MACHINERY JURNAL TEKNOLOGI TERAPAN
VOL.6 NO.1, FEBRUARI 2025

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

OPTIMALISASI NILAI AKURASI PEMOTONGAN AKRILIK BERWARNA MENGGUNAKAN *CNC LASER CUTTING DIODA* 15 *WATT*

A. Ramadhan[1)], Sairul Effendi[2)], Almadora Anwar Sani[2)*]
[1]Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang, 30129, Indonesia
[2)]Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang, 30129, Indonesia
[3]email korespondensi : almadora@polsri.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Received:
31/07/24

Received in revised:
19/11/24

Accepted:
25/11/24

Online-Published:
17/04/25

ABSTRAK

Dalam penelitian ini CNC laser cutting dioda 15 watt digunakan untuk memotong material akrilik berwarna hitam dengan ketebalan 2 mm. Pada pemotongan akrilik berwarna hitam ini memerlukan parameter pemotongan untuk mendapatkan nilai hasil pemotongan yang optimal, sehingga untuk mendapatkan parameter optimal digunakan metode kuantitatif dengan pendekatan metode taguchi karakteristik larger is better. Terdapat 3 faktor yang digunakan untuk parameter pemotongan, yaitu daya laser (%), kecepatan potong (mm/min) dan jarak nozzle (mm). Jarak nozzle merupakan faktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil pemotongan akrilik dengan P-Value = 0,000. Parameter optimal pemotongan untuk ketebalan akrilik 2 mm yaitu daya laser : 95%, kecepatan potong : 10 mm/min dan jarak nozzle : 50 mm dengan akurasi pemotongan 98,20%.

Kata Kunci *: laser cutting* dioda, pemotongan akrilik, *taguchi*, optimalisasi, mesin *CNC*

ABSTRACT

In this study, a 15 watt diode laser cutting was used to cut black acrylic material with a thickness of 2 mm. In cutting black acrylic, cutting parameters are required to obtain optimal cutting results, so to obtain optimal parameters, a quantitative method is used with the Larger Is Better characteristic taguchi method approach. There are 3 factors used for cutting parameters, namely laser power (%), cutting speed (mm / min) and nozzle distance (mm). The nozzle distance is a factor that has a significant effect on the results of cutting acrylic with P-Value = 0.000. The optimal cutting parameters for 2 mm acrylic thickness are laser power: 95%, cutting speed: 10 mm / min and nozzle distance: 50 mm with a cutting accuracy of 98.20%.

Keywords *: laser cutting diode, acrylic, quantitative method, parameters, nozzle distance*

©2025 The Authors. Published by Machinery: Jurnal Teknologi Terapan (Indexed in SINTA)

doi:
http://doi.org/10.5281/zenodo.15234349

1. PENDAHULUAN

Laser cutting merupakan suatu alat yang sering digunakan untuk mengukir dan memotong suatu objek yang mempunyai bahan yang sulit dan sifat kontur yang tidak dapat dilakukan oleh mesin konvensional [1]. Proses *laser* dipengaruhi juga oleh jenis material yang digunakan dan juga oleh kekuatan *laser*, semakin kuat daya *laser* maka akan membuat semakin banyak jenis material yang bisa diukir [2]. Penelitian ini menggunakan *laser* dioda sebagai alat untuk memotong akrilik berwarna hitam 2 mm. *Laser* dioda merupakan suatu komponen semikonduktor yang menghasilkan radiasi koheren yang dapat dilihat oleh mata ataupun dalam bentuk spektrum infra merah [3]. Pada *laser cutting* penelitian ini sudah menggunakan teknologi *CNC*

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

(*Control Numeric Computer*). *CNC* merupakan peralatan pendukung untuk mengontrol proses manufaktur berbasis komputer [4], jadi mesin *CNC laser cutting* merupakan suatu tekno*log*i dengan menggunakan *laser* sebagai pemotong dengan mengarahkan daya tinggi pada lokasi tertentu, proses pemotongan menerima data langsung dari komputer yang telah dibuat dan otomatisasi pemotongan dapat berjalan pada mesin *CNC* [5] *Laser cutting* adalah suatu alternatif untuk menjawab tantangan teknologi pada zaman ini dengan menawarkan keuntungan signifikan pada pemotongan konvensional, yaitu tingkat presisi, proses kecepatan tinggi dan biaya rendah [6]. Pada penelitian ini menggunakan material benda kerja yaitu akrilik. Akrilik yang merupakan salah satu jenis plastik memiliki kriteria yang hampir sama dengan *sheet metal* karena memiliki sifat mekanik material yang baik dan kuat [7]. Sehingga, teknologi *laser cutting* selain digunakan untuk menjamin kualitas produk juga meningkatkan produktivitas [8].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hadisantoso dengan menggunakan *laser* dioda 500 mW dan sistem kontrol menggunakan *software* dobot studio, hanya bisa dipergunakan untuk proses *laser* pada benda berbahan *non-metal* saja, seperti kulit sintetis [9]. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Satyawardhana untuk menentukan parameter proses *laser cutting* dengan mengambil 3 parameter untuk pemotongan yaitu kecepatan pemotongan, titik fokus *laser* dan daya *laser* [10]. Penelitian yang dilakukan oleh ikhsan & Ridhani, faktor yang paling berpengaruh terhadap akurasi yaitu kecepatan perpindahan yang tinggi dan daya *laser* yang rendah sehingga menyebabkan *overcut* meningkat dan *oversize* pada area pemotongan [11]. Lalu penelitian yang dilakukan oleh fenisia tentang optimasi parameter mengatakan masalah yang sering terjadi pada proses pemotongan menggunakan *laser cutting* adalah kecacatan pemotongan, kecacatan tersebut di antaranya permukaan yang kasar, pemotongan yang kurang presisi dan tidak terpotongnya material [12].

