

## **PENGARUH PARAMETER PEMESINAN TERHADAP KEKASARAN PRODUK PISTON 3D PRINTING FDM DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN ABS**

**Calvin Chen, Sobron Yamin Lubis, Rosehan**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Indonesia

Email: calvin.515180021@stu.untar.ac.id, sobronl@ft.untar.ac.id,

rosehan@ft.untar.ac.id

### **Abstrak**

3D printing atau manufaktur adiktif merupakan teknologi yang saat ini perkembangannya cukup pesat dan banyak diaplikasikan sebagai teknologi rapid prototyping. Filamen acrylonitrile butadiene styrene (ABS) dan merupakan salah satu jenis polimer yang sering digunakan dalam teknologi 3D printing. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rapid Prototyping FDM (Fused Deposition Modeling) mesin dengan berbagai kombinasi parameter. Pemilihan parameter untuk 3 jenis parameter, masing-masing parameter divariasikan dengan 3 variasi. Material yang digunakan adalah material ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene). Itu metode penelitian menggunakan metode Taguchi. Respon yang dihasilkan hanya kekasaran permukaan. Eksperimen menghasilkan parameter optimal: Kecepatan Cetak 60 mm/s, Suhu Pencetakan 240 ° C, Tinggi Lapisan 0.1 mm.

**Kata Kunci:** 3D Printing, Fused Deposition Modelling (FDM), Kekasaran permukaan, Optimasi parameter, ABS.

### **Abstract**

*3D printing or additive manufacturing is a technology that is currently available its development is quite rapid and is widely applied as a rapid technology prototyping. acrylonitrile butadiene styrene (ABS) filament and is one of the type of polymer that is often used in 3D printing technology. The research was conducted using a FDM (Fused Deposition Modeling) Rapid Prototyping machine with various combinations of parameters. Selection of parameters for 3 types of parameters, each parameter varied by 3 variations. The material used is ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) material. The research method uses the Taguchi method. The resulting response is only surface roughness. Experiments produce the optimum parameters: Print Speed 60 mm/s, Printing Temperature 240 °C, Layer Height 0.1 mm.*

**Keywords:** 3D Printing, Fused Deposition Modelling (FDM), Surface Roughness, Parameter optimization, ABS.

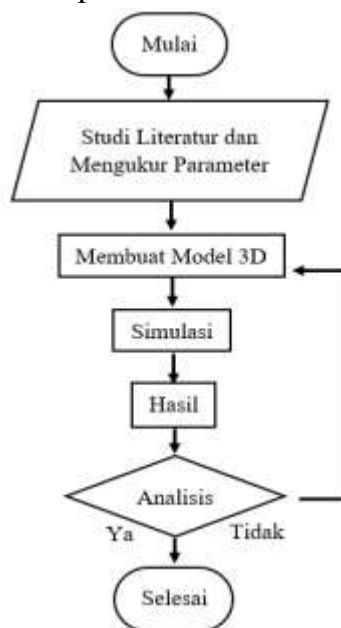
## Pendahuluan

Teknologi 3D Printing merupakan salah satu terobosan baru dalam dunia industri manufaktur. Dengan prinsip menggunakan *additive manufacturing*, mengkonversi data 3D langsung dari *Computer Aided Design (CAD)* untuk dijadikan prototipe fisik. Teknik pencetakan 3D berkerja dengan membangun lapisan demi lapisan untuk membentuk prototipe. Teknik *additive manufacturing* telah menarik banyak minat dari industri sampai kalangan akademik sebagai bahan penelitian karena dapat memberikan solusi disektor manufaktur untuk menyederhanakan produk dengan desain yang rumit sampai dengan mengurangi waktu tanpa meninggalkan kualitas cetakan. Perkembangan sistem *additive manufacturing* telah meluas dan dapat digunakan sesuai kebutuhan seperti *Fused Deposition Modelling (FDM)*.

*FDM* dalam proses ini melelehkan *filament* ketitik leleh tertentu di *nozzle extruder* yang dipanaskan dan disimpan pada sebuah *platform build*. Penggunaan sistem gerak 3-axis yang dikontrol oleh bahasa sistem *Computer Numerical Control (CNC)* digunakan untuk menggerakkan *nozzel* pada bidang XY selama pencetakan lapisan prototipe. Bidang Z bergerak sendiri untuk membuat tumpukan tebal atau irisan lapisan (*layer*) dengan siklus berulang hingga mencapai keadaan lengkap sesuai desain prototipe yang diterapkan. Teknologi *FDM* digunakan sebagai rapid prototyping atau pembuatan prototipe cepat dengan polimer sebagai *filament* material.

## Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Dengan variabel yang berbeda-beda meliputi kecepatan, *temperature print*, dan *layer height* (tinggi lapisan proses print saat *nozzle* mengeluarkan *filament*) dengan bertujuan untuk mendapatkan nilai perbandingan dari parameter kekasaran permukaan dari variasi yang digunakan. *Flowchart* penelitian dapat dilihat dibawah ini.



