

## ANALISA HASIL PENGUJIAN ENGRAVING DENGAN METODE LASER ENGRAVING DAN SHADE LASER ENGRAVING PADA OBYEK MATERIAL KULIT MENGGUNAKAN DOBOT MAGICIAN

Feri Siswoyo Hadisantoso<sup>1</sup>, Valdey Rainzagi<sup>2</sup>, Adolf Asih Supriyanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Listrik, Politeknik Enjinering Indorama

<sup>2</sup>Teknologi Rekayasa Mekatronika, Politeknik Enjinering Indorama

e-mail: feri.siswoyo.h@pei.ac.id

### Abstract

*Robot Manipulator/Robot Lengan telah mengalami banyak perkembangan serta muncul inovasi-inovasi baru, salah satunya yaitu Dobot Magician yang merupakan lengan robot multifungsi yang didesain memiliki beberapa fungsi dalam satu lengan robot. Laser Engraving merupakan satu dari beberapa fungsi yang dimiliki oleh Dobot Magician, yang berfungsi untuk mengikis atau membuang bagian-bagian permukaan material sehingga tulisan, gambar atau foto dapat tampak pada permukaan material yang di-engraving menggunakan sinar laser. Dalam Dobot Magician Laser Engraving terdapat dua metode penggunaan proses laser yaitu metode Laser Engraving dan metode Shade Laser Engraving. Dalam penelitian ini menggunakan objek kulit sintesis. Parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu pengujian jarak laser, kecepatan gerak laser, serta daya laser. Hasil dari penelitian ini diketahui bahwa parameter idela baik menggunakan Dobot Magician Laser Engraving maupun Shade Laser Engraving diperoleh hasil masing-masing untuk parameter jarak laser, kecepatan gerak laser dan daya laser berturut-turut adalah 10 mm, 100 mm/menit dan 90 mW.*

**Kata kunci :** Dobot Magician, Laser Engraving, Shade Laser Engraving, Jarak Laser, Daya Laser, Kecepatan Gerak Laser

### Abstract

*The Robot Manipulator/Robot Arm has undergone many developments and new innovations have emerged, one of which is the Dobot Magician which is a multifunctional robotic arm designed to have several functions in one robotic arm. Laser Engraving is one of several functions owned by Dobot Magician, which serves to scrape or remove parts of the surface of the material so that writing, images or photos can be seen on the surface of the material that is engraved using laser light. In Dobot Magician Laser Engraving, there are two methods of using the laser process, namely the Laser Engraving method and the Shade Laser Engraving method. In this study using synthetic leather objects. The parameters used in this research are laser distance testing, laser movement speed, and laser power. The results of this study indicate that the ideal parameters using both Dobot Magician Laser Engraving and Shade Laser Engraving are obtained for the parameters of laser distance, laser speed and laser power, respectively, are 10 mm, 100 mm/min and 90 mW.*

**Keyword :** Dobot Magician, Laser Engraving, Shade Laser Engraving, Laser Distance, Laser Power, Laser Motion Speed

Makalah dikirim 4 Februari 2023; Revisi 24 Maret 2023; Diterima 4 April 2023

## 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, robot telah banyak digunakan dalam berbagai bidang. Saat ini peran robot dalam dunia industri maupun kehidupan sehari-hari semakin meningkat. Hampir tidak ada sektor industri teknologi tinggi yang tidak dibantu oleh robot dikarenakan dengan menggunakan robot dapat membantu meningkatkan kinerja produksi. Dalam kehidupan sehari-hari, berbagai bentuk robot diciptakan untuk membantu atau memudahkan aktivitas manusia. Robot tidak hanya hadir pada lingkungan industri saja, tetapi robot saat ini juga hadir sebagai penunjang pembelajaran pada dunia pendidikan guna memperdalam mengenai Ilmu Robotika. Robot yang dimaksudkan yakni Dobot Magician atau biasanya disebut dengan robot lengan cerdas.