Pada penelitian ini menggunakan pendekatan metode taguchi karakteristik *larger is better*. Metode taguchi merupakan perbaikan kualitas dengan metode percobaan “baru”, artinya melakukan pendekatan lain yang memberikan tingkat kepercayaan yang sama dengan *Statistical Proces Control* [13]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nugroho & Hutama, dengan menggunakan metode taguchi dan analisis data menggunakan *anova* akan didapatkan parameter optimal dan parameter yang berpengaruh signifikan dari hasil penelitian [14]

Laser cutting dioda 15 *watt* yang digunakan untuk penelitian ini merupakan alat yang belum memiliki standar untuk pemotongan suatu material salah satunya material akrilik, sehingga salah satu pembaharuan tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan standar pemotongan akrilik 2 mm. Tidak hanya itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menghasilkan suatu produk yang memiliki manfaat ekonomis seperti pembuatan plakat akrilik, tetapi tidak hanya ekonomis produk yang dihasilkan juga memiliki manfaat dari segi fungsi, salah satunya pembuatan *bracket* motor stepper yang berfungsi sebagai *support* dalam pergerakan motor untuk sumbu x dan y.

2. BAHAN DAN METODA

2.1 Alat dan Bahan

Pada proses penelitian ini diperlukan persiapan alat dan bahan sebagai berikut.

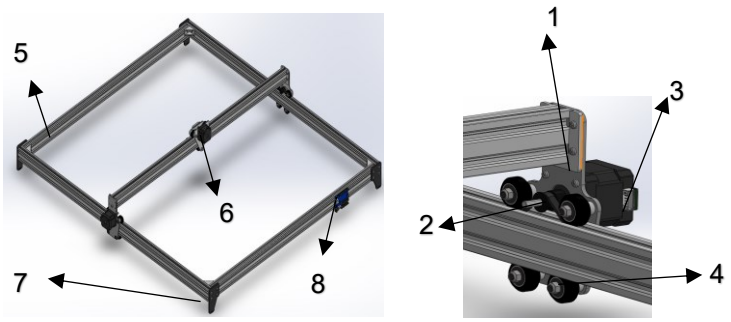
Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

No	Alat
1	*Laser Cutting* Dioda 15 *watt*
2	Jangka sorong digital 0.1 mm
3	Solidworks 2020
4	*Software laser Cutting* Benbox
5	Minitab & excel
6	Kacamata pelindung
7	Akrilik berwarna hitam 2 mm
8	Desain bentuk pemotongan akrilik

2.2 Objek Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan *laser cutting* dioda 15 *watt* untuk memotong akrilik berwarna hitam yang memiliki tebal 2 mm dengan bentuk pemotongan persegi dan lingkaran. Pada proses penelitian ini diperlukan persiapan alat dan bahan dapat dilihat pada Gambar 1.

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)



1. *Bracket motor stepper*
2. *Timing pulley & belt*
3. Motor *stepper*
4. *Roller bearing*
5. *Allumunium v-slot*
6. *Laser* dioda
7. Dudukan kaki *laser*
8. *Microcontroller*

Gambar 1. *Laser Cutting* Dioda

Alat *laser cutting* dioda yang digunakan merupakan laser dioda 15 *watt.*

2.3 *Pre-Test Laser Cutting*

Pada percobaan *laser cutting* ini diambil *sampel* pengujian batas minimum sebagai acuan pengambilan level faktor, didapatkan bahwa batas minimum pemotongan *laser cutting* untuk pemotongan akrilik dengan jarak *nozzle*= 10 mm, %daya *laser*= 85 dan Kecepatan potong = 10 mm/min.

