

## Pengembangan Desain Konstruksi Mesin CNC *Hot Wire* Untuk *Foam*

Muhammad Miftahul Haq<sup>1</sup>, Nurfadilah<sup>2</sup>, Risma Maulina<sup>3</sup>, Muhammad Arsyad Suyuti<sup>4\*</sup>, Abdul Salam<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup> Mahasiswa Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia

<sup>4,5</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia

\* [muh.assuyuti@poliupg.ac.id](mailto:muh.assuyuti@poliupg.ac.id)

**Abstract:** *The development of the creative industry has been increasing in recent years. One of the uses of creative industry products is the manufacture of decorations from Styrofoam. Styrofoam decorations can be used in various things, such as graduations, congratulations on weddings, promotions, fine art tasks, making safety pads, and so on. The goal to be achieved in this research is to develop a CNC foam machine construction design is 1.) Increase the strength of construction and drive systems on each axis of the hot wire CNC machine for foam can work optimally. 2.) Know how to determine the movement resolution on CNC hot wire machine for foam. 3.) Knowing the quality of foam cutting results based on stress parameters and cutting speed. 4.) Know the production cost of CNC hot wire machine for foam. The stages of research carried out are design, manufacture, assembly, testing, and analysis of test result data. Research methods are carried out by selection of place and time, tools and materials, work procedures and steps, assembly stages, and testing processes. The data collection method is carried out using the Taguchi optimization method using Styrofoam material and then determining the best parameters of the product cutting results. The conclusion of this study has been the production of foam material cutting products that are in accordance with the product design that are created and run automatically using the NC program command. From the test results, it is known that on the X and Y axes, there is a percentage difference in value between the design in the software and direct measurement with accuracy for the X and Y axes is 98%.*

**Keywords:** *CNC Hot Wire; Product; Foam.*

**Abstrak:** Perkembangan industri kreatif semakin meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu pemanfaatan produk hasil industri kreatif adalah pembuatan dekorasi dari *styrofoam*. Dekorasi dari *styrofoam* dapat digunakan dalam berbagai hal, seperti wisuda, ucapan selamat pada pernikahan, promosi jabatan, tugas seni rupa, pembuatan bantalan pengaman barang, dan lain sebagainya. Tujuan penelitian pengembangan desain konstruksi mesin CNC *hot wire* untuk *foam* ini adalah 1.) Meningkatkan kekuatan konstruksi dan sistem penggerak pada setiap *axis* mesin CNC *hot wire* untuk *foam* dapat bekerja secara optimal. 2.) Mengetahui cara menentukan resolusi pergerakan pada mesin CNC *hot wire* untuk *foam*. 3.) Mengetahui kualitas hasil pemotongan *foam* berdasarkan parameter tegangan dan kecepatan potong. 4.) Mengetahui biaya produksi mesin CNC *hot wire* untuk *foam*. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah perancangan, pembuatan, perakitan, pengujian, dan analisa data hasil pengujian. Metode penelitian dilakukan dengan pemilihan tempat dan waktu, alat dan bahan, prosedur dan langkah kerja, tahap perakitan, dan proses pengujian. Metode pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode optimasi taguchi menggunakan material *styrofoam* kemudian ditentukan parameter terbaik dari hasil pemotongan produk. Kesimpulan dari penelitian ini telah dihasilkan produk pemotongan material *foam* yang sesuai dengan desain produk yang dibuat dan dijalankan secara otomatis menggunakan perintah program NC. Dari hasil pengujian diketahui pada *axis* X dan Y terdapat presentase perbedaan nilai antara desain pada *software* dan pengukuran secara langsung dengan akurasi untuk sumbu X dan Y adalah 98%.

**Kata Kunci:** *CNC Hot Wire; Produk; Foam.*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri kreatif semakin meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu pemanfaatan produk hasil industri kreatif adalah pembuatan dekorasi dari *styrofoam*. Dekorasi dari *styrofoam* dapat digunakan dalam berbagai hal, seperti: wisuda, ucapan selamat pada pernikahan, promosi jabatan, tugas seni rupa, pembuatan bantal pengaman barang, dan lain sebagainya [1].