Dobot Magician merupakan robot lengan desktop multifungsi yang dirancang untuk membantu praktik pendidikan robotika. Robot ini hadir sebagai media untuk belajar lengan robot seperti di industri, tetapi dengan sistem kerja yang tentunya lebih sederhana dan memiliki ukuran mini. Robot ini dapat bekerja terus menerus dengan akurasi gerakan tinggi. Robot ini dapat diprogram untuk mengikuti instruksi. Ada berbagai kemampuan yang dimiliki oleh robot lengan ini, mulai dari bergerak sesuai dengan koordinat yang diinginkan, mengambil objek, menulis, menggambar, dan bahkan mencetak objek 3 dimensi (3D Printing) serta proses *Laser Engraving*.

Saat ini penggunaan *Laser Engraving* banyak digunakan dalam industri kreatif, namun penggunaan *Laser Engraving* menggunakan Dobot Studio masih jarang, dikarenakan harga yang cukup mahal, serta penggunaan alat laser yang masih awam. Dari alasan tersebut diputuskan membuat penelitian dengan judul "Analisis Hasil Pengujian *Laser Engraving* dan *Shade Laser Engraving* Menggunakan Dobot Magician".

## 2. METODE PENELITIAN

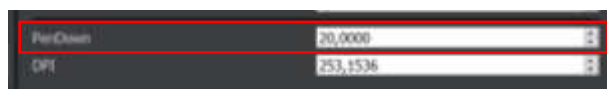
Dalam penelitian ini proses pengujian menggunakan Dobot Magician *Laser Engraving* serta *software Dobot Studio*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja system Dobot Magician serta perbedaan hasil antara *Laser Engraving* dan *Shade Laser Engraving* dengan parameter pengujian jarak laser, kecepatan gerak laser, dan daya laser.

### 2.1 Parameter Jarak Laser

Parameter jarak laser (*PenDown*) bisa disetting dengan menggerakkan lengan robot Z axis (Gambar 1) atau dengan mengatur pada *software Dobot Studio* (Gambar 2) dengan mengatur jarak ketinggian minimal 10 cm sampai dengan 50 cm.



Gambar 1. Parameter Pengujian Jarak Laser.



Gambar 2. Pengaturan Jarak Laser Pada Software Dobot Studio.

## 2.2 Parameter Kecepatan Gerak Laser

Parameter kecepatan gerak laser yang digunakan dalam pengujian Dobot Magician *Laser Engraving* dapat diseting pada aplikasi *Dobot Studio* (Gambar 3) dengan menentukan nilai Speed dari 10 mm/menit sampai 150 mm/menit untuk kecepatan putaran aktuator sumbu X dan Sumbu Y.



Gambar 3. Pengaturan Kecepatan Gerak Laser Pada Software Dobot Studio.

## 2.3 Parameter Daya Laser

Parameter daya laser yang digunakan dalam pengujian Dobot Magician *Laser Engraving* dapat diseting pada aplikasi *Dobot Studio* (Gambar 4) dengan menentukan nilai daya Min 10 mW sampai Max 100 mW.



Gambar 4. Pengaturan Daya Laser Pada Software Dobot Studio.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengujian Perbedaan Laser Engraving dan Shade Laser Engraving

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara *Laser Engraving* and *Shade Laser Engraving*.

#### 3.1.1 Pengujian Laser Engraving

Pengujian *Laser Engraving* dilakukan dengan menggunakan software Dobot Studio pada fitur *Write and Draw* (Gambar 5). Pada proses pengujian ini menggunakan gambar dengan format jpg (Gambar 6).



Gambar 5. Fitur Write and Draw.



Gambar 6. Pengujian Laser Engraving.