2.4 Metode

Pada penelitian ini menggunakan jenis metode eksperimen dan cara pengolahan data menggunakan pendekatan metode taguchi karakteristik *larger is better.* Untuk menggunakan pendekatan metode taguchi diperlukannya desain eksperimen kontrol faktor dan variasi level. Desain ekperimen adalah suatu evaluasi yang dilakukan terhadap 2 atau lebih faktor (parameter) dalam mempengaruhi variabel tetap [15]. Berikut ini merupakan desain eksperimen parameter untuk pemotongan akrilik.

Tabel 2. Kontrol Faktor dan Variasi Level

	Variasi			
	Level 1	**Level 2**	**Level 3**	**Level 4**
(A) Daya Laser *(%)*	85	90	95	100
(B) Jarak *Nozzle* (cm)	10	30	50	70
(C) Kecepatan Potong (mm/min)	4	6	8	10

Tabel 3. Parameter Pengujian Pemotongan

Pengujian	**Kontrol Faktor**		
	%Daya *Laser* (A)	**Kecepatan Potong (B)**	**Jarak *Nozzle* (C)**
1	85	4	10
2	85	6	30
3	85	8	50
4	85	10	70
5	90	6	10
6	90	4	30
7	90	10	50
8	90	8	70
9	95	8	10
10	95	10	30
11	95	4	50
12	95	6	70
13	100	10	10
14	100	8	30
15	100	6	50
16	100	4	70

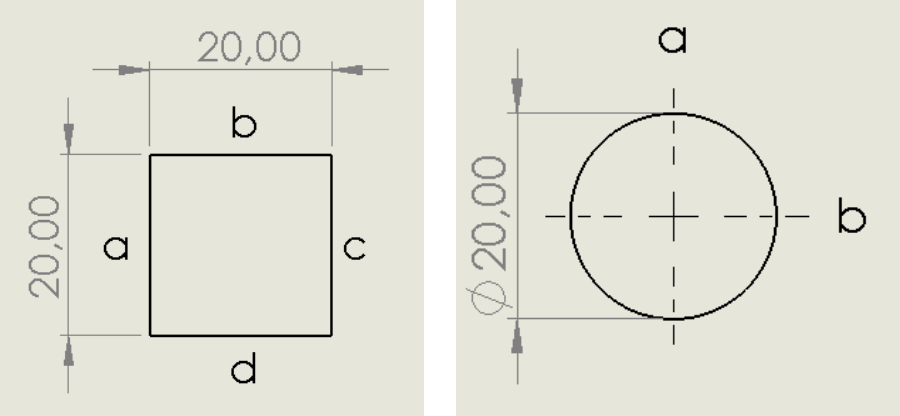
ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

Setelah ditentukannya kontrol faktor dan variasi level, diperlukannya matriks orthogonal array L16 untuk mendapatkan pembagian parameter pengujian pemotongan.

2.5 Langkah-Langkah Proses Pengujian

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam proses pengujian pemotongan *laser cutting.*

1. Mempersiapkan *laser cutting* dan bahan akrilik
2. Mempersiapkan desain pemotongan berbentuk persegi dan lingkaran



Gambar 2. Bentuk pemotongan Persegi dan Lingkaran

3. Pengaturan nilai parameter pemotongan pada *software benboxi.*
4. Meletakkan dan mengatur ketinggian akrilik terhadap *nozzle laser* dan mengatur titik fokus *laser.*
5. Melakukan pengujian pemotongan akrilik menggunakan *laser cutting* dengan pengambilan *sampel* sebanyak 5 kali dalam 1 kali pengujian parameter pemotongan.
6. Mengukur hasil pemotongan akrilik dengan mendapatkan nilai rata-rata dari setiap pemotongan berbentuk persegi dan lingkaran, lalu dijadikan bentuk persentase.

   1) Perhitungan rata-rata dan persentase bentuk pemotongan persegi
   Menghitung panjang dari ke-4 sisinya lalu dijumlahkan dan dibagi dengan banyak sisinya yaitu 4.

   $$\textit{Sampel}\ 1\ \text{persegi} = \frac{a+b+c+d}{banyak\ sisi} = \text{Rata-rata}$$

   Karena ukuran bentuk pemotongan persegi adalah 20x20x20x20 mm maka rata-ratanya adalah 20, sehingga untuk mendapatkan persentase nilai hasil pemotongan yaitu rata-rata hasil pengukuran dibagi dengan rata-rata ukuran bentuk desain persegi.

   $$\textit{Sampel}\ 1\ \text{persegi} = \frac{\text{Rata}-\text{rata pengukuran pemotongan}}{\text{Rata}-\text{rata ukuran desain}} \times 100\% = \text{Persentase Akurasi}$$

   2) Perhitungan rata-rata dan persentase bentuk pemotongan lingkaran.
   Menghitung diameter vertikal dan horizontal dari bentuk lingkaran lalu dijumlahkan dan dibagi dengan banyaknya jumlah pengukuran yaitu 2.

