

# Optimasi Parameter Mesin *Laser Tube Cutting* Terhadap Laju Pemotongan Menggunakan *Taguchi*

Farizi Rachman<sup>1</sup>, Lintang Aditya<sup>2</sup>, Pranowo Sidi<sup>3</sup>, Tri Andi Setiawan<sup>4</sup>, Fais Hamzah<sup>5</sup>,  
Danis Maulana<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,  
Kota Surabaya, 6011, Indonesia

<sup>7</sup> Manajemen Bisnis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, Surabaya,  
Indonesia  
farizirachman@ppns.ac.id

## Abstrak

Optimasi parameter merupakan teknik yang digunakan pada proses manufaktur untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang terbaik. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengoptimasi parameter mesin CNC *laser tube cutting*. Menggunakan parameter titik fokus, *gas pressure*, *nozzle distance*, dan *laser power* guna mengurangi variasi terhadap respon laju pemotongan (*material removal rate*) pada material *square pipe ST 37*. Pada penelitian kali ini menggunakan metode Taguchi dengan matriks orthogonal  $L_9 (3^4)$  untuk menganalisis hasil percobaan. Dengan setiap parameternya memiliki 3 level sesuai dengan matriks orthogonalnya, eksperimen dilakukan sebanyak 9 kali dengan 3 kali replikasi agar hasil yang didapat lebih valid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa didapatkan kombinasi parameter yang paling optimal pada mesin *laser tube cutting* terhadap respon laju pemotongan yaitu dengan kombinasi parameter titik fokus Pada level 3 sebesar 4 mm, *gas pressure* pada level 3 sebesar 1 bar, dan parameter *laser power* pada level 1 sebesar 1800 W. Selanjutnya persentase kontribusi terhadap respon laju pemotongan bahwa parameter yang memiliki persentase kontribusi yang paling besar yaitu *gas pressure* dengan persentase sebesar 27,75 %, sedangkan parameter titik fokus memiliki persentase kontribusi sebesar 4%, dan parameter *laser power* memiliki persentase kontribusi sebesar 2,21%.

**Kata kunci:** *Analysis*, Laju Pemotongan, *Laser Tube Cutting*, Metode Taguchi, *Square pipe ST 37*.

## Abstract

*Parameter optimization is a technique used in the manufacturing process to produce products with the best quality. The purpose of this research is to optimize the parameters of CNC laser tube cutting machine. Using the parameters of focal point, gas pressure, nozzle distance, and laser power to reduce variations in the response of cutting rate (material removal rate) on square pipe ST 37 material. This research uses Taguchi method with  $L_9 (3^4)$  orthogonal matrix to analyze the experimental results. With each parameter having 3 levels according to the orthogonal matrix, the experiment was conducted 9 times with 3 replications so that the results obtained were more valid. The results showed that the most optimal parameter combination was obtained in the laser tube cutting machine on the response of the cutting rate, namely with a combination of the focus point parameter at level 3 of 4 mm, gas pressure at level 3 of 1 bar, and laser power parameter at level 1 of 1800 W. Furthermore, the percentage contribution to the cutting rate response that the parameter that has the largest percentage contribution is gas pressure with a percentage of 27.75%, while the focus point parameter has a percentage contribution of 4%, and the laser power parameter has a percentage contribution of 2.21%.*

**Keywords:** *Analysis, Laser Tube Cutting, Material Removal Rate, Square Poipe ST 37, Taguchi Method*

## 1. Pendahuluan

Seiring berkembangnya zaman permintaan dunia industri manufaktur semakin meningkat. Peningkatan industri manufaktur terjadi karena adanya kenaikan permintaan yang didukung oleh daya beli masyarakat dalam negeri, saat ini banyaknya permintaan pasar pada fabrikasi metal di PT. X terutama pada profil partisi maupun sambungan yang berupa produk sector permesinan, interior, dan furniture seperti: kontruksi bangunan, pembuatan rangka mesin, fasad, kaki meja, dan Hlsp pasang kontruksi. Dengan aplikasi demikian maka hasil pemotongan produk square pipe dituntut untuk