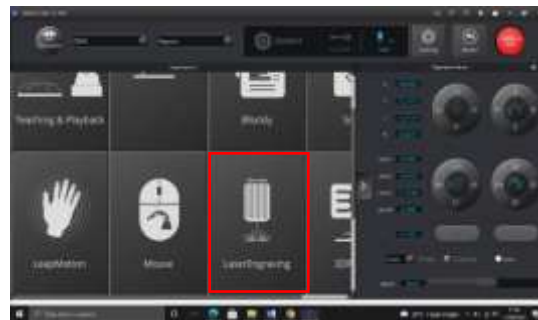
Adapun Hasil Pengujian Laser Engraving Menggunakan Fitur Laser Engraving dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

*Tabel 1. Pengujian Laser Engraving.*

No	Input	Jarak Laser (cm)	Kecepatan Gerak Laser (mm/min)	Output
1	Gambar Ukuran 3 x 9 cm	30	20	

### 3.1.2 Pengujian Shade Laser Engraving

Pengujian *Shade Laser Engraving* dilakukan dengan menggunakan *software* Dobot Studio pada fitur *Laser Engraving* (Gambar 7). Pada pengujian ini menggunakan gambar dengan format jpg (Gambar 8).





*Gambar 7. Fitur Shade Laser Engraving.*



*Gambar 8. Pengujian Shade Laser Engraving.*

Adapun Hasil Pengujian Shade Laser Engraving Menggunakan Fitur Laser Engraving dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

*Tabel 2. Pengujian Shade Laser Engraving.*







No	Input	Jarak Laser (cm)	Kecepatan Gerak Laser (mm/min)	Daya Laser	Output
1		30	20	90	

### 3.2 Pengujian dan Analisis Dobot Magician Laser Engraving Menggunakan Fitur Write and Draw Software Dobot Studio

#### 3.2.1 Pengujian dan Analisis Jarak Laser Engraving

Pada pengujian ini menggunakan parameter jarak laser terhadap benda kerja agar menghasilkan garis *laser engraving* yang baik dengan menentukan nilai parameter jarak ideal laser terhadap benda kerja. Pengujian ini menggunakan gambar dengan format png ukuran 30 x 30 mm, dengan menggunakan fitur *Write and Draw* pada *software* Dobot Studio. Pengujian dilakukan dengan variasi jarak laser yang berbeda, seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Jarak Laser Engraving.

No	Input	Jarak Laser (cm)	Kecepatan Gerak Laser (mm/min)	Output	Keterangan
1		10	20		Garis yang dihasilkan cukup tebal
2		30	20		Garis yang dihasilkan terlalu tebal
3		50	20		Garis yang dihasilkan sangat tebal

#### 3.2.2 Pengujian dan Analisis Kecepatan Gerak Laser Engraving

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kecepatan gerak laser terhadap benda kerja agar menghasilkan garis engraving yang baik dengan menentukan nilai parameter kecepatan gerak ideal laser terhadap benda kerja. Pada pengujian ini menggunakan gambar dengan format jpg ukuran 40 x 40 mm dengan menggunakan fitur *Write and Draw* pada *software* Dobot Studio. Pengujian dilakukan dengan variasi jarak laser yang berbeda, seperti pada Tabel 4.

#### 3.2.3 Pengujian dan Analisis Kecepatan Gerak Laser Engraving

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keselarasan hasil akhir dari proses *Laser Engraving* dan membandingkan ukuran actual dengan masukan pada *software* Dobot Studio. Pada pengujian ini menggunakan bentuk persegi dan lingkaran yang terdapat pada *Shape* di fitur *Write and Draw*. Pengujian dilakukan dengan variasi bentuk dan ukuran gambar yang berbeda, seperti pada Tabel 5 dan Tabel 6.




Tabel 4. Pengujian Jarak Laser.

No	Input	Jarak Laser (cm)	Kecepatan Gerak Laser (mm/min)	Output	Keterangan
1		10	50		Garis yang dihasilkan terlalu tebal
2		10	100		Garis yang dihasilkan cukup tebal
3		10	150		Garis yang dihasilkan terlalu tipis

Tabel 5. Pengujian Akurasi Dengan Bentuk Persegi.

No	Input	Jarak Laser (cm)	Kecepatan Gerak Laser (mm/min)	Output	Keterangan
1	Persegi Ukuran 10 x 10 mm	10	20		Hasil ukur 10 x 10 mm
2	Persegi Ukuran 20 x 20 mm	10	20		Hasil ukur 20 x 20 mm
3	Persegi Ukuran 30 x 30 mm	10	20		Hasil ukur 30 x 30 mm

Tabel 6. Pengujian Akurasi Dengan Bentuk Lingkaran.