   $$\textit{Sampel}\ 1\ \text{lingkaran} = \frac{a+b}{\text{Banyak sisi pengukuran}} = \text{Rata-rata}$$

   Karena ukuran bentuk pemotongan lingkaran diameternya adalah 20 mm maka rata-rata diameter bentuk lingkarannya adalah 20 mm yang diukur secara vertikal dan horizontal, sehingga untuk mendapatkan persentase nilai hasil pemotongan yaitu rata-rata hasil pengukuran dibagi dengan rata-rata ukuran bentuk desain persegi.

   $$\textit{Sampel}\ 1\ \text{lingkaran} = \frac{\text{Rata}-\text{rata}}{\text{Rata}-\text{rata ukuran desain}} \times 100\% = \text{Persenatse akurasi}$$

7. Mencatat nilai hasil pengukuran pemotongan akrilik pada *software minitab* dan dijadikan dalam bentuk persentase.
8. Menganalisis data yang didapatkan menggunakan pendekatan metode taguchi *Larger Is Better*

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

3 Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian pemotongan ini dilakukan untuk mendapatkan pemotongan terbaik dari hasil ukuran pemotongan akrilik yang akan dibandingkan dengan ukuran desain pemotongan.

3.1 Hasil Penelitian

Pada pemotongan akrilik berwarna hitam dilakukan pengujian 16 parameter pemotongan dengan pengulangan sebanyak 5 kali. Pada pemotongan akrilik berwarna tersebut diperoleh nilai hasil pemotongan tertinggi yaitu sebesar 98,20 % untuk bentuk persegi dan 98,19% untuk bentuk pemotongan lingkaran.

3.2 Analisa Data Hasil Pemotongan Akrilik 2 mm Bentuk Pemotongan Persegi

Untuk mendapatkan nilai akurasi pemotongan akrilik, diperlukannya nilai persentase hasil pemotongan dengan mencari rata-rata hasil pemotongan terlebih dahulu dengan menjumlahkan panjang setiap sisi a, b c dan d lalu dibagi dengan banyaknya sisi.



Gambar 3. Hasil Pemotongan Akrilik Berbentuk Persegi

Hasil pengukuran *sampel* 1 $= \frac{a+b+c+d}{4}$

$= \frac{18{,}26+19{,}26+18{,}24+19{,}39}{4} = 18{,}787$

Persentase Nilai pemotongan *Sampel* 1 $= \frac{Means\ hasil\ pemotongan}{Means\ ukuran\ desain}$ x 100%

$= \frac{18{,}787}{20}$ x 100% = 93,93%

Pada pemotongan akrilik berwarna hitam dilakukan pengujian 16 parameter pemotongan dengan pengulangan sebanyak 5 kali. Pada pemotongan akrilik berwarna tersebut diperoleh nilai hasil pemotongan tertinggi yaitu sebesar 97,74% (19,56 mm) dan nilai pemotongan terendah yaitu 93,3% (18.66 mm). Setelah ini akan dilakukan pengujian.

$$S/N_{LTB} = -10\ log\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{y_i^2}\right]$$

N = Jumlah Pengulangan dari pengujian
Y_1 = Nilai Pengujian ke-i
S/N_{LTB} = *Signal to Noise Larger is Better*

S/N_{LTB} =

$$\frac{-10\ Log(\frac{1}{93{,}93^2}+\frac{1}{93^2}+\frac{1}{93{,}55^2}+\frac{1}{93{,}05^2}+\frac{1}{93{,}15^2})}{5}$$