Saat ini banyak pengrajin *styrofoam* di Indonesia yang biasanya menggunakan alat pemotong *styrofoam* secara konvensional, seperti Industri Kecil Menengah (IKM) yang bergerak di bidang dekorasi. Untuk usaha kecil dan menengah yang memproduksi ornamen dan dekorasi, biasanya *styrofoam* dipotong secara konvensional dengan pemotong dan kawat panas. Dalam proses pemotongan busa *styrofoam* dengan tangan, perlu melalui proses seperti mengukur, mendesain, membuat sketsa, dan membuat model, yang membutuhkan waktu dan tenaga. Selain itu, proses pemotongan produk dalam jumlah besar secara konvensional dapat menghasilkan produk yang tidak akurat dan berkualitas rendah karena bentuk dan ukurannya mungkin tidak seragam [2, 3].

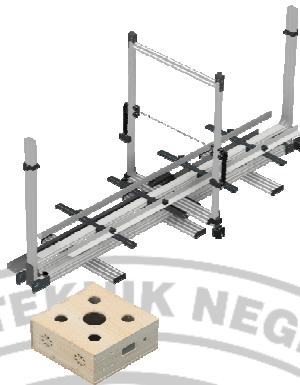
Perkembangan teknologi komputer saat ini telah mengalami kemajuan yang sangat pesat. Komputer telah diaplikasikan ke dalam alat - alat mesin perkakas sehingga perpaduan dari teknologi komputer dan mekanik yang dinamakan CNC (*Computer Numerically Controlled*). Saat ini telah ada mesin pemotong *foam* otomatis yang menggunakan sistem komputer, kontrol, dan program. Mesin CNC yang bekerja secara otomatis dengan menginputkan file *G-code* dari komputer kemudian mesin CNC akan bergerak otomatis sesuai dengan input *G-code* [4]. Dengan adanya mesin CNC *foam cutter* ini dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi sehingga menghasilkan produk yang lebih baik. Mesin CNC *foam cutter* ini bekerja secara otomatis melalui perintah *G-code* yang mampu mengerjakan benda kerja dengan ketelitian dan akurasi yang lebih tinggi sehingga menghasilkan produk yang jauh lebih baik [5].

Mesin ini sudah selesai dibuat oleh Raihan dkk, namun masih terdapat beberapa kekurangan pada mesin CNC *hot wire* untuk *foam* diantaranya konstruksi dari mesin tidak kokoh karena menggunakan poros langsung, *bearing* yang mudah berkarat dan pergerakannya masih terputus-putus karena hanya menggunakan 3 motor *stepper* sehingga mempengaruhi kualitas pemotongan produk yang dihasilkan. Kemudian untuk area kerja mesin sebelumnya hanya berukuran 400 mm x 400 mm x 600 mm [6].

Untuk mengatasi masalah tersebut, penulis melakukan pengembangan mesin CNC *hot wire* untuk *foam* dengan memodifikasi beberapa hal diantaranya konstruksi rangka mesin melalui penggantian material rangka menggunakan aluminium profil agar konstruksi lebih kokoh. Kemudian sistem penggerak dilakukan penambahan aktuator pada sumbu X dan Y berupa 2 unit motor *stepper* pada sumbu X dan Y agar gerakan sumbu *axis* simetris. Pengembangan ini dilakukan untuk menghasilkan kualitas pemotongan produk yang berkualitas. Untuk area kerja diperbesar menjadi 1000 mm x 400 mm x 500 mm. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan pengembangan Desain Konstruksi Mesin CNC *Hot Wire* untuk *Foam*.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian pengembangan desain konstruksi mesin CNC *hot wire* untuk *foam* dilaksanakan di bengkel mekanik dan laboratorium desain politeknik negeri ujung pandang selama lima bulan dari februari hingga juli 2023. Penelitian ini dimulai dari: 1.) Studi literatur, 2.) Tahap perancangan desain, 3.) Tahap pembuatan komponen dan perakitan mesin, 4.) Menganalisis data hasil pengujian [7, 8]. Untuk hasil perancangan desain mesin CNC *hot wire* untuk *foam* dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Desain Konstruksi Mesin CNC *Hot Wire* untuk *Foam*

Mesin CNC *hot wire* untuk *foam* adalah mesin pemotong *styrofoam* yang digerakan menggunakan motor *stepper/servo* dan dikendalikan pada sumbu tertentu menggunakan program komputer [9]. Program yang digunakan yaitu Universal G-Code menggunakan GRBL dan Inkscape. Jumlah sumbu (*axis*) yang digunakan untuk menggerakkan alat pemotong sebanyak 2 axis yaitu axis X dan axis Y.