No	Input	Jarak Laser (cm)	Kecepatan Gerak Laser (mm/min)	Output	Keterangan
1	Lingkaran Ukuran 10 x 10 mm	10	20		Hasil ukur diameter 10 mm
2	Lingkaran Ukuran 20 x 20 mm	10	20		Hasil ukur diameter 20 mm
3	Lingkaran Ukuran 30 x 30 mm	10	20		Hasil ukur diameter 30 mm

### 3.3 Pengujian dan Analisis Dobot Magician Shade Laser Engraving Menggunakan Fitur Laser Engraving pada Software Dobot Studio

#### 3.3.1 Pengujian dan Analisis Daya Laser Shade Laser Engraving

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh daya laser terhadap benda kerja agar menghasilkan garis engraving yang baik dengan menentukan nilai parameter daya ideal laser terhadap benda kerja. Pada pengujian ini menggunakan gambar dengan format jpg (Gambar 9), dengan menggunakan fitur *Laser Engraving* pada *software* Dobot Studio.



Gambar 9. Pengujian Daya Laser Shade Laser Engraving.

Pengujian dilakukan dengan variasi jarak laser yang berbeda, seperti pada Tabel 7.

#### 3.3.2 Pengujian dan Analisis Jarak Laser Shade Laser Engraving

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh jarak laser terhadap benda kerja agar menghasilkan garis engraving yang baik dengan menentukan nilai parameter jarak ideal laser terhadap benda kerja. Pada pengujian ini menggunakan gambar dengan format jpg (Gambar 10), dengan menggunakan fitur *Laser Engraving* pada *software* Dobot Studio.



Tabel 7. Pengujian Daya Laser Shade Laser Engraving.




No	Input	Jarak Laser (cm)	Kecepatan Gerak Laser (mm/min)	Daya Laser (mW)	Output	Keterangan
1	Gambar Ukuran 40 x 15 mm	10	100	30		Garis yang dihasilkan tipis dan tidak rapi
2	Gambar Ukuran 40 x 15 mm	10	100	60		Garis yang dihasilkan cukup tebal dan kurang rapi
3	Gambar Ukuran 40 x 15 mm	10	100	90		Garis yang dihasilkan tebal dan rapi



Gambar 10. Pengujian Jarak Laser Shade Laser Engraving.

Pengujian dilakukan dengan variasi jarak laser yang berbeda, seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengujian Jarak Laser Fitur Shade Laser Engraving

No	Input	Jarak Laser (cm)	Kecepatan Gerak Laser (mm/min)	Daya Laser (mW)	Output	Keterangan
1	Gambar Ukuran 40 x 15 mm	10	100	90		Garis yang dihasilkan tebal dan rapi
2	Gambar Ukuran 40 x 15 mm	30	100	90		Garis yang dihasilkan cukup tebal dan kurang rapi
3	Gambar Ukuran 40 x 15 mm	50	100	90		Garis yang dihasilkan tipis dan tidak rapi



### 3.3.3 Pengujian dan Analisis Kecepatan Gerak Laser Shade Laser Engraving

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kecepatan gerak laser terhadap benda kerja agar menghasilkan garis engraving yang baik dengan menentukan nilai parameter kecepatan gerak ideal laser terhadap benda kerja. Pada pengujian ini menggunakan gambar dengan format jpg (Gambar 11), dengan menggunakan fitur *Laser Engraving* pada *software* Dobot Studio.



Gambar 11. Pengujian Kecepatan Gerak Laser Fitur Shade Laser Engraving.

Pengujian dilakukan dengan variasi jarak laser yang berbeda, seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengujian Kecepatan Gerak Laser Fitur Shade Laser Engraving.