= 39,4008

Means =
= 93,93 + 93 + 93,55 + 93,05 + 93,13
= 93,336

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

Tabel 4. Hasil Pengujian Pemotongan Akrilik 2 mm Bentuk Pemotongan Persegi

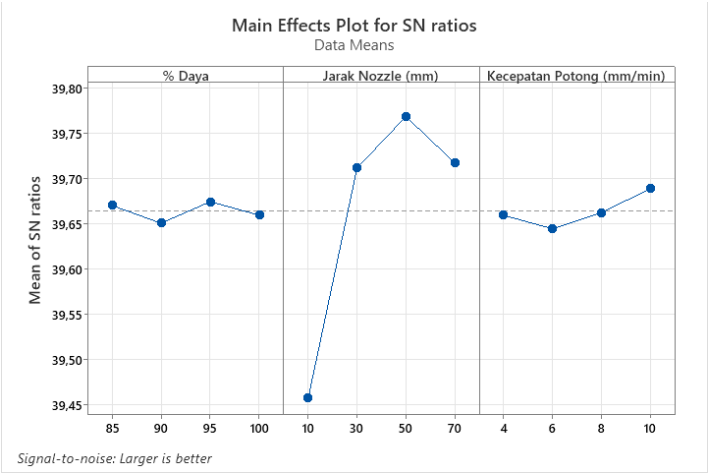
Pengujian	Kontrol Faktor			Hasil (%)					*Means*	*S / N*
	%Daya *Laser* (A)	Kecepatan Potong (B)	Jarak *Nozzle* (C)	Pengukuran 1 □	Pengukuran 2 □	Pengukuran 3 □	Pengukuran 4 □	Pengukuran 5 □		
1	85	4	10	93,93	93,00	93,55	93,05	93,15	93,336	39,4008
2	85	6	30	97,05	96,78	96,80	97,01	96,37	96,802	39,7176
3	85	8	50	97,97	97,77	97,66	97,76	97,37	97,706	39,7984
4	85	10	70	96,85	97,27	96,90	97,56	98,00	97,316	39,7634
5	90	6	10	94,10	93,52	93,80	94,18	93,30	93,780	39,4420
6	90	4	30	96,71	96,72	96,71	96,96	96,91	96,802	39,7177
7	90	10	50	96,75	97,37	97,11	97,58	96,95	97,152	39,7489
8	90	8	70	96,60	96,93	96,96	96,08	96,10	96,534	39,6934
9	95	8	10	94,05	94,21	93,87	94,15	94,33	94,122	39,4738
10	95	10	30	96,86	96,82	97,02	96,97	96,87	96,908	39,7272
11	95	4	50	98,56	98,36	97,08	97,51	97,23	97,748	39,8017
12	95	6	70	96,52	96,22	96,48	96,58	96,91	96,542	39,6943
13	100	10	10	94,76	94,38	94,72	95,05	93,91	94,564	39,5143
14	100	8	30	96,41	96,32	96,22	96,93	96,21	96,418	39,6831
15	100	6	50	96,98	96,71	96,68	97,17	96,80	96,868	39,7236
16	100	4	70	97,17	97,33	96,80	96,00	96,67	96,794	39,7167

Setelah didapatkan nilai *signal to noise larger is better,* maka dilakukan pengelompokan setiap nilai *signal to noise ratio Larger Is Better* berdasarkan kontrol faktor dan variasi level yang ada dalam setiap parameter pengujian kemudian di rata-ratakan. Contohnya pada tabel di bawah ini, untuk Level 1 A1 merupakan hasil dari pengujian dengan daya laser 85% yang memiliki 4 variasi kemudian hasilnya dirata-ratakan, didapatlah hasil Level 1 A1, begitu juga dengan level 2 A2 dengan daya laser 90%. Sehingga level merupakan tingkatan untuk setiap nilai variasi parameter daya laser, jarak *nozzle* dan kecepatan potong.

Tabel 5. *Response Signal To Noise Rasio Larger Is Better* Bentuk Pemotongan Persegi Dengan Tebal Akrilik 2 mm

Level	%Daya *Laser* (A)	Jarak *Nozzle* (B)	Kecepatan Potong (C)
1	39,67	39,46	39,66
2	39,65	39,71	39,64
3	39,67	39,77	39,66
4	39,66	39,72	39,69
Delta	0,02	0,31	0,04
Rank	3	1	2

Setelah didapatkannya nilai rasio *larger is better,* maka akan diambil nilai *S/N* tertinggi dari setiap faktor level yaitu : A3, B3 dan C4



Gambar 4. Grafik *S / N Larger Is Better* Bentuk Pemotongan Persegi Dengan Ketebalan Akrilik 2 mm

Pada grafik dapat terlihat bahwa titik tertinggi dari setiap nilai parameter yang didapatkan mengartikan bahwa nilai tersebut merupakan nilai parameter terbaik yang digunakan untuk pemotongan akrilik. Yaitu daya *laser* = 95%, jarak *nozzle* = 50 mm dan kecepatan potong = 10 mm/s.

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

3.3 Analisa Data Hasil Pemotongan Akrilik 2 mm Bentuk Pemotongan Lingkaran

Untuk Perhitungan rata-rata bentuk pemotongan persegi dilakukan pengukuran menggunakan jangka sorong dengan menghitung diameter vertikal (a) dan horizontal (b) dari bentuk lingkaran lalu dijumlahkan dan dibagi dengan banyaknya jumlah pengukuran yaitu 2.



Gambar 5. Hasil Pemotongan Bentuk Lingkaran

Pada pemotongan akrilik berwarna hitam dilakukan pengujian 16 parameter pemotongan dengan pengulangan sebanyak 5 kali, Pada pemotongan akrilik berwarna tersebut diperoleh nilai hasil pemotongan tertinggi yaitu sebesar 97,88% (19,57 mm) dan nilai pemotongan terendah yaitu 93,59% (18.71 mm). Setelah ini akan dilakukan pengujian.

$$S/N_{LTB} = -10\ log\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{y_i^2}\right]$$