memiliki kualitas yang bagus dan memiliki proses pengerjaan yang cepat agar mencapai kapasitas produksi yang tinggi. Proses pemotongan adalah proses pertama yang selalu dilakukan pada fabrikasi metal. Saat ini mesin pemotongan metal telah menggunakan teknologi laser untuk menghasilkan produk dengan waktu pemotongan yang lebih cepat. Setiap pelaku industri selalu berusaha meningkatkan produktivitas, yang salah satu caranya yaitu dengan mengoptimisasi kualitas seluruh penggunaan mesin produksi, sehingga dapat digunakan semaksimal mungkin (Triana dan Amrina, 2019). Untuk memperoleh hasil produk yang diinginkan, biasanya para operator mesin mengubah beberapa variabel bebas salah satunya yaitu parameter mesin. Dengan adanya perubahan parameter yang tepat maka setiap operator akan membutuhkan waktu tertentu dan hal tersebut menjadikan proses pengerjaan menjadi kurang efisien, maka dari itu dibutuhkan suatu eksperimen untuk mendapatkan hasil pengaturan parameter yang tepat.

Agar mendapatkan kualitas hasil potong yang diinginkan maka dibutuhkan pengaturan kombinasi parameter yang tepat seperti parameter titik fokus sinar laser, tekanan *gas cutting*, *nozzle distance*, dan laser *power* yang memiliki pengaruh terhadap laju pemotongan (Dewinata, 2017). Pada permasalahan mesin *Laser Tube Cutting* di PT.X pada tahun 2023 memiliki lebih dari 60% produk reject (produk cacat). Kecacatan pada hasil pemotongan dapat mengakibatkan kerugian bagi perusahaan karena menyebabkan tambahan proses pada produk tersebut sehingga dapat menurunkan jumlah produksi dan peningkatan biaya produksi.

Perlunya mempertimbangkan respon laju pemotongan yang paling maksimum agar dalam proses permesinannya dapat memproduksi produk sebanyak mungkin dan dalam waktu yang singkat. Sebagai solusinya untuk mendapatkan hasil produk dengan jumlah yang tinggi dan dalam waktu yang singkat dengan mengoptimalkan parameter pada mesin yang mempengaruhi respon laju pemotongan dengan pengaturan yang tepat agar mendapatkan parameter yang optimal untuk sebuah produk (Rachman dkk, 2020). Metode yang bisa digunakan untuk optimasi dalam meningkatkan kualitas produk adalah Taguchi. Ada banyak penelitian yang menggunakan metode taguchi untuk meningkatkan kualitas produk (Rachman, 2019).

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Mesin dan Material

Pada penelitian kali ini menggunakan material *ST 37* dengan bentuk *Square Pipe*. Material yang termasuk austenitik *Mild Steel tube* yang tergolong baja karbon rendah dengan sifat potong dan mampu las yang baik. Material ini memiliki sifat tahan korosi atmosferik yang baik. Dengan memiliki kekuatan luluh minimum 235 MPa, *elongation* minimum sekitar 20%. Untuk karakteristik material *ST 37* ditunjukkan pada Tabel 1 Cara pembacaan tabel yaitu untuk komposisi kelas *ST 37* memiliki kandungan unsur C dengan komposisi maksimal C adalah 0,17 %, Kandungan P dengan komposisi maksimal adalah 0,035% dan selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi *ST.37*

Kelas	C	Si	Mn	Fe	S	P
<i>ST 37</i>	0,17	0,10 - 0,35	0,35 - 0,80	98,81- 99,26	0,035	0,035



Gambar 1. Material *Square pipe ST 37*



Gambar 2. Mesin CNC TrueLaser Tube 5000

Mesin yang digunakan adalah mesin CNC TrueLaser Tube Cutting 5000 yang fungsinya untuk memotong material pipa dengan pola yang rumit dan menghasilkan waktu proses yang tepat. Didalamnya terdapat gas laser dan gas cutting yang digunakan dalam proses pemotongan. Gas laser berfungsi sebagai alat pemotong pada laser cutting dengan cara melelehkan material. Waktu pemotongan yang terlalu lama akan menghasilkan produk yang kurang baik (Data Collection TruLaser Tube 5000,2014). Gas laser terdiri gas purity dari Helium (He), Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>), Nitrogen (N<sub>2</sub>) yaitu 4.6, 4.5, 5, selengkapnya bisa dilihat pada tabel 2. Dibawah ini.