No	Input	Jarak Laser (cm)	Kecepatan Gerak Laser (mm/min)	Daya Laser (mW)	Output	Keterangan
1	Gambar Ukuran 40 x 15 mm	10	50	90		Garis yang dihasilkan terlalu tebal dan kurang rapi
2	Gambar Ukuran 40 x 15 mm	10	100	90		Garis yang dihasilkan cukup tebal dan rapi
3	Gambar Ukuran 40 x 15 mm	10	150	90		Garis yang dihasilkan cukup tebal dan tidak rapi

### 3.3.4 Pengujian dan Analisis Resolusi Gambar Shade Laser Engraving

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh resolusi gambar terhadap hasil laser pada benda kerja agar menghasilkan garis engraving yang baik dengan menentukan nilai resolusi gambar yang baik terhadap benda kerja. Pada pengujian ini menggunakan gambar dengan format jpg (Gambar 12), dengan menggunakan fitur *Laser Engraving* pada *software* Dobot Studio.



Gambar 12. Pengujian Resolusi Gambar Shade Laser Engraving.

Pengujian dilakukan dengan variasi resolusi gambar yang berbeda, seperti pada Tabel 10.




Tabel 10. Pengujian Resolusi Gambar Fitur Shade Laser Engraving.

No	Input	Jarak Laser (cm)	Kecepatan Gerak Laser (mm/min)	Daya Laser (mW)	Output	Keterangan
1	Resolusi Gambar 72 dpi	10	100	90		Garis yang dihasilkan tebal dan tidak rapi
2	Resolusi Gambar 300 dpi	10	100	90		Garis yang dihasilkan tebal dan kurang rapi
3	Resolusi Gambar 1200 dpi	10	100	90		Garis yang dihasilkan tebal dan rapi

### 3.3.5 Pengujian dan Analisis Desain Shade Laser Engraving

Pada pengujian ini dilakukan analisis untuk mengetahui hasil desain gambar yang optimal dengan menggunakan fitur *Laser Engraving Dobot Studio* dengan ukuran gambar 9 x 3 cm, seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengujian Desain Shade Laser Engraving.

No	Input	Output	Keterangan
1			Logo tidak jelas. Kerapatan tulisan yang dihasilkan terlalu rapat
2			Logo kurang jelas. Kerapatan tulisan yang dihasilkan masih rapat
3			Logo cukup jelas. Kerapatan tulisan yang dihasilkan cukup baik

### 3.4 Analisis Hasil Pengujian

Dari data hasil pengujian Dobot Magician *Laser Engraving* di atas dengan menggunakan parameter yang telah ditentukan yaitu jarak laser, daya laser dan kecepatan gerak laser guna memperoleh nilai parameter yang tepat untuk proses *Laser Engraving* dan *Shade Laser Engraving* menggunakan material kulit sintetis.