N = Jumlah Pengulangan dari pengujian
Y_1 = Nilai Pengujian ke-i
S/N_{LTB} = *Signal to Noise Larger is Better*

$$S/N_{LTB} = \frac{-10\ Log(\frac{1}{94{,}12^2}+\frac{1}{94{,}50^2}+\frac{1}{93{,}45^2}+\frac{1}{93{,}65^2}+\frac{1}{93{,}27^2})}{5}$$

= 39,4252

Means =
= 94,12 + 93,50 + 93,45 + 93,6 + 93,27
= 93,598

Tabel 6. Hasil Pengujian Pemotongan Akrilik 2 mm Bentuk Pemotongan Lingkar

Pengujian	Kontrol Faktor			Hasil (%)					*Means*	*S / N*
	Daya *Laser* (A)	Kecepatan Potong (B)	Jarak *Nozzle* (C)	Pengukuran 1	Pengukuran 2	Pengukuran 3	Pengukuran 4	Pengukuran 5		
1	85	4	10	94,12	93,50	93,45	93,65	93,27	93,598	39,4252
2	85	6	30	98,17	97,02	98,20	97,62	97,35	97,672	39,7951
3	85	8	50	97,12	97,10	96,75	96,12	97,22	96,862	39,7228
4	85	10	70	97,41	97,25	97,70	97,00	97,20	97,312	39,7633
5	90	6	10	93,27	93,95	94,92	94,20	93,42	93,952	39,4576
6	90	4	30	98,45	97,27	97,85	97,85	97,15	97,714	39,7988
7	90	10	50	97,15	96,70	97,25	97,50	97,45	97,210	39,7541
8	90	8	70	97,52	97,15	97,40	97,50	97,00	97,314	39,7634
9	95	8	10	94,25	94,30	94,00	93,97	94,90	94,284	39,4886
10	95	10	30	97,45	97,62	97,52	97,47	97,25	97,462	39,7767
11	95	4	50	97,40	97,37	97,12	97,32	97,80	97,402	39,7713
12	95	6	70	97,30	97,47	97,32	97,45	97,51	97,410	39,7721
13	100	10	10	94,87	95,72	95,57	95,40	95,35	95,382	39,5892
14	100	8	30	98,00	97,55	97,97	97,82	98,07	97,882	39,8140
15	100	6	50	96,97	96,60	97,50	97,37	97,05	97,098	39,7441
16	100	4	70	97,42	97,27	97,15	97,37	97,80	97,402	39,7713

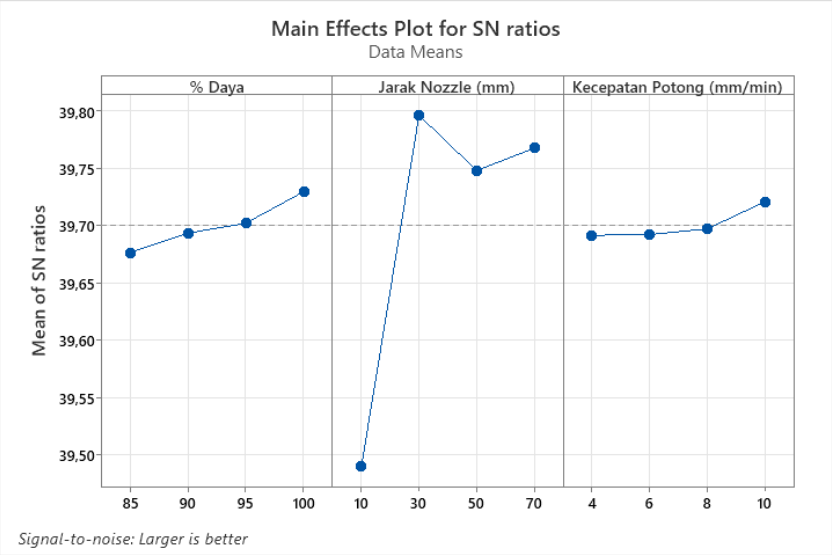
ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

Setelah didapatkan nilai *signal to noise larger is better,* maka dilakukan pengelompokan setiap nilai *signal to noise ratio Larger Is Better* berdasarkan kontrol faktor dan variasi level yang ada dalam setiap parameter pengujian kemudian di rata-ratakan. Contohnya pada tabel dibawah ini, untuk Level 1 A1 merupakan hasil dari pengujian dengan daya laser 85% yang memiliki 4 variasi kemudian hasilnya dirata-ratakan, didapatlah hasil Level 1 A1, begitu juga dengan level 2 A2 dengan daya laser 90%. Sehingga level merupakan tingkatan untuk setiap nilai variasi parameter daya laser, jarak *nozzle* dan kecepatan potong.