Komponen pengembangan desain konstruksi mesin CNC *hot wire* untuk *foam* yang digunakan pada pembuatan mesin ini dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Komponen Mesin CNC *Hot Wire* untuk *Foam*

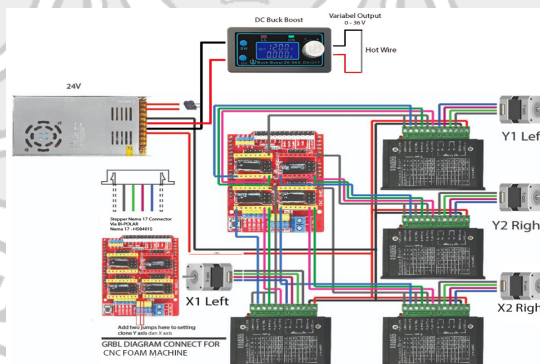
No	Komponen Mekanik	Komponen Elektronik
1	Aluminium profile 2020	Nema 17 motor <i>stepper</i>
2	Aluminium profile 2060	CNC <i>shield</i>
3	Akrilik	<i>Power supply</i>
4	<i>Extruder 3D print</i>	Driver motor <i>stepper</i>
5	V Wheel	DC Buck Boost
6	Spacer aluminium	Arduino Uno
7	GT2 Timing Belt	Saklar ON/OFF
8	Belt Tensioner	<i>Push button</i>
9	<i>Nikelin wire</i>	Kabel <i>stepper</i>

Proses perakitan merupakan proses merangkai atau menggabungkan tiap komponen menjadi bentuk yang saling mendukung sehingga terbentuk suatu mekanisme kerja yang sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya [10]. Tahapan perakitan mesin CNC *hot wire* untuk *foam* terdiri dari tahapan perakitan mekanik dan perakitan elektrik.

a) Perakitan Mekanik

1. Merakit *aluminium profile* antara satu sama lain dengan menggunakan baut M5x60. Sehingga membentuk sebuah bingkai dasar mesin.
2. Merakit *gantry* untuk sumbu X dengan menggabungkan *part-part* yang telah dibuat ataupun dibeli.
3. Memasukkan *gantry* sumbu X ke jalur aluminium profile yang telah dibuat tadi lalu dikencangkan menggunakan baut L.
4. Selanjutnya pemasangan aluminium *profile* untuk jalur sumbu Y dengan cara disatukan dengan *gantry* sumbu X yang telah dibuat tadi lalu dikencangkan menggunakan baut L.

5. Setelah itu, Merakit Gantry untuk sumbu Y dengan menggabungkan part-part yang telah dibuat ataupun dibeli.
  6. Setelah semua rangka dirakit, memasukkan gantry sumbu Y ke jalur aluminium *profile* yang telah dibuat tadi lalu dikencangkan menggunakan baut L.
  7. Setelah itu, memasang *belt tensioner* ujung jalur sumbu Y yang telah diberi gantry Y.
  8. Memasang motor *stepper* pada gantry sumbu X yang telah dibuat.
  9. Menghubungkan kaki mesin ke rangka mesin yang telah dibuat.
  10. Memasang aluminium *profile* yang berfungsi sebagai tempat benda kerja pada rangka mesin menggunakan baut L.
  11. Memasang *clamp* benda kerja ke rangka mesin yang dibuat.
  12. Selanjutnya, memasang *box control* pada rangka mesin.
  13. Terakhir, pemasangan *Hot Wire* (Kawat Panas) di bagian ujung *gantry* sumbu Y dengan cara dikaitkan satu sama lain antara sumbu Y yang satu dengan sumbu Y lainnya.
- b) Perakitan Elektronik
1. Menentukan jumlah pulsa dan arus yang akan digunakan untuk setelan putaran pada setiap motor *stepper*. Setelah itu, melakukan penyetelan pada setiap *driver motor* terkait dengan jumlah pulsa dan arus.
  2. Memasang *CNC Shield* pada Arduino uno.
  3. Memasang instalasi perkabelan pada setiap *driver motor* yang dihubungkan ke *CNC shield* sesuai dengan modul setiap pin.
  4. Memasang instalasi perkabelan pada setiap *driver motor* yang dihubungkan ke *power supply*.
  5. Memasang saklar *emergency* pada kabel *driver motor* ke *power supply*, untuk memutus aliran listrik jika terjadi kegagalan program.
  6. Memasang kabel *ac noise filter* pada *power supply*, yang dihubungkan dengan kabel *power*
  7. Memasang saklar ON/OFF pada kabel *ac noise filter*, lampu, DC Buck Boost, dan driver sebagai tombol *power machine*.
  8. Memasang instalasi kabel *fan cooler* pada *power supply*.
  9. Kemudian, gunakan kabel USB ke Arduino uno untuk mengkoneksikan PC/Laptop.
- Diagram alir sistem kontrol elektronik dapat dilihat pada gambar 2.