**Tabel.2** Komposisi gas laser dan kualitas

Gases	He	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Gas purity	4.6	4.5	5
Proportional of total gas volume [%]	65.5%	5.5%	29.0%
Gas consumption (approx)[l/h]	13.1	1.1	5.8

## 2.2 Metode Taguchi

Proses optimasi manufaktur, seperti *laser cutting*, *turning*, *welding*, *injection molding* dan proses-proses lainnya, banyak menggunakan metode Taguchi sebagai alat untuk menemukan setting parameter optimalnya (Akhyar, et al, 2008, Esme, 2009, Rosiawan, 2011). Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Taguchi dengan seperangkat matrik khusus yang disebut dengan matriks orthogonal. Matriks orthogonal merupakan langkah untuk menentukan jumlah eksperimen minimal yang dapat memberikan informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter. Terdapat bagian terpenting dari metode ini yaitu terletak pada pemilihan kombinasi level variabel-variabel input untuk tiap eksperimen (Soejanto,2009). Matriks orthogonal yang diinginkan adalah L<sub>9</sub> (3<sup>4</sup>) dengan derajat kebebasan 8. Pemilihan matriks tersebut dikarenakan penggunaan parameter berjumlah 4 dengan level masing-masing berjumlah 3 sehingga menghasilkan derajat kebebasan 8 yang dimiliki pada Matriks orthogonal L<sub>9</sub> (3<sup>4</sup>).

## 2.3 Rancangan Penelitian

Pada rancangan penelitian kali ini adanya variabel bebas dan level pada tiap parameternya yang sesuai dengan matriks orthogonal L<sub>9</sub> (3<sup>4</sup>). Untuk variabel respon pada penelitian kali ini adalah laju pemotongan.

Penentuan level pada tiap parameternya terlampir pada tabel berikut ini.

**Tabel 3.** Nilai Parameter dan level eksperimen.

Variabel Bebas	Satuan	Level		
		1	2	3
TF	mm	0	2	4
GP	bar	0,6	0,8	1
ND	mm	0,7	0,9	1,1

**Tabel 4.** Matriks Orthogonal  $L_9(3^4)$ .

Eksperimen	$L_9(3^4)$			
	Titik Fokus	Tekanan Gas Cutting	Nozzle Distance	Laser Power
1	0 mm	0,6 bar	0,7 mm	1800 W
2	0 mm	0,8 bar	0,9 mm	2200 W
3	0 mm	1 bar	1,1 mm	2700 W
4	2 mm	0,6 bar	0,9 mm	2200 W
5	2 mm	0,8 bar	1,1 mm	1800 W
6	2 mm	1 bar	0,7 mm	2200 W
7	4 mm	0,6 bar	1,1 mm	2200 W
8	4 mm	0,8 bar	0,7 mm	2700 W
9	4 mm	1 bar	0,9 mm	1800 W

## 2.4 Pelaksanaan Eksperimen

Setelah penentuan parameter pada variabel bebas serta variabel respon maka akan dilakukan eksperimen menggunakan mesin laser *tube cutting*. Eksperimen ini dilakukan sebanyak 9 kali dengan 3 kali replikasi pada setiap kombinasinya.

## 3. Hasil dan Diskusi

Pada proses eksperimen hasil dari laju pemotongan diambil dari hasil selisih waktu pemotongan dalam satuan menit dan pengukuran volume benda kerja yang terbuang (material sisa potong) dari proses *machining*.

### 3.1 Data Hasil Pengujian

Data hasil eksperimen yang dilakukan sebanyak 9 kali dengan 3 kali replikasi. Bisa dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 4.** Data Hasil Laju Pemotongan  $\text{mm}^3/\text{min}$

Kombinasi	Laju Pemotongan		
	R1	R2	R3
1.	155,661	154,495	156,536
2.	140,580	141,965	142,000
3.	143,250	142,128	142,284
4.	138,104	136,406	138,298
5.	145,475	146,337	145,391
6.	147,712	148,608	148,385
7.	150,540	150,336	150,435
8.	135,600	136,206	136,435
9.	153,066	153,939	153,922

### 3.2 Perhitungan Rasio S/N

(Bachtiar, 2012) menulis tentang *S/N Ratio* digunakan untuk memilih faktor – faktor yang memiliki kontribusi penggunaan pada suatu respon. Dengan menggunakan Rasio S/N maka akan mengetahui level faktor mana yang paling berpengaruh pada hasil eksperimen.

