

PENGARUH PARAMETER PROSES TERHADAP DIMENSI CASING GEAR DENGAN PRODUKSI MENGGUNAKAN TEKNOLOGI 3D PRINTER DLP (*DIGITAL LIGHT PROCESS*)

A Zamheri¹, D Seprianto², A Anwar Sani³✉, Nanda Y Mahendra⁴✉

^{1, 2, 3, 4}Prodi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya, Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar, Palembang, Sumatera Selatan

✉ e-mail: almadora@polsri.ac.id, nandany23@gmail.com

Abstract

DLP (Digital Light Process) 3D Printer Technology is a 3 dimensional printing machine made from resin with a lighting system using a light projector with a layer-by-layer printing process. In this research, the writer will make an object, which is one of the machining components, namely the gearbox casing. In this study the authors will analyze the effect of process parameters (exposure time, off time, and their interaction) on the dimensions of the printout and get the most optimal parameters to be applied to components or printing objects. In conducting testing, the measurement of the tester's dimensions uses the Krisbow KW06-422 calipers. Then the measurement data is processed by the Anova method with the help of software design expert version 10. After the research process obtained the results that the most influential parameters are the interaction factor between exposure time parameters and off time parameters on the dimensions of the printed objects, and the most optimal combination of parameters is found in the exposure time parameters 10 second and off time 1 second with a level of precision of 95%.

Keywords: *DLP, Exposure Time, Off Time, Anova Blank.*

Abstrak

Teknologi 3D Printer DLP (Digital Light Process) adalah mesin pencetak 3 dimensi yang berbahan resin dengan system penyorotan menggunakan proyektor cahaya dengan proses pencetakan lapis demi lapis. Pada penelitian ini penulis akan membuat objek yaitu salah satu komponen permesinan yaitu casing gearbox. Dalam penelitian ini penulis akan menganalisa pengaruh parameter proses (exposure time, off time, dan interaksi keduanya) terhadap dimensi hasil cetak dan mendapatkan parameter paling optimal guna diaplikasikan ke komponen atau objek pencetakan. Dalam melakukan pengujian pengukuran dimensi pengujian menggunakan alat ukur jangka sorong Krisbow KW06-422. Kemudian data hasil pengukuran diolah dengan metode Anova dengan bantuan software design expert version 10. Setelah dilakukan proses penelitian didapatkanlah hasil yaitu parameter yang paling berpengaruh adalah factor interaksi antara parameter exposure time dan parameter off time terhadap dimensi pada benda yang dicetak, dan kombinasi parameter yang paling optimal terdapat pada parameter exposure time 10 second dan off time 1 second dengan tingkat ketelitian sebesar 95%.

Kata Kunci: *DLP, Exposure Time, Off Time, Anova*

Pendahuluan

Pada zaman dahulu, membuat prototipe diperlukan waktu yang lama. Dikarenakan dalam pembuatan prototype melalui beberapa tahapan dari sebuah design setelah selesai, dibuat di beberapa bengkel selanjutnya kembali ke bagian design untuk difinishing. Pembuatan dari desain hingga produksi perlu adanya tenaga kerja sehingga membutuhkan waktu untuk hasil produk selesai semakin cepat dalam memproduksi prototipe.

Banyak kekurangan dalam pembuatan prototipe tersebut maka para ilmuwan berpikir dan menemukan printer 3 dimensi. Diharapkan dengan temuan teknologi baru yaitu printer 3 dimensi dapat menutupi kekurangan yang dikeluhkan para designer. Adanya printer 3D dalam pembuatan prototipe bisa dilakukan oleh seorang disainer sampai barang jadi. Sehingga waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan semakin cepat dalam hitungan jam. [1]

Rapid Prototyping adalah teknik membentuk dan marakit sebuah produk dengan cara yang cepat dengan integrasi antara sistem CAD (*Computer Aided Design*) dan mesin dengan sistem *Rapid prototyping* (3D printing, CNC). Pembentukannya dengan menambahkan layer *by layer* sesuai irisan yang diolah dengan CAD. Definisi dari *rapid prototyping* sebagai proses pembentukan benda dari data 3D berupa layer/lapisan, sebagai kebalikan dari proses manufaktur yaitu mengurangi bagian – bagian yang tidak diperlukan. [2]