1. Pengujian jarak laser dilakukan dengan mengatur *PenDown* pada *software* Dobot Studio yaitu dengan variasi jarak 10 cm, 30 cm dan 50 cm bertujuan untuk mencari jarak ideal, dengan melihat kestabilan hasil dan membandingkan data pengujian, diperoleh jarak ideal 10 mm. Karena semakin pendek jarak laser dengan benda kerja maka sinar laser akan semakin mengecil atau focus, sehingga garis yang dihasilkan menjadi tipis dan rapih. Sebaliknya apabila semakin tinggi jarak laser dengan benda kerja maka sinar laser yang dihasilkan akan semakin besar pula, sehingga garis yang dihasilkan besar.
2. Pengujian kecepatan gerak laser dilakukan dengan mengatur *Velocity & Acceleration* pada *software* Dobot Studio yaitu dengan variasi kecepatan 50 mm/m, 100 mm/m dan 150 mm/m bertujuan untuk mencari kecepatan ideal, dengan melihat kestabilan hasil dan membandingkan data pengujian, diperoleh kecepatan ideal 100 mm/m. Karena ketika diberi kecepatan lambat maka garis yang dihasilkan akan menjadi tebal. Begitu juga apabila diberikan kecepatan yang tinggi garis yang dihasilkan cenderung tidak stabil dan tipis. Maka untuk kecepatan ideal yaitu pada kecepatan sedang.
3. Pengujian daya laser ini dilakukan dengan mengatur *Laser Power Range* pada fitur *Laser Engraving* *software* Dobot Studio yaitu dengan variasi daya 30 mW, 60 mW dan 90 mW bertujuan untuk mencari daya ideal, dengan melihat kestabilan hasil dan membandingkan data pengujian, diperoleh daya ideal untuk bahan kulit sintetis 90 mW. Karena ketika diberikan daya kecil maka daya kikis pada benda kerja hanya sedikit serta objek yang di laser tidak rapi. Pengaturan daya hanya dapat dilakukan pada fitur *Laser Engraving* dan tidak dapat dilakukan pada fitur *Write and Draw* *software* Dobot Studio.
4. Pengujian akurasi dilakukan dengan mengatur ukuran objek yang akan dilakukan proses laser pada benda kerja. Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan ukuran actual dengan nilai ukuran pada *software* Dobot Studio. Diperoleh hasil laser dengan baik dan akurat atau sesuai dengan input.
5. Pengujian rasio gambar dilakukan dengan melakukan proses pengujian laser engraving dengan rasio atau dpi gambar yang berbeda-beda yaitu 72 dpi, 300 dpi, dan 1200 dpi, yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil laser serta rasio ideal. Diperoleh hasil proses laser ideal yaitu pada 1200 dpi, karena semakin tinggi rasio atau dpi suatu gambar maka akan semakin jernih gambar yang dihasilkan serta hasil laser semakin rapi.
6. Pengujian desain dilakukan untuk mencari bentuk desain yang baik dan ideal. Dengan dilakukan tiga kali pengujian desain. Pembuatan desain dilakukan pada aplikasi Adobe Photoshop.
  - Pengujian pertama yaitu dengan membuat desain ukuran 9 x 3 cm dengan logo Politeknik Enjinering Indorama ukuran 1,7 x 1,7 cm dan kalimat "Politeknik Enjinering Indorama; Pendidikan Berstandar Industri" tanpa spasi pada setiap hurupnya, serta ukuran dari hurup sebesar 10 pt. Dari hasil proses engraving tersebut logo terlalu kecil, hurup terlalu kecil serta kerapatan setiap hurup sangat rapat sehingga tulisan tidak dapat terbaca dengan jelas.
  - Pengujian kedua yaitu dengan membuat desain ulang dengan ukuran desain ukuran 9 x 3 cm, logo Politeknik Enjinering Indorama ukuran 2,1 x 2,1 cm dengan kalimat "Politeknik Enjinering Indorama" tanpa spasi pada setiap hurupnya, serta ukuran hurupnya sebesar 15 pt. Dari hasil proses engraving tersebut logo masih belum jelas, kerapatan dari setiap hurupnya masih rapat namun tulisan sudah dapat terbaca cukup jelas.
  - Pengujian ketiga yaitu dengan membuat desain ulang perbaikan dari pengujian kedua dengan ukuran 9 x 3 cm logo Politeknik Enjinering Indorama ukuran 2,3 x 2,3 cm dan kalimat "Politeknik Enjinering Indorama", untuk ukuran hurup yaitu 17 pt, serta pada setiap hurupnya diberikan spasi agar tidak terlalu rapat pada saat proses engraving. Dari hasil pengujian desain ketiga ini logo yang dihasilkan cukup jelas, kerapatan hurup cukup jauh serta tulisan dapat terbaca dengan jelas.

### 3.5 Standar Parameter Dobot Magician Laser Engraving

Dari hasil pengujian Dobot Magician *Laser Engraving* dengan menggunakan parameter jarak laser, kecepatan gerak laser dan daya laser, dapat disimpulkan nilai parameter ideal serta

dapat dijadikan standar parameter proses *Laser Engraving*, yaitu seperti pada Tabel 12. di bawah ini.

Tabel 12. Nilai Standar Parameter.