Pada prosedur penelitian ini, dilakukan langkah-langkah kerja sebagai berikut:

1. Menyiapkan objek penelitian yaitu piston yang akan didesain dan diukur.
2. Mengukur objek penelitian dan membuat design melalui *Software Fusion Autodesk 360* dengan mengubah ukuran asli menjadi skala 1:2 menjadi ukuran 60mm x 54mm.
3. Setelah selesai, dilakukan preview pada benda kerja untuk melihat posisi benda kerja yang akan dicetak. Proses ini dilakukan sebagai petunjuk bahwa area yang akan dicetak sudah benar.
4. Melakukan proses cetak sesuai parameter yang ditentukan:
  - a. *Printing Speed*: 60 mm/s, 70mm/s, 80mm/s
  - b. *Printing Temperature*: 240°C, 250°C, 260°C
  - c. *Layer Height* : 0.1mm, 0.2mm, 0.3mm
5. Pada tahap pertama melakukan proses pencetakan filament dengan parameter kecepatan 60mm/s dengan suhu saat proses cetak 240°C, 250°C, 260°C dan ketinggian lapisan saat cetak 0.1mm, 0.2mm, 0.3mm.
6. Pada tahap kedua melakukan proses pencetakan filament dengan parameter kecepatan 70mm/s dengan suhu saat proses cetak 240°C, 250°C, 260°C dan ketinggian lapisan saat cetak 0.1mm, 0.2mm, 0.3mm.
7. Pada tahap ketiga melakukan proses pencetakan filament dengan parameter kecepatan 80mm/s dengan suhu saat proses cetak 240°C, 250°C, 260°C dan ketinggian lapisan saat cetak 0.1mm, 0.2mm, 0.3mm.
8. Setelah semua proses pencetakan selesai berdasarkan parameter yang telah ditentukan, dimana hasil cetakan yang akan didapatkan sebanyak 9 spesimen.
9. Setelah melalui proses cetak, spesimen harus dibersihkan permukaannya dari kotoran hasil pencetakan.
10. Setelah spesimen selesai dibersihkan selanjutnya dilakukan pengukuran kekasaran permukaan menggunakan alat *Surface Roughness Tester*.
11. Melakukan pengujian kekasaran permukaan pada 9 spesimen yang telah cetak.
12. Melakukan analisa dan pengolahan data dengan menggunakan metode taguchi.
13. Membuat kesimpulan terhadap hasil penelitan yang telah dilakukan.

**Tabel 1. Parameter Pencetakan**

No	<i>Printing Speed</i> (mm/s)	<i>Printing Temperature</i> (°C)	<i>Layer Height</i> (mm)
1	60	240	0.1
2	70	250	0.2
3	80	260	0.3

**Tabel 2. Variasi Parameter Pencetakan**

Eksperimen	<i>Printing Speed</i> (mm/s)	<i>Printing Temperature</i> (°C)	<i>Layer Height</i> (mm)	Hasil Pengukuran
1	60	240	0.1	Ra1
2	60	250	0.2	Ra2
3	60	260	0.3	Ra3

## Pengaruh Parameter Pemesinan terhadap Kekasaran Produk 3D Printing FDM dengan Menggunakan Bahan ABS

4	70	240	0.2	Ra4
5	70	250	0.3	Ra5
6	70	260	0.1	Ra6
7	80	240	0.3	Ra7
8	80	250	0.1	Ra8
9	80	260	0.2	Ra9



**Gambar 1. *Filament ABS***



**Gambar 2. Mesin 3D Printing Yang Digunakan**



**Gambar 3. Proses Pengukuran Menggunakan *Surface Roughness Tester***

### **Hasil Dan Pembahasan**

Proses pencetakan 3D *Printing filament* dilakukan menggunakan beberapa variasi *printing speed, printing temperature, layer height*. *Surface Roughness Tester* alat yang digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan spesimen setelah dilakukan proses

pencetakan yang dibuat dari beberapa variasi parameter. Tujuan akhir pada penelitian ini adalah untuk mencari parameter yang terbaik pada material *filament ABS*.

**Tabel 3. Hasil Pengukuran Spesimen Bagian Atas**

Bagian Atas			
Ra1	Ra2	Ra3	Rata - rata
0,235	0,137	0,14	0,171
0,09	0,231	0,601	0,307
1,548	1,25	1,157	1,318
2,163	2,303	2,133	2,200
3,228	3,134	3,281	3,214
0,421	0,711	0,463	0,532
0,771	0,954	0,377	0,701
0,57	0,778	0,523	0,624
2,566	1,354	1,744	1,888