- a. Semakin kecil semakin baik

$$S/N \geq 0 \text{ sehingga nilai } S/N \text{ mendekati nol } (S/N \rightarrow 0)$$

$$S/N = -10 \log_{10} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2$$

Dimana:

n : Jumlah pengulangan dari satu percobaan

y<sub>i</sub> : Data yang diperoleh percobaan

b. Tertuju pada nilai tertentu

S/N memiliki nilai sehingga nilai S/N mendekati suatu nilai tertentu

$$S/N = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2$$

Dimana:

n : Jumlah pengulangan dari satu percobaan

y<sub>i</sub> : Data yang diperoleh percobaan

c. Semakin besar semakin baik

$$0 < S/N < \infty$$

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

Dimana:

n : Jumlah pengulangan dari satu percobaan

y<sub>i</sub> : Data yang diperoleh percobaan

Data hasil percobaan tiap-tiap eksperimen pada tabel 4. digunakan dalam metode Taguchi untuk mendapatkan nilai rasio S/N pada respon laju pemotongan menggunakan karakteristik *Large is Bette* yang artinya semakin baik dan ditunjukkan pada point c diatas. Dengan rumus perhitungan *Large is better* di bawah ini:

$$0 < S/N < \infty$$

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

Dimana:

n : Jumlah pengulangan dari satu percobaan

y<sub>i</sub> : Data yang diperoleh percobaan

Berikut merupakan hasil perhitungan rasio S/N respon laju pemotongan.

**Tabel 5.** Perhitungan Rasio S/N Laju Pemotongan

Kombinasi	Variabel bebas				Rasio S/N
	Titik Fokus	Gas Pressure	Nozzle Distance	Laser Power	
1.	0	0,6	0,7	1800	43,837
2.	0	0,8	0,9	2200	43,015
3.	0	1	1,1	2700	43,079
4.	2	0,6	0,9	2200	42,814
5.	2	0,8	1,1	1800	43,250
6.	2	1	0,7	2200	43,427
7.	4	0,6	1,1	2200	43,571
8.	4	0,8	0,7	2700	42,698
9.	4	1	0,9	1800	43,745

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh hasil nilai rasio S/N Laju Pemotongan (MRR) pada eksperimen 1 memiliki nilai rasio S/N sebesar 43,837 (nilai rasio S/N Maksimum), Pada eksperimen 8 memiliki nilai rasio sebesar 42,698 (nilai rasio S/N Minimum).

### 3.3 Hasil ANOVA

Perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) dibutuhkan untuk menganalisis respon parameter dengan level yang memiliki kontribusi paling optimum terhadap respon yang diteliti. Hal ini dilakukan analisis menggunakan ANOVA dalam metode Taguchi. ANOVA dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab. Input data yang digunakan dalam perhitungan ANOVA adalah nilai rasio S/N. Pada ANOVA ini perhitungan biasa dihitung mulai dari *degree of freedom*, *sum of square*, *mean of square* dan *f-value*.

Hasil perhitungan anova bisa dilihat pada tabel 6. Berikut ini.

**Tabel 6.** Hasil ANOVA laju pemotongan

<i>Source Of Varians</i>	<i>Degree Of Freedom (DF)</i>	<i>Sum Of Square (SS)</i>	<i>Mean Of Square (MS)</i>
Titik Fokus	2	0,0526	0,0263
Gas Pressure	2	0,3608	0,1804
<i>Nozzle Distance</i>	2	0,0288	0,0144
<i>Laser Power</i>	2	0,8578	0,428
<i>Error</i>	0	-	-
Total	8	1.30017	-

Untuk mengetahui faktor yang signifikan terhadap laju pemotongan, maka dilakukan penggabungan (*Pooling Up*) faktor ke dalam *error*. Penggabungan dilakukan karena nilai dari  $F_{hitung}$  tidak diketahui karena error bernilai 0, sehingga perlu dilakukan strategi *Pooling Up*. Penggabungan yang dilakukan dengan faktor yang tidak signifikan yaitu dengan *Sum of Square* (SS) terkecil dijadikan sebagai *error* sehingga untuk perhitungan yang dilakukan sama seperti perhitungan Anova yaitu mulai dari *Sum Of Square* (SS) hingga  $F_{hitung}$ . Penggabunga tersebut menyebabkan perubahan pada tabel ANOVA seperti yang dijelaskan pada tabel 6. Dengan faktor yang tidak signifikan yaitu dengan *Sum Of Square* (SS) terkecil adalah faktor C (*Nozzle Distance*).