Material	Jarak Laser (mm)	Kecepatan Gerak Laser (mm/min)	Daya Laser (mW)
Kulit Sintetis	10	100	90

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, *Laser Engraving* dan *Shade Laser Engraving* merupakan salah satu fitur yang terdapat pada Dobot Magician yang digunakan untuk kegiatan laser atau mengikis permukaan objek benda menggunakan sinar laser diode dengan daya laser sebesar 500 mW dengan sistem kontrol menggunakan *software* Dobot Studio. Karena kekuatan daya laser sebesar 500 mW maka hanya bisa dipergunakan untuk proses laser pada benda berbahan non-metal saja, seperti kulit sintetis. Penggunaan *Laser Engraving* banyak digunakan dalam industri kreatif seperti pembuatan aksesoris, souvenir dan lain lain.

Dari penelitian ini diketahui beberapa perbedaan antara Dobot Magician *Laser Engraving* dan *Shade Laser Engraving*, diantaranya sebagai berikut.

- Proses kontrol program *Laser Engraving* menggunakan fitur *Write and Draw* pada *software* Dobot Studio. Dalam proses laser mengikis hanya bagian pinggir desain objek gambar. Gerakan pada proses pengikisan dilakukan secara horizontal dan acak.
  - Proses kontrol program *Shade Laser Engraving* menggunakan fitur *Laser Engraving* pada *software* Dobot Studio. Dalam proses laser mengikis seluruh permukaan desain objek gambar. Gerakan pada proses pengikisan dilakukan secara horizontal dari atas ke bawah.
- Dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan parameter jarak laser, kecepatan gerak laser, dan daya laser yang dikontrol melalui *software* Dobot Studio maka dapat diketahui bahwa.
1. Semakin jauh jarak laser terhadap objek benda maka sinar laser akan semakin besar serta garis yang dihasilkan akan semakin tebal. Sebaliknya, semakin dekat jarak laser terhadap objek benda maka sinar laser akan semakin kecil (fokus) serta garis yang dihasilkan akan semakin tipis.
  2. Semakin cepat gerakan laser maka garis yang dihasilkan akan semakin tipis. Sebaliknya semakin lambat gerakan laser maka garis yang dihasilkan akan semakin tebal.

Semakin besar daya laser yang diberikan maka ketebalan garis yang dihasilkan akan semakin tebal. Sebaliknya, semakin kecil daya laser yang diberikan maka ketebalan garis akan semakin menipis.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dobot.cc. 2021. Dobot Magician *Specifications*. <https://www.dobot.cc/dobot-magician/specification.html> diakses pada 12 Juli 2021.
- [2] Fauzi, Harist. 2018. *Rancang Bangun Prototipe Mesin Graving Laser Berbasis Mikro-kontroler Arduino*. President University.
- [3] Fransiscus, Hanky dkk. 2017. *Penentuan Parameter Embossing Kulit Sintetis PVC Dengan Menggunakan High Frequency Welding Shenzhen Hipower*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 5 No. 2.
- [4] Islam, Rasedul dkk. 2019. *Cartesian Trajectory Based Control of Dobot Robot*. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Toronto, Canada.
- [5] Lasergrbl.com. 2019. *What Is Laser GRBL*. <http://lasergrbl.com/> diakses pada 12 Juli 2021.
- [6] Marcella, Stefani Angela. 2019. *Perancangan Produk Aksesoris Berbahan Batik dan Kulit Sintetis*. Universitas Kristen Petra.
- [7] Prayogo, Davy. Nely Ana Mufarida. dan Kosjoko. 2019. *Pengaruh Kecepatan Dan Daya Mesin Laser Graving Portable Berbasis Micro-Controller Arduino Terhadap Hasil Graving Bahan Kulit Sapi Pada Industri Kerajinan Kulit Ma'Wa Leather Craft Jember*. Universitas Muhammadiyah Jember.

- 
- [8] Sutisna, Nanang Ali., dan Harist Fauzi. 2018. *Rancang Bangun Prototipe Mesin Graving Laser Berbasis Mikro-Kontroller Arduino*. Industrial System, Vol. 3, No. 2.
- [9] Teknikelektronika.com. 2019. *Laser dioda*. <https://teknikelektronika.com/pengertian-dioda-laser-aplikasi-simbol-laser-diode/> diakses pada 14 Juli 2021.