Tabel 7. *Response Signal To Noise Rasio Larger Is Better* Bentuk Pemotongan Lingkaran Dengan Tebal Akrilik 2 mm

Level	%Daya *Laser* (A)	Jarak *Nozzle* (B)	Kecepatan Potong (C)
1	39,68	39,49	39,69
2	39,69	39,80	39,69
3	39,70	39,75	39,70
4	39,73	39,77	39,72
Delta	0,05	0,31	0,03
Rank	3	1	2

Setelah didapatkannya nilai *rasio larger is better,* maka akan diambil nilai *S/N* tertinggi dari setiap faktor level yaitu : A4, B2 dan C4.



Gambar 6. Grafik *S / N Larger Is Better* Bentuk Pemotongan Lingkaran Dengan Tebal Akrilik 2 mm

Pada grafik dapat terlihat bahwa titik tertinggi dari setiap nilai parameter yang didapatkan mengartikan bahwa nilai tersebut merupakan nilai parameter terbaik yang digunakan untuk pemotongan akrilik. Yaitu daya *laser* = 100%, jarak *nozzle* = 30 mm dan kecepatan potong = 10 mm/s.

3.4 Pengujian Hipotesis Menggunakan *Anova Two Way* Pada Pemotongan Akrilik 2 mm

Setelah didapatkan data tiap faktor maka akan dilakukan uji hipotesis menggunakan *anova* untuk melihat seberapa besar pengaruh suatu variabel.

Tabel 8. Nilai *Anova* Bentuk Pemotongan Persegi Dengan Tebal Akrilik 2 mm

Source	*DF*	*Seq SS*	*Adj MS*	*F*	*P*
% Daya *Laser*	3	0,1745	0,05818	0,28	0,838
Jarak *Nozzle* (mm)	3	28,2577	9,41925	45,33	0,000
Kecepatan Potong (mm/min)	3	0,4895	0,16317	0,79	0,544
Residual Error	6	1,2467	0,20778	-	-
Total	15	30,1684	-		

Melihat hasil nilai tabel di atas untuk Akrilik 2 mm bentuk pemotongan Lingkaran didapatkan bahwa untuk Variabel X_3 diperoleh nilai *P-Value* sebesar 0,000 sehingga 0,000 < 0,05, maka dengan demikian jarak *nozzle* berpengaruh signifikan terhadap nilai akurasi pemotongan akrilik berwarna.

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

Tabel 9. Nilai *Anova* Bentuk Pemotongan Lingkaran Dengan Tebal Akrilik 2 mm

Source	*DF*	*Seq SS*	*Adj MS*	*F*	*P*
% Daya	3	0,7030	0,23432	1,32	0,353
Jarak *Nozzle* (mm)	3	29,2525	9,75084	54,76	0,000
Kecepatan Potong (mm/min)	3	0,2643	0,08811	0,49	0,699
Residual Error	6	1,0683	0,17805		
Total	15	31,2881			

Melihat hasil nilai tabel di atas untuk Akrilik 2 mm bentuk pemotongan Lingkaran didapatkan bahwa untuk Variabel X_3 diperoleh nilai *P-Value* sebesar 0,000 sehingga 0,000 < 0,05, maka dengan demikian jarak *nozzle* berpengaruh signifikan terhadap nilai akurasi pemotongan akrilik berwarna.

3.5 Pengujian Hasil Parameter Optimal

Setelah mendapatkan nilai hasil parameter optimal dilakukan pengujian pemotongan kembali.

Tabel 10. Hasil Pengujian Parameter Optimal

N0		Kontrol Faktor				Hasil (%)					*Means*
		Tebal Akrilik	%Daya *Laser*	Kecepatan Potong	Jarak *Nozzle*	Pengukuran 1	Pengukuran 2	Pengukuran 3	Pengukuran 4	Pengukuran 5	
□	1	2	95	50	10	98,36	97,83	98,26	98,51	98,06	98,20
○	2	2	100	30	10	98,21	97,88	98,53	98,07	98,28	98,19

Pada grafik di atas merupakan nilai rata-rata hasil pemotongan parameter optimal dengan nilai hasil pemotongan berbentuk persegi sebesar 98,20% dan bentuk pemotongan lingkaran sebesar 98,19% dengan tebal akrilik 2 mm.