**Tabel 7** Hasil ANOVA laju pemotongan (MRR) setelah di *Pooling Up*

<i>Source Of Varians</i>	<i>Degree Of Freedom (DF)</i>	<i>Sum Of Square (SS)</i>	<i>Mean Of Square (MS)</i>	$F_{hitung}$
Titik Fokus	2	0,0526	0,0263	0,06
Gas Pressure	2	0,3608	0,1804	0,42
<i>Pooling Up</i>				
<i>Laser Power</i>	2	0,0288	0,0144	0,03
<i>Error</i>	0	0,8578	0,4289	
Total	8	1.30017		

Berdasarkan hasil dari Tabel 7. didapatkan nilai untuk respon laju pemotongan yaitu nilai  $F_{hitung}$  faktor A (Titik Fokus) sebesar 0,06, nilai  $F_{hitung}$  faktor B (*Gas Pressure*) sebesar 0,42 dan nilai  $F_{hitung}$  faktor D (*Laser Power*) sebesar 0,03.  $F_{tabel}$  dengan tingkat kepercayaan 95% dan  $\alpha = 0,05$ ;  $df_1$  = kebebasan faktor;  $df_2$  = jumlah kebebasan faktor *error*. Keputusan yang dibuat yaitu apabila  $F_{hitung}$  lebih besar dari  $F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak, sedangkan apabila  $F_{hitung}$  lebih kecil dari  $F_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima.

Berikut pengujian hipotesa parameter-parameter eksperimen.

1. Parameter A (Titik Fokus)

$H_0$  : Tidak ada pengaruh titik fokus terhadap laju pemotongan.

$H_1$  : Ada pengaruh titik fokus terhadap laju pemotongan.

Statistik Uji :  $F_{hitung} = 0,06 < F_{tabel} (0,05;2,8) = 4,46$

Kesimpulan :  $H_0$  diterima atau  $H_1$  ditolak yaitu tidak adanya pengaruh titik fokus terhadap laju pemotongan.

2. Parameter B (*Gas Pressure*)

$H_0$  : Tidak ada pengaruh *gas pressure* terhadap laju pemotongan.

$H_1$  : Ada pengaruh *gas pressure* terhadap laju pemotongan.

Statistik Uji :  $F_{hitung} = 0,42 < F_{tabel} (0,05;2,8) = 4,46$

Kesimpulan :  $H_0$  diterima atau  $H_1$  ditolak yaitu tidak adanya pengaruh *gas pressure* terhadap laju pemotongan.

3. Parameter D (*Laser Power*)

$H_0$  : Tidak ada pengaruh *laser power* terhadap laju pemotongan.

$H_1$  : Ada pengaruh *laser power* terhadap laju pemotongan.

Statistik Uji :  $F_{hitung} = 0,03 < F_{tabel} (0,05;2,8) = 4,46$

Kesimpulan :  $H_0$  diterima atau  $H_1$  ditolak yaitu tidak adanya pengaruh *laser power* terhadap laju pemotongan.

Berdasarkan uji distribusi F antara  $F_{hitung}$  dan  $F_{tabel}$  pada ketiga faktor terhadap variabel respon laju pemotongan dapat disimpulkan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap laju pemotongan.

Setelah uji hipotesa, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai presentase kontribusi secara manual dari masing-masing faktor terhadap respon *Laju Pemotongan* pada percobaan. Nilai presentase kontribusi dari faktor A, B, D dan faktor *error* sesuai dengan hasil ANOVA. Berikut merupakan perhitungan presentase kontribusi secara manual.

1. Persentase Kontribusi Faktor A (Titik Fokus)

$$\rho = \frac{SS_A}{SS_T} \times 100\%$$

$$\rho = \frac{0,0526}{1,3001} \times 100\%$$

$$\rho = 4\%$$

2. Persentase Kontribusi Faktor B (*Gas Pressure*)

$$\rho = \frac{SS_B}{SS_T} \times 100\%$$

$$\rho = \frac{0,3608}{1,3001} \times 100\%$$

$$\rho = 27,75\%$$

3. Persentase Kontribusi Faktor D (*Laser Power*)

$$\rho = \frac{SS_D}{SS_T} \times 100\%$$

$$\rho = \frac{0,0288}{1,3001} \times 100\%$$

$$\rho = 2,21\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan persentase kontribusi, diketahui bahwa persentase kontribusi faktor A adalah 4%, faktor B adalah 27,75%, dan faktor D adalah 2,21%. Dimana faktor yang memiliki persentase paling besar adalah faktor B yang berpengaruh terhadap laju pemotongan.