**Tabel 4. Hasil Pengukuran Spesimen Bagian Tepi Bawah**

Bagian Tepi Bawah			
Ra1	Ra2	Ra3	Rata - rata
6,077	6,552	6,052	6,23
8,972	8,932	8,646	8,850
9,09	8,986	8,97	9,015
9,697	9,834	9,844	9,792
9,529	9,262	9,074	9,288
6,011	6,576	6,626	6,404
6,34	6,866	6,46	6,555
9,825	9,163	9,545	9,511
9,581	9,171	9,724	9,492

**Tabel 5. Hasil Pengukuran Spesimen Bagian Tepi Atas**

Bagian Tepi Atas			
Ra1	Ra2	Ra3	Rata - rata
2,592	2,656	2,462	2,570
1,825	1,903	0,94	1,556
1,622	1,588	1,348	1,519
2,17	2,609	1,976	2,252
1,484	1,363	1,455	1,434
1,493	1,574	1,827	1,631
2,802	2,411	2,675	2,629
2,553	2,402	2,399	2,451
2,612	2,966	2,855	2,811

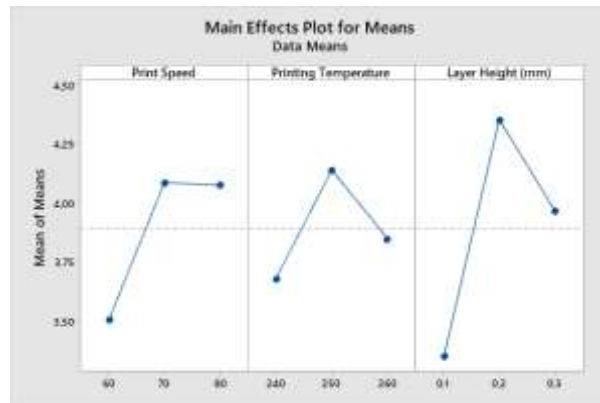
**Tabel 6. Data Hasil Pengukuran Spesimen**

Percobaan	Print Speed (mm/s)	Printing Temperature (°C)	Layer Height (mm)	Ra Rata-Rata		
				Bagian Atas	Bagian Tepi Bawah	Bagian Tepi Atas
1	60	240	0,1	0,171	6,23	2,570
2	60	250	0,2	0,307	8,850	1,556
3	60	260	0,3	1,318	9,015	1,519

Pengaruh Parameter Pemesinan terhadap Kekasaran Produk 3D Printing FDM dengan Menggunakan Bahan ABS

4	70	240	0,2	2,200	9,792	2,252
5	70	250	0,3	3,214	9,288	1,434
6	70	260	0,1	0,532	6,404	1,631
7	80	240	0,3	0,701	6,555	2,629
8	80	250	0,1	0,624	9,511	2,451
9	80	260	0,2	1,888	9,492	2,811

Perhitungan Mean Metode Taguchi dengan menggunakan aplikasi Minitab, mendapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik Mean

Tabel 7. Nilai Mean

Level	Print Speed	Printing Temperature	Layer Height
1	3,504	3,677	3,347
2	4,083	4,137	4,350
3	4,074	3,846	3,964

Menghitung Percobaan Taguchi:

1. Menghitung Nilai *Mean* Seluruh Percobaan

Berikut adalah hasil mean atau nilai tengah dari seluruh percobaan:

$$y = \frac{\sum y}{N} = \frac{0,1701+0,307+1,318+2,200+\dots+1,631+2,629+2,451+2,811}{27}$$

$$y = \frac{104,942}{27} = 3,887$$

2. Menghitung Nilai Total *Sum Of Square* yaitu mencari nilai total kuadrat

Berikut perhitungan untuk mencari *Nilai Total Sum Of Square*:

$$ST = \sum y^2 = 0,1701^2 + 0,307^2 + 1,318^2 + 2,200^2 + \dots + 2,629^2 + 2,451^2 + 2,811^2$$

$$ST = 708,756$$

3. Menghitung nilai tengah dari *Sum Of Square Due to Mean* untuk menghitung jumlah kuadrat dari nilai rata-rata:

$$S_m = n\bar{y}^2 = 27 \times 3,887^2 = 407,937$$

4. Menghitung *Sum Of Square Due to Factor* untuk menghitung nilai kuadrat dari setiap faktor:

$$SA = N_{A1} \times (A1^2) + N_{A2} \times (A2^2) + N_{A3} \times (A3^2) - S_m$$

$$= 9 \times (3,504^2) + 9 \times (4,083^2) + 9 \times (4,074^2) - 407,937$$

$$= 1,986$$

$$SB = N_{B1} \times (B1^2) + N_{B2} \times (B2^2) + N_{B3} \times (B3^2) - S_m$$

$$= 9 \times (3,677^2) + 9 \times (4,137^2) + 9 \times (3,846^2) - 407,937$$

$$= 0,888$$

$$SC = N_{C1} \times (C1^2) + N_{C2} \times (C2^2) + N_{C3} \times (C3^2) - S_m$$

$$= 9 \times (3,347^2) + 9 \times (4,350^2) + 9 \times