4 Kesimpulan

Dari hasil penelitian pengujian pemotongan *laser cutting* didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil Pengujian pemotongan akrilik dengan tebal 2 mm didapatkan nilai parameter optimal yaitu.
   a. Pada tebal akrilik 2 mm bentuk pemotongan persegi didapatkan daya *laser* = 95%, jarak *nozzle* = 50 mm dan kecepatan potong = 10 mm/min.
   b. Pada tebal akrilik 2 mm bentuk pemotongan lingkaran didapatkan daya *laser* = 100%, jarak *nozzle* = 30 mm dan kecepatan potong = 10 mm/min.
2. Pada hasil pengujian pemotongan akrilik berwarna hitam didapatkan nilai persentase rata-rata sebesar 98,20% atau penyimpangan sebesar 0,36 mm yang berarti *laser cutting* dioda kurang baik digunakan untuk membuat produk yang membutuhkan kepresisian di bawah 0,36 mm.
3. Berdasarkan hasil analisa didapatkan faktor utama yang mempengaruhi nilai akurasi pemotongan akrilik berwarna yaitu jarak *nozzle* terhadap benda kerja dengan hasil nilai *P-Value* sebesar 0,000 dan nilai signifikansi yang digunakan sebesar 5% atau 0,05, sehingga nilai signifikansi lebih besar daripada nilai *P-Value* yang berarti jarak *nozzle* berpengaruh signifikan terhadap pemotongan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Nugroho, A. Setya Hutama, and C. Budiyantoro, "Optimasi Keakuratan Dimensi dan Kekasaran Permukaan Potong Material Akrilik dengan Proses Laser Menggunakan Metode Taguchi dan PCR-TOPSIS," *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, vol. 2, no. 2, 2018, doi: 10.18196/jmpm.2223.

[2] V. Octowinandi and R. Yolanda, "*Hasil Dari Mesin Laser Engraving Pada Material Akrilik Dan Pvc*," vol. 3, no. 1, 2022.

[3] A. E. Saputro and M. Darwis, "*Rancang Bangun Mesin Laser Engraver and Cutter Untuk Membuat Kemasan Modul Praktikum Berbahan Akrilik*," 2020.

[4] P. R. Fahlevi D and A. Wahyu Pratomo, "*Prototipe Mesin Cnc Diode Laser Cutting 5500 Miliwatt Untuk Pembuatan Produk Kreatif Bahan Akrilik*." 2020

[5] G. Halim, E. Budiyanto, M. Metro Jl Ki Hajar Dewantara, and A. Kota Metro, "*Analisa kerja mesin CNC laser cutting CO2 2 Axis berbasis MACH3 pada variasi pemotongan*," vol. 3, no. 1, p. 2022.

[6] N. Satyawardhana, M. Sobron Yamin Lubis, and D. Prodi Teknik Mesin, *Optimasi Parameter Proses Laser Cutting Terhadap Kekasaran Permukaan Material Acrylictype Clear Dengan Menggunakan Metode Taguchi*." 2022

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

[7] M. S. Muria Armansyah *et al.*, "*Optimasi Parameter Proses Pemotongan Acrylic terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Laser Cutting Dengan Metode Response Surface*."

[8] S. Slamet, S. Harmoko, and dan Suyitno, *"Akurasi dan Produktivitas Mesin Laser Cutting untuk Memproduksi Alat Pelindung Diri (APD) Covid-19," Journal of Mechanical Design and Testing*, vol. 3, no. 2, pp. 83–92, 2021, doi: 10.22146/jmdt.v3i2.59487.

[9] F. Siswoyo Hadisantoso, V. Rainzagi, and A. Asih Supriyanto, *"Analisis Hasil Pengujian Engraving dengan Metode Laser Engraving dan Shade Laser Engraving pada Obyek Material Kulit Menggunakan Dobot Magician." Jurnal RAMATEKNO*, vol. 3, no. 1, pp. 30–42, 2023.

[10] M. S. Y. Lubis, A. Wiyoso, H. Wibowo, and S. Ariyanti, "*Penentuan Parameter Proses Laser Cutting Terhadap Kekasaran Permukaan Material Acrylyc*," *IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, vol. 2, no. 2, pp. 19–28, Aug. 2023, doi: 10.56862/irajtma.v2i2.43.

[11] M. Ikhsan, U. Ridhani, P. Bosowa, / Makassar, and C. Author, "*Analisis Pengaruh Radiasi Sinar Laser Dioda Terhadap Sublimasi Silk Fabric Daya Maksimum 5,5 Watt*." 2022

[12] F. D. Yushi, P. Sidi, dan A. Irma Rustini, P. Studi Teknik Desain dan Manufaktur, J. Teknik Permesinan Kapal, and P. Perkapalan Negeri Surabaya, "*Optimasi Parameter Mesin Laser Cutting terhadap Kekasaran dan Laju Pemotongan pada Alumunium 5083 Menggunakan Desain Eksperimen Taguchi Grey Analysis Method*." 2016
[Online]. Available: http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=2804.Html

[13] A. Wijanarta, N. Salam, and D. Anggraini, "*Metode Taguchi Untuk Peningkatan Kualitas Mutu Produk*," 2014.

[14] A. Nugroho, A. Setya Hutama, S. Program, R. Teknologi, M.-P. Perancangan, and S. Atmi, *"Metode Taguchi-PCR Topsis Untuk Optimasi Energi Dan Kecepatan Grafir Mesin Laser"*. 2019

[15] I. Apriansyah *et al.*, *"Pada Fillamen Esteel Dengan Pendekatan Metode Taguchi,"* vol. 2, no. 1, p. 2021, 2021, doi: 10.5281/zenodo.474842.