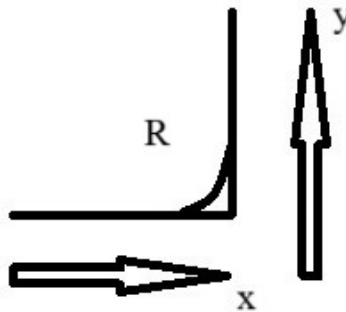
Gambar 2. Diagram Alir Sistem Kontrol

Proses pengujian pada pengembangan desain konstruksi mesin CNC *hot wire* untuk *foam* dilakukan untuk memastikan komponen-komponen alat sudah terpasang dengan benar agar pada saat digunakan mesin dapat berfungsi secara baik dan optimal.

Dalam penelitian ini, menggunakan metode Taguchi untuk melakukan desain eksperimen dengan ketebalan *foam* yang dipotong adalah 25 mm, analisis model respon dan optimasi dengan diagram alir. Langkah pertama, menentukan dua faktor yang berhubungan dengan pemotongan *foam* pada CNC *foam* yang dibuat untuk mendapatkan sudut benda kerja yang dipotong dengan radius sebesar nol mm maka dipertimbangkan: daya listrik dan kecepatan potong. Kedua, hasil ditentukan

menggunakan *orthogonal array* dan taguchi. Ketiga, terdapat 9 *runs eksperimen* untuk analisis metode Taguchi dan langkah keempat menggunakan analisis statistik ANOVA untuk menemukan faktor-faktor yang signifikan dan optimasi.

Dari pengujian ini terdapat penyimpangan radius yang terjadi karena adanya pengaruh dari parameter tegangan yang tinggi dan parameter kecepatan potong yang semakin meningkat. Radius yang terbentuk dapat dilihat pada gambar 3.



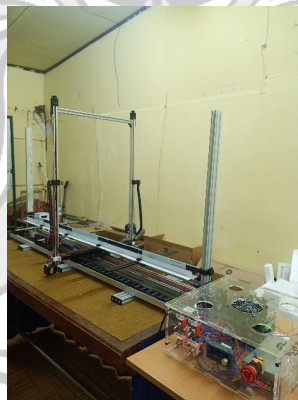
Gambar 3. Bentuk Radius yang Terbentuk

Keterangan:  
 X = Sumbu x  
 Y = Sumbu y  
 R = Radius terbentuk

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Hasil Pengembangan Desain Konstruksi Mesin CNC *Hot Wire* untuk *Foam*

Berdasarkan hasil yang dicapai maka telah dibuat mesin CNC *hot wire* untuk *foam* seperti pada gambar 4 dengan spesifikasi seperti pada tabel 2.



Gambar 4. Mesin CNC *Hot Wire* untuk *Foam*

Tabel 2. Spesifikasi prototipe pengembangan desain konstruksi mesin CNC *hot wire* untuk *foam*

No	Spesifikasi	Keterangan
1	<i>Build Volume</i>	1500 mm x 500 mm x 850 mm
2	<i>Cutting Volume</i>	1000 mm x 400 mm x 500 mm
3	<i>Frame</i>	V - Slot Aluminium
4	<i>Connectivity</i>	USB <i>Stick</i>
5	<i>Wire Size</i>	0,3 mm

