co.id/>. (16 Maret 2018).
- [11] Zainul, Achmad , Dadang Rochman, 1999, “Elemen Mesin I”, Bandung..