### 3.4 Perhitungan Parameter Optimal

Untuk mengetahui level yang paling optimal dan pengaturan parameter yang tepat terhadap respon laju pemotongan(MRR) dapat diketahui dengan perhitungan parameter optimal.

1. Parameter A Titik Fokus Sinar Laser (TF)

a. Pada eksperimen parameter berada pada level 1 terdapat di eksperimen pertama, kedua dan ketiga sehingga :

$$TF_1 = \frac{(43,837 + 43,015 + 43,079)}{3}$$

$$= 43,310$$

- b. Pada eksperimen parameter berada pada level 2 terdapat di eksperimen keempat, kelima dan keenam sehingga:

$$TF_2 = \frac{(42,814 + 43,250 + 43,427)}{3}$$

$$= 43,164$$

- c. Pada eksperimen parameter berada pada level 3 terdapat di eksperimen ketujuh, kedelapan dan kesembilan sehingga :

$$TF_3 = \frac{(43,571 + 42,698 + 43,745)}{3}$$

$$= 43,338$$

2. Parameter B *Gass Pressure* (GP)

- a. Pada eksperimen parameter berada pada level 1 terdapat di eksperimen pertama, ke-1, ke-4 dan ke-7 sehingga :

$$GP_1 = \frac{(43,837 + 42,814 + 43,571)}{3}$$

$$= 43,407$$

- b. Pada eksperimen parameter berada pada level 2 terdapat di eksperimen ke-2, ke-5 dan ke8 sehingga :

$$GP_2 = \frac{(43,015 + 43,250 + 42,698)}{3}$$

$$= 42,988$$

- c. Pada eksperimen parameter berada pada level 3 terdapat di eksperimen ke-3, ke-6 dan ke-9 sehingga :

$$GP_3 = \frac{(43,079 + 43,427 + 43,745)}{3}$$

$$= 43,417$$

3. Parameter D *Laser Power* (LP)

- a. Pada eksperimen parameter berada pada level 1 terdapat di eksperimen pertama, ke-6 dan ke-8 sehingga :

$$LP_1 = \frac{(43,837 + 43,250 + 43,745)}{3}$$

$$= 43,32$$

- b. Pada eksperimen parameter berada pada level 2 terdapat di eksperimen ke-2, ke-4 dan ke-9 sehingga :

$$LP_2 = \frac{(43,015 + 43,427 + 43,571)}{3}$$

$$= 43,19$$

- c. Pada eksperimen parameter berada pada level 3 terdapat di eksperimen ke-3, ke-5 dan ke-7 sehingga :

$$LP_3 = \frac{(43,079 + 42,814 + 42,698)}{3}$$

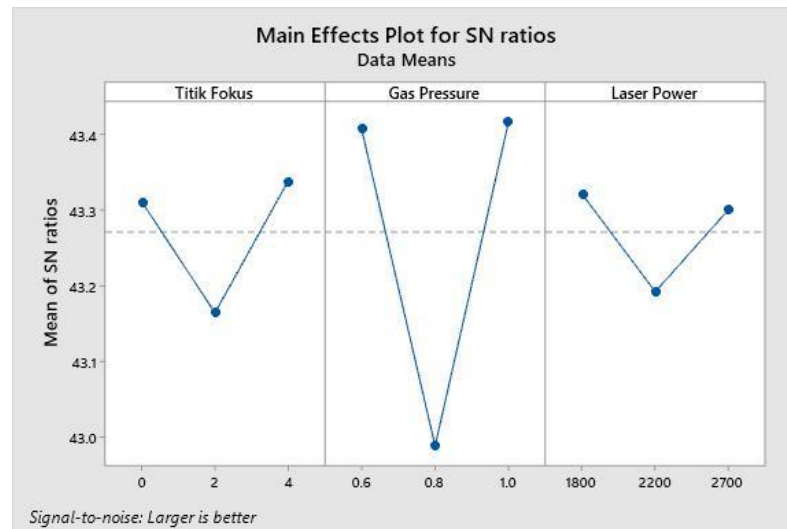
$$= 43,30$$

**Tabel 8.** Parameter Optimal Laju Pemotongan

	TF	GS	LP
1	43,31	43,41	43,32
2	43,16	42,99	43,19
3	43,34	43,42	43,30
Delta	0,17	0,43	0,13
Rank	2	1	3

Semakin besar nilai hasil rata-rata S/N rasio, semakin besar pula kontribusinya terhadap laju pemotongan. Seperti pada Tabel 8. Titik Fokus optimum pada level 3 dengan nilai 4 mm, Tekanan *gas cutting* (*Gas Pressure*) optimum pada level 3 dengan nilai 1 bar, dan *Laser Power* optimum pada level 1 dengan nilai 1800 W. Pada respon Laju Pemotongan parameter yang signifikan adalah Tekanan gas cutting (*Gas Pressure*). Berikut Gambar 3. grafik level faktor respon Laju Pemotongan .