Rapid prototyping memungkinkan visualisasi suatu gambar tiga dimensi menjadi benda tiga dimensi asli yang mempunyai volume. Selain itu produk-produk *rapid prototyping* juga dapat digunakan untuk menguji suatu part tertentu. Metode RP pertama ditemukan pada tahun 1986 di California, USA yaitu dengan metode *Stereolithography*. Setelah penemuan metode tersebut berkembanglah berbagai metode lainnya yang memungkinkan pembuatan prototype dapat dilakukan secara cepat. Saat ini, pembuatan prototipe menjadi syarat tersendiri pada beberapa perusahaan dalam upaya penyempurnaan produknya. Beberapa alasan mengapa *rapid prototyping* sangat berguna dan diperlukan dalam dunia industri adalah:

- Meningkatkan efektifitas komunikasi di lingkungan industry atau dengan konsumen.
- Mengurangi kesalahan-kesalahan produksi yang mengakibatkan membengkaknya biaya produksi. Mengurangi waktu pengembangan produk.
- Meminimalisasi perubahan-perubahan mendasar.
- Memperpanjang jangka pakai produk misalnya dengan menambahkan beberapa komponen fitur atau mengurangi fitur-fitur yang tidak diperlukan dalam desain. [3]

Proses 3D *print Digital Light Processing* sangat mirip dengan *stereolithography*. Dalam teknik SLA/DLP, sebuah protipe dibuat dengan cara menembakan sinar laser ke permukaan sebuah wadah yang berisi cairan *photopolymer* (resin), Cairan ini akan langsung mengeras saat laser mengenai permukaannya. Setelah satu layer selesai dikerjakan, sebuah platform digerakkan turun beberapa milimeter, sebuah penyapu (*recoater blade*) membersihkan sisa-sisa resin di permukaan, dan layer berikutnya dikerjakan diatas layer yang telah diselesaikan. [4]

Gearbox berfungsi sebagai pemindah daya dalam beberapa unit mesin. *Gearbox* merupakan suatu komponen dari suatu mesin yang terdiri dari rumah untuk roda gigi. Komponen ini harus memiliki konstruksi yang tepat agar dapat menempatkan poros-poros roda gigi pada sumbu yang benar sehingga roda gigi dapat berputar dengan baik dengan sedikit mungkin gesekan yang terjadi. [5]

Dimensi merupakan faktor yang penting terhadap penilaian hasil dari proses manufaktur. Jika benda yang dihasilkan memiliki penyimpangan cukup jauh dari toleransi yang diharapkan maka otomatis benda tersebut tidak akan bisa digunakan. Untuk menghindari hal tersebut maka dilakukanlah penelitian ini dengan menggunakan mesin 3D printer DLP dengan harapan mendapatkan pengaruh parameter proses yang digunakan pada mesin 3D printer DLP terhadap dimensi hasil cetak dan mendapatkan parameter paling optimum yang nantinya akan digunakan untuk proses pencetakan.

Penelitian ini dilatar belakangi permasalahan yang dijelaskan diatas, maka fokus penelitian ini yaitu mencari pangaruh parameter proses, dalam hal ini yang digunakan yaitu *exposure time*, *off time*, dan interaksi keduanya dalam dimensi hasil benda cetak dan

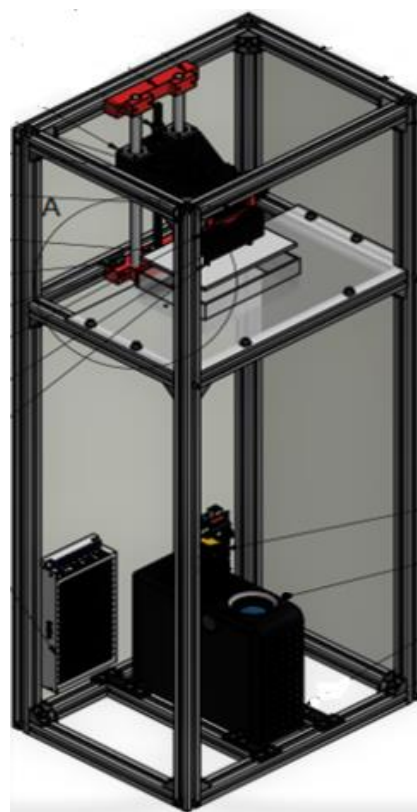
mendapatkan parameter paling optimum yang nantinya akan digunakan dalam pencetakan guna mendapatkan hasil yang presisi. Dalam pengolahan data akan menggunakan metode Anova dengan bantuan software *design expert* versi 10.

Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Pengambilan Data Penelitian dilakukan pada bulan January 2020-April 2020 dan bertempat pada Lab Mekanik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Alat dan Bahan

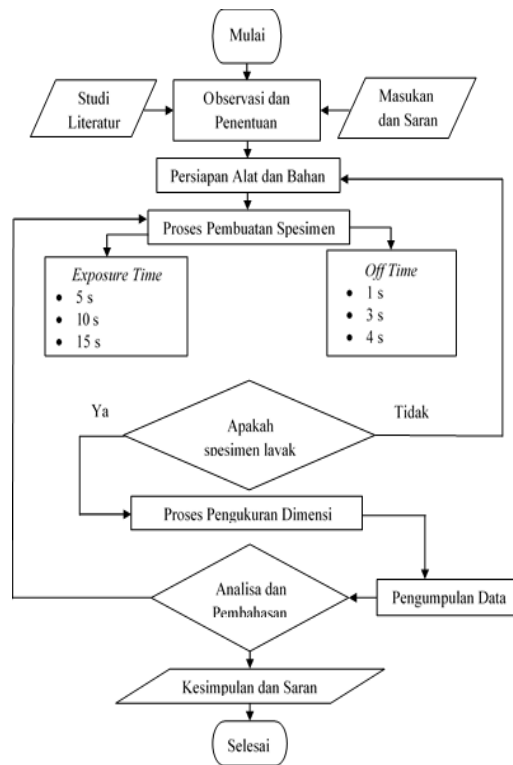
Dalam proses pengambilan data penulis akan menyiapkan mesin 3D printer DLP (*Digital Light Process*) dan specimen uji yaitu specimen D955 [6] untuk proses pengujian pengukuran dimensi. Specimen ini diperuntukkan untuk menguji dan meneliti tingkat pengaruh pada parameter dan mencari parameter yang paling optimal. Setelah didapatkan parameter yang paling optimal barulah parameter tersebut diaplikasikan untuk mencetak casing gear. Kemudian dalam hal mendesain specimen menggunakan software inventor 2017 pada laptop asus i5 64 bit. Lalu setelah didesain di software inventor lalu desain yang telah jadi tersebut di convert ke software photon workshop agar nantinya mesin 3D printer DLP dapat membacanya pada saat proses pencetakan. Bahan untuk proses pencetakan pada mesin yaitu menggunakan bahan Liquid Photopolymer Resin. Liquid Photopolymer Resin merupakan bahan resin khusus yang sensitif dengan sinar ultraviolet yang memang diperuntukkan untuk bahan pada proses pencetakan mesin 3D printer SLA/DLP/SLS. Dalam proses pengambilan data pengukuran



Gambar 1. Desain Alat 3D Printer DLP

Metode Proses Pengolahan Data

Pengolahan data memakai specimen uji sebanyak 27 dengan metode pengolahan menggunakan metode Anova untuk mencari tingkat pengaruh dari parameter pada mesin 3D printer DLP yaitu exposure time (5 second, 10 second, 15 second) dan off time (1 second, 3 second, 4 second) lalu dilanjutkan mencari parameter yang paling optimal guna diaplikasikan untuk mencetak komponen benda yaitu *casing gear*. Pada proses pengolahan data menggunakan anova disini dibantu dengan *software design expert* dengan tipe *multilevel categoric* dengan 3 replikasi. Respon atau hasil pada pengolah data yang dipakai yaitu mengikuti respon atau hasil pada dimensi yaitu panjang, lebar, dan tebal



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Pengambilan Data
 Hasil pengukuran dimensi spesimen pada
 Tabel 1, dengan tipe desain yang

digunakan adalah *multilevel categoric*
 dengan 2 faktor 3 level.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian

Std	Run	Parameter 1	Parameter 2	Hasil Pengukuran		
		ExposureTime	Off Time	Panjang	Lebar	Tebal
22	1	5	3	40,04	12,74	3,24
7	2	5	4	40,03	12,73	3,23
16	3	5	4	40,03	12,73	3,23
3	4	15	1	40,03	12,73	3,23
20	5	10	1	40,01	12,7	3,2
9	6	15	4	40,01	12,71	3,21
19	7	5	1	40,02	12,72	3,22
24	8	15	3	40,05	12,75	3,25
14	9	10	3	40,01	12,71	3,21
1	10	5	1	40,02	12,72	3,22
18	11	15	4	40,02	12,72	3,22
17	12	10	4	40,05	12,75	3,25
10	13	5	1	40,03	12,73	3,23
4	14	5	3	40,04	12,74	3,24
21	15	15	1	40,02	12,73	3,23
23	16	10	3	40,01	12,71	3,21
26	17	10	4	40,04	12,75	3,25
5	18	10	3	40,01	12,71	3,21
12	19	15	1	40,04	12,74	3,24
6	20	15	3	40,05	12,75	3,25
11	21	10	1	40	12,7	3,2
8	22	10	4	40,04	12,75	3,25
25	23	5	4	40,03	12,73	3,23
2	24	10	1	40	12,7	3,21
15	25	15	3	40,05	12,75	3,25
13	26	5	3	40,03	12,73	3,23
27	27	15	4	40,03	12,73	3,23

Anova

Analysis of Varians dengan bantuan *software design expert version 10*. Hasil

perhitungan ANOVA untuk respon Panjang, lebar, dan tinggi ditunjukkan pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

Tabel 2. *Analysis of Varians*

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	5,45E-03	8	6,82E-04	18,4	< 0.0001 significant
A-ExposurTime	1,03E-03	2	5,15E-04	13,9	0,0002
B-Off Time	9,85E-04	2	4,93E-04	13,3	0,0003
AB	3,44E-03	4	8,59E-04	23,2	< 0.0001
Pure Error	6,67E-04	18	3,70E-05		
Cor Total	6,12E-03	26			

Tabel 3. *Analysis of Varians* (Lebar)

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	6,81E-03	8	8,51E-04	38,29	< 0.0001 significant
A-ExposurTime	9,85E-04	2	4,93E-04	22,17	< 0.0001
B-Off Time	1,16E-03	2	5,82E-04	26,17	< 0.0001
AB	4,66E-03	4	1,17E-03	52,42	< 0.0001
Pure Error	4,00E-04	18	2,22E-05		
Cor Total	7,21E-03	26			

Tabel 4. *Analysis of Varians* (Tebal)

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	6,27E-03	8	7,84E-04	30,25	< 0.0001 significant
A-ExposurTime	8,30E-04	2	4,15E-04	16	0,0001
B-Off Time	9,85E-04	2	4,93E-04	19	< 0.0001
AB	4,46E-03	4	1,12E-03	43	< 0.0001
Pure Error	4,67E-04	18	2,59E-05		
Cor Total	6,74E-03	26			

Dari hasil perhitungan ANOVA dengan dibantu dengan *software design expert version 10* maka akan didapat hasil seperti pada Tabel 2, 3, dan 4 maka langkah selanjutnya adalah menghitung presentasi kontribusi masing-masing parameter yang mempengaruhi dimensi panjang, lebar, dan tebal pada spesimen uji, yaitu :

(Dimensi Panjang)

Faktor *Exposure Time*

$$= \frac{(0,00103-0,000667)}{0,006119} = 6 \%$$

Faktor *Off Time*

$$= \frac{(0,000985-0,000667)}{0,006119} = 5 \%$$

Interaksi Faktor *Exposure time* dan *Off*

$$Time = \frac{(0,003437-0,000667)}{0,006119} = 45 \%$$

(Dimensi Lebar)

Faktor *ExposureTime*

$$= \frac{(0,000985-0,0004)}{0,00721} = 8 \%$$

$$\text{Faktor } Off\ Time = \frac{(0,00116-0,0004)}{0,00721}$$

$$= 11 \%$$

Interaksi Faktor *Exposure time* dan *Off*

$$Time = \frac{(0,00466-0,0004)}{0,00721} = 59 \%$$

(Dimensi Tebal)