6	Temperatur	80 - 100
7	Max Voltage Cutting	25 V
8	Max Ampere Cutting	5.01 AM

## 2. Pengujian Mesin CNC Hot Wire untuk Foam

### a. Penyetelan Resolusi Mesin

Setelah dilakukan pembuatan mesin CNC *hot wire* untuk *foam* dilakukan pengujian ukuran dan penyetelan mesin. Penyetelan ini digunakan untuk memastikan perintah jarak yang dimasukkan telah sesuai dengan jarak aktual pada mesin. Penyetelan dilakukan dengan cara menyesuaikan jumlah step / mm dari setiap motor stepper di setiap *axis*. Pada penyetelan resolusi mesin ini diperoleh data seperti pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Penyetelan Resolusi Mesin

No	Resolusi (Step/ mm)	Target (mm)	Axis	Hasil (mm)		
1	15	10	X	4		
			Y	5		
		30	X	20		
			Y	20		
		100	X	60		
			Y	60		
		150	X	90		
			Y	90		
		200	X	120		
			Y	120		
		2	20	10	X	7
					Y	7
30	X			24		
	Y			24		
100	X			80		
	Y			80		
150	X			120		
	Y			120		
200	X			160		
	Y			160		
3	25			10	X	10
					Y	10
		30	X	30		

No	Resolusi (Step/ mm)	Target (mm)	Axis	Hasil (mm)
			Y	30
			X	100
		100	Y	100
			X	150
		150	Y	150
			X	200
200	Y	200		
	10	X	11	
Y		11		
30	30	30	X	37
			Y	36
		100	X	120
			Y	120
		150	X	180
			Y	180
200	X	240		
	Y	240		
5	35	10	X	13
			Y	13
		30	X	40
			Y	43
		100	X	140
			Y	140
150	X	210		
	Y	210		
200	X	280		
	Y	280		

Keterangan:

Resolusi =Jumlah step dari motor stepper tiap millimeter (step/mm)

Target = Ukuran panjang gerakan yang di inputkan (mm)

Hasil = Lintasan nyata yang ditempuh (mm)












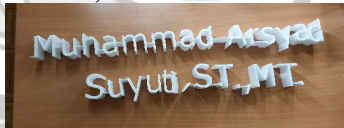


Penyetelan ini dilakukan dengan menggerakkan *axis* X dan Y sejauh 10 mm, 30 mm, 100 mm, 150 mm dan 200 mm dengan resolusi yang bervariasi. Pengukuran Penyetelan menggunakan meteran. Dari kelima nilai resolusi yang diberikan yaitu 15, 20, 25, 30 dan 35 step/mm, didapatkan hasil nilai

resolusi yang sama dengan target yaitu 25 step/mm. Maka diputuskan bahwa nilai resolusi untuk motor *stepper* pada *axis X* dan *Y* adalah 25 step/mm.

**b. Pengujian Pembuatan Produk**

Setelah mendapatkan penyetelan resolusi mesin yang terbaik maka selanjutnya dilakukan pengujian pembuatan produk dan diperoleh data hasil pemotongan produk seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pemotongan

No	Dimensi Software (mm)	Hasil Pengukuran (mm)
1.	Persegi (30 x 30) 	(25 x 27) 
2.	Persegi (100 x100) 	(91 x 99) 
3.	Persegi (150 x150) 	(149 x 149) 
4.	Persegi Panjang (150 x 50) 	(149 x 49) 
5.	Persegi Panjang (200 x 50) 	(198 x 49) 
6.	Pemotongan Nama Miftah (250 x 40) <b>MIFTAH</b>	(249 x 39) 
7.	Pemotongan Nama Pak Arsyad (495 x 154) Muhammad Arsyad Suyuti, S.T., M.T.	(493 x 153) 
8.	Pemotongan Nama Pak Salam (445 x 45) Ir. Abdul Salam, S.T., M.T.	(443 x 44) 
9.	Pemotongan Nama Risma (330 x 110) <b>RISMA</b>	(331 x 111) 



### c. Menghitung Nilai *Error X* dan *Y*

Data nilai *error* pada sumbu X dan Y yang diambil berdasarkan dimensi dan hasil pengukuran *styrofoam*. Adanya nilai *error* dipengaruhi oleh adanya lelehan pada proses pemotongan *styrofoam* yang mengakibatkan adanya perbedaan dimensi baik pada sumbu X maupun pada sumbu Y, dimana perbedaan dimensi tersebut menghasilkan persentase nilai *error* yang dapat dilihat pada tabel 5 dan 6 dibawah ini:

Tabel 5. Menghitung Nilai *Error* Pada Sumbu X

No.	Dimensi <i>Software</i> (mm)	Hasil Pengukuran (mm)	<i>Error</i> (Dimensi <i>Software</i> – Hasil Pengukuran)	<i>Error</i> (%) ( $\frac{\text{Error}}{\text{Dimensi Software}} \times 100\%$ )
1.	30	25	5	16
2.	100	91	9	9
3.	150	149	1	0.6
4.	150	149	1	0.6
5.	200	198	2	1
6.	250	249	1	0.4
7.	495	493	2	0.4
8.	445	443	2	0.4
9.	330	331	1	0.3

Tabel 6. Menghitung Nilai *Error* Pada Sumbu Y

No.	Dimensi <i>Software</i> (mm)	Hasil Pengukuran (mm)	<i>Error</i> (Dimensi <i>Software</i> – Hasil Pengukuran)	<i>Error</i> (%) ( $\frac{\text{Error}}{\text{Dimensi Software}} \times 100\%$ )
1.	30	27	3	10
2.	100	99	1	1
3.	150	149	1	0.6
4.	50	49	1	2
5.	50	49	1	2
6.	40	39	1	2.5
7.	154	153	1	0.6
8.	45	44	1	2
9.	110	111	1	0.9

Nilai *error* pada sumbu X dan Y menunjukkan bahwa terdapat persentase perbedaan nilai antara desain pada *software* dan pengukuran secara langsung. Toleransi yang digunakan yaitu 2% dari nilai dimensi *software*, jadi berdasarkan tabel diatas terdapat produk yang hasil penyimpangannya lebih dari 2% pada sumbu X yaitu nomor 1 & 2 dan pada sumbu Y yaitu nomor 1 dan 6. Hal ini dapat diatasi dengan cara menaikkan nilai resolusi pada saat proses penyetelan resolusi mesin.

### d. Hasil Metode Taguchi

Radius sudut terbaik yang mendekati nol setelah *foam* (gabus) dipotong dengan menggunakan CNC *hot wire* untuk *foam* sesuai hasil analisis menggunakan aplikasi Minitab 18 untuk mengetahui pengaruh variabel masukan ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 7. *Factors and levels of Taguchi*

Faktor	Parameter	Satuan	Level		
			1	2	3
A	Tegangan (V)	Volt	10	12.5	15
B	Kecepatan Potong (Vc)	m/min	450	525	600

Tabel 8. Desain dan Eksperimen Metode Taguchi dengan Orthogonal Array L9(3<sup>3</sup>)

Exp. Run	Faktor dan Level		Respon
	A	B	Radius
1	10	450	9.5
2	10	525	9
3	10	600	7.5
4	12.05	450	1.5
5	12.05	525	1
6	12.05	600	0.9
7	15	450	1.8
8	15	525	1.9
9	15	600	1.2

Pengaruh faktor individu pemotongan *foam* terhadap radius terbentuk yang diperoleh dari hasil analisis varians (ANOVA) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Analysis of variance (ANOVA) for radius sudut terbentuk

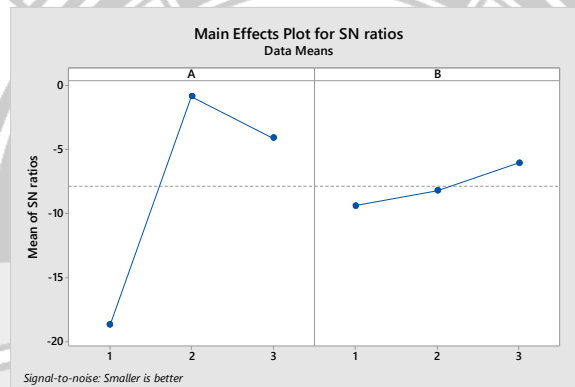
Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
<b>Regression</b>	2	75.908	69.56%	75.908	37.954	0,30902778	0.028
<b>A</b>	1	74.202	67.99%	74.202	74.202	13.40	0.011
<b>B</b>	1	1.707	1.56%	1.707	1.707	00.31	0,41597222
<b>Error</b>	6	33.221	30.44%	33.221	5.537		
<b>Total</b>	8	109.129	100.00%				

Tinjauan kolom persentase *contribution* pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa faktor tegangan memberikan pengaruh paling signifikan. Parameter tegangan berkontribusi 67.99% dan parameter kecepatan potong berkontribusi 1.56% terhadap pembentukan radius yang kecil mendekati nol.

Tabel 10. *Response Table for Signal to Noise Ratios*

Level	A	B
1	-187.135	-93.939
2	-0.8689	-82.200
3	-40.880	-60.566
Delta	178.446	33.373
<b>Rank</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

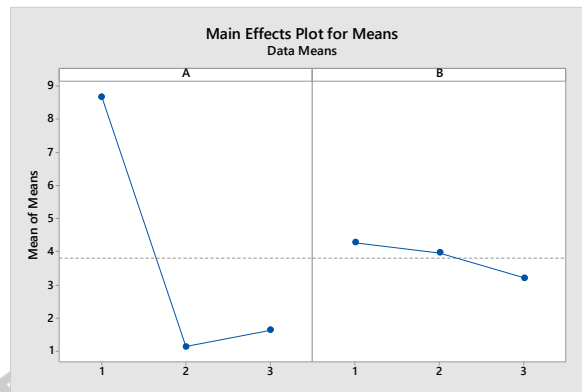
Tabel ini menunjukkan bahwa pengaruh terkuat dari faktor eksperimen mengacu pada nilai delta, dimana nilai delta faktor eksperimen yang lebih tinggi adalah faktor yang lebih signifikan. Nilai delta ini dihitung dengan mengurangkan antara nilai rasio S/N maksimum dan nilai rasio S/N minimum pada setiap faktor. faktor eksperimen yang pengaruhnya terkuat yaitu tegangan (faktor A) dan yang pengaruhnya paling rendah diberikan oleh kecepatan potong (faktor B).



Gambar 5. *Main Effect Plot for S/N rasio*

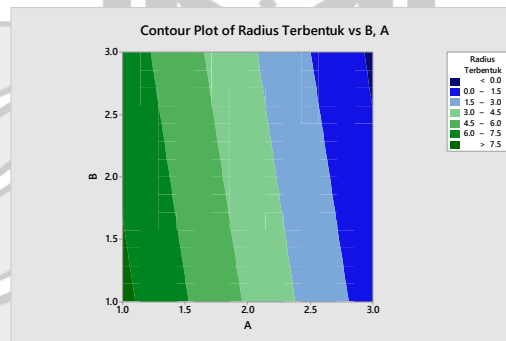
Tabel 11. *Response Table for Means*

Level	A	B
1	8.667	4.267
2	1.133	3.967
3	1.633	3.200
Delta	7.533	1.067
<b>Rank</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

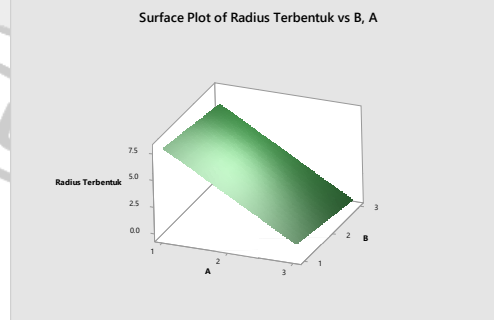


Gambar 6. *Main Effect Plot for Means*

Menunjukkan pengaruh faktor parameter terhadap nilai rata-rata radius terbentuk. Dari faktor A menunjukkan bahwa radius terbentuk pada tegangan 12.5 Volt menjadi lebih kecil dibandingkan dengan tegangan 10 dan 15 Volt. Pada faktor B kecepatan potong 600 m/min berefek pada pembentukan radius terkecil dibandingkan dengan kecepatan potong 450 dan 525 m/menit. Sedangkan faktor A (tegangan) mempunyai efek tertinggi terhadap pembentukan radius terkecil dibandingkan faktor B (kecepatan potong). Dimana pada faktor A tegangan 12.5 Volt memberi pengaruh tertinggi terhadap pembentukan radius kecil dibanding dengan tegangan 10 dan 15 Volt. Pada tabel 11 dan gambar 6 untuk pengoptimalan radius terbentuk dari *main effects plot S/N ratio* diperoleh solusi dengan kombinasi variasi parameter A2B3 (Tegangan A2 = 12.5 volt, Kecepatan potong B3 = 600 m/menit).