Gambar 3. Grafik level parameter optimasi laju pemotongan

#### 4. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian, pengambilan data, dan analisa data menggunakan metode taghuchi, dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil analisa, didapatkan kombinasi parameter yang paling optimal pada mesin laser *tube cutting* terhadap respon laju pemotongan yaitu dengan kombinasi parameter Titik Fokus Pada level 3 sebesar 4 mm, *Gas Pressure* pada level 3 sebesar 1 bar, dan parameter *Laser Power* pada level 1 sebesar 1800 W.
2. Berdasarkan perhitungan ANOVA terhadap respon laju pemotongan dapat disimpulkan bahwa parameter yang memiliki persentase kontribusi yang paling besar yaitu *Gas Pressure* dengan persentase sebesar 27,75 %, sedangkan parameter Titik Fokus memiliki persentase kontribusi sebesar 4%, dan parameter *Laser Power* memiliki persentase kontribusi sebesar 2,21%.

#### Ucapan Terima Kasih

Pada penelitian ini tidak lepas dari kontribusi berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat PPNS, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Prodi Teknik Desain dan Manufaktur, Laboratorium CNC, dan PT.X yang memberikan study kasus serta ketersediaan jasa laser *tube cutting* sebagai pemotongan material.

#### Daftar Pustaka

- Al Sakina, A., Bachtiar, B., & Rachman, F. (2018, December). Optimasi Setting Parameter Mesin Plasma Cutting terhadap Kekasaran Permukaan dan Lebar Pemotongan pada Aluminium 5083 Menggunakan Metode Taguchi. In *Proceedings Conference On Design Manufacture Engineering And Its Application* (Vol. 2, No. 1, pp. 177-182).
- Akhyar, G., Che Haron, C.H., Ghani, J.A., 2008, Application of Taguchi Method in Optimization of Turning Parameter for Surface Roughness, *International Journal of Science Engineering and Technology*, Vol. 1, No. 3, pp 60-66
- Dewinata, Sidi, P., & Rustini, I. (2017). *Optimasi Parameter Mesin Laser Cutting terhadap Kekasaran dan Laju Pemotongan pada Aluminium 5083 Menggunakan Desain Eksperimen Taguchi Grey Analysis Method*. In *Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and its Application* (Vol. 1, No. 1, pp. 330-335).
- Rakasita, R., Karuniawan, B. W., & Juniani, A. I. (2016). *Optimasi Parameter Mesin Laser Cutting Terhadap Kekasaran dan Laju Pemotongan pada SUS 316L menggunakan Taguchi Grey Relational Analysis Method*
- Rachman, F., Setiawan, T. A., Karuniawan, B. W., & Maya, R. A. (2019). Penerapan Metode Taguchi Dalam Optimasi Parameter Pada Proses Electrical Discharge Machining (EDM). *Jurnal Statistika*, 7-12.
- Rachman, F., Karuniawan, B. W., Setiawan, T. A., & Nurkholies, P. (2020). Penerapan Metode Taguchi untuk Optimasi Setting Parameter CNC Milling Terhadap Kekasaran Permukaan Material. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur*, 49 60.
- Soejanto, I. (2009). **Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi**. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Triana, N. E., & Amrina, U. (2019). Menghitung Efektivitas Mesin Laser Cutting Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness. *Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri*, 13(2), 212-222.

- N. Lusi, D. Ridlo Pamuji, A. Fiveriati, A. Afandi, and G.Sandy Prayogo, "Application of Taguchi and Grey Relational Analysis for Parametric Optimization of End Milling Process of ASSAB-XW 42,"2020.
- Oktatian, E., Rosyidi, C. N., & Pujiyanto, E. (2021). Optimization of CNC CO2 Laser Cutting Process Parameters on Acrylic Cutting Using Taguchi Grey Relational Analysis and Response Surface Methodology.