Faktor *Exposur Time*

$$= \frac{(0,0008296-0,0004667)}{0,006741} = 5 \%$$

Faktor *Off Time*

$$= \frac{(0,0009852-0,0004667)}{0,006741} = 8 \%$$

Interaksi Faktor *Exposure time* dan *Off Time* = $\frac{(0,004459-0,0004667)}{0,006741} = 59 \%$

Setelah menghitung presentasi kontribusi maka dapat dilihat bahwa parameter yang paling memiliki pengaruh yang terbesar yaitu interaksi antara *parameter exposure time* dan *off time* yaitu di dimensi panjang sebesar 45%, dimensi lebar sebesar 59%, dan dimensi tebal sebesar 59%.

Optimasi Desain

Hasil perhitungan dan pengolahan data didapat nilai *optimasi response* dengan bantuan *software design expert version 10*. Untuk hasil optimum dapat dilihat tabel 5 dibawah ini :

Tabel 5. Optimum Response Result

No	Exposure Time	Off Time	R1	R2	R3	Desirability	
1	10	1	40,003	12,7	3,203	96%	Selected
2	10	3	40,01	12,71	3,21	80%	
3	15	4	40,02	12,72	3,22	60%	

Dari tabel diatas maka akan didapatkan parameter yang paling optimum yaitu di *exposure time 10 second* dan *off time* sebesar *1 second* dengan hasil *response* yaitu Panjang 40,003 mm, lebar 12,7 mm, dan tebal 3,203 mm, dengan tingkat kepresisian sebesar 96%.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian menggunakan metode Anova, diambil kesimpulan : faktor yang paling berpengaruh pada dimensi hasil cetak yaitu faktor interaksi antara parameter *exposure time* dan *off time* dengan nilai presentase yaitu untuk dimensi panjang yaitu sebesar 45%, dimensi lebar sebesar 59%, dan untuk dimensi tebal sebesar 59%. Dikarenakan hasil yang didapat maka dapat disimpulkan bahwa interaksi dari pengaruh parameter proses *exposure time* dan *off time* sangat berkaitan dan berpengaruh dalam proses pencetakan benda dalam hal dimensi. Sedangkan nilai parameter yang paling optimum terdapat pada *parameter exposure time 10 second* dan *off time 1 second* dengan tingkat kepresisian sebesar 96%. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin 3D printer DLP (*Digital Light Process*) mampu mencetak benda hasil cetak yang

mempunyai dimensi dengan tingkat kepresisian yang tinggi.

Daftar Pustaka

[1] Setiawan, Dwi Cahya, "Pengaruh Arah Cetakan Melintang Dan Membujur Serta Tebal Layer 0,2 Mm Dan 0,3 Mm Terhadap Penyimpangan Produk Printer 3 Dimensi Dari Bahan Abs (Acrylonitrile Butadiene Styrene)," *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, p. 4, 2015.

[2] Andhy. Rinanto, "Perkembangan Teknologi Rapid Prototyping", *Study Literatur*, p. 1, 2017.

[3] Lubis S. dan Sutanto. D, "Pengaturan Orientasi Posisi Objek pada Proses Rapid Prototyping Menggunakan 3D Printer Terhadap Waktu Proses dan Kualitas Produk," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 16, no. 1, p. 2, 2014.

[4] Ginting, M., Sani A. A., AK. Wirda N., & Astra D, " Pengaruh Parameter Proses Rapid Prototyping dengan Teknologi Stereolithography terhadap Kekerasan Spesimen uji," *Jurnal Austenit* , vol. 2, no. 2, p. 2, 2019.

- [5] Ikhsan. Khairul, Mawardi, A. Janifar, Zaimahwati, "Rancang Bangun Alat Simulator Gearbox Untuk Pengujian Kinerja Minyak Pelumas," *Jurnal Mesin Sains Terapan*, vol. 2, no. 2, p. 1, 2018.
- [6] Annual Book of standar, D 955-00, Standard Test Method of Measuring Shrinkage from, ASTM, 2002.