Gambar 7. *Contour Plot of Radius Terbentuk vs B,A*



Gambar 8. *Surface Plot of Radius Terbentuk vs B, A*

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari pengembangan desain konstruksi mesin CNC *hot wire* untuk *foam* adalah:

1. Desain dan sistem mekanik mesin CNC *foam* telah dirancang sesuai dengan sistem *control* Arduino sehingga mesin dapat dioperasikan secara otomatis menggunakan program NC. Dalam hal ini mesin CNC *foam* dapat memotong *foam* dengan berbagai pola sesuai dengan desain yang dibuat.
2. Pada proses penyetelan resolusi mesin dengan menggerakkan sumbu X dan Y dengan variasi sejauh 10 mm, 30 mm, 100 mm, 150 mm dan 200 mm dengan resolusi (step/mm) yaitu 15,20,25,30 dan 35 maka diperoleh resolusi 25 step/mm untuk motor stepper pada axis X dan Y.
3. Dari hasil pengujian diketahui pada sumbu X dan Y terdapat presentase perbedaan nilai antara desain pada *software* dan pengukuran secara langsung dengan akurasi untuk sumbu X dan Y adalah 98%
4. Faktor eksperimen yang pengaruh terhadap nilai radius terbentuk terkuat yaitu tegangan (faktor A) dan yang pengaruhnya paling rendah diberikan oleh kecepatan potong (faktor B).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syahriza, S., & Firsia, T. (2021). Rancang Bangun CNC Foam Cutter Dengan Gerakan 3 Axis Untuk Pemotongan Dekorasi Styrofoam. *Jurnal Teknik Mesin Unsyiah*, 9(1), 13-19, (<https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/2318080>), diakses 15 November 2022).
- [2] Ilman, A. F. (2021). RANCANG BANGUN MESIN PEMOTONG TULISAN DENGAN BAHAN STYROFOAM. *Techno Bahari*, 8(1).
- [3] Fahrizal, F., Aslam, M. F., Anwar, N., Isminarti, I., & Fitriati, A. (2022). Rancang Bangun Mesin Pemotong Styrofoam Berbasis Cnc 2 Axis Menggunakan Hot Wire. *Mechatronics Journal in Professional and Entrepreneur (MAPLE)*, 4(2), 31-36.
- [4] Fitriani, Y., dkk. 2019. Perancangan Prototype Mesin CNC (Computer Numerically Controlled) Plotter 3 Axis 2D menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *Journal Of Information System, Informatics and Computing*, 3(2):23-30, (<http://journal.stmikjayakarta.ac.id>), diakses 16 November 2022).
- [5] Wijaya, P. D., Rivai, M., & Tasripan, T. (2017). Rancang bangun mesin pemotong styrofoam 3 axis menggunakan hot cutting pen dengan kontrol PID. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), A766-A770.
- [6] Raihan, M., dkk. 2021. Rancang Bangun Prototipe Mesin CNC *Hot Wire* Untuk *Foam*. Makassar: PNUP
- [7] Suyuti, M. A., Razak, A. H., Gautama, P., Murtadha, M. A., Wahyuningsi, D. H., & Wiranto, W. (2022). Rancang Bangun Alat Cetak Material Komposit Dengan Sistem Tekan. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 20(1), 130-138.
- [8] Suyuti, M. A., Iswar, M., Nur, R., & Erniyanti, E. (2019). Desain Konstruksi Press Tool Sebagai Alat Bending Bentuk V Dengan Garis Bending Max. 300mm. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 17(1), 48-56.
- [9] Kurniawan, E., Syaifurrahman, S., & Jekky, B. (2020). Rancang Bangun Mesin CNC Lathe Mini 2 Axis. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 4(2), 83-90.
- [10] Ma'arif, K., Yusril, M., Muhtar, M., Sunding, A., & Wibowo, N. R. (2021). RANCANG BANGUN MESIN CNC ROUTER. *Jurnal Tematis (Teknologi, Manufaktur dan Industri)*, 3(1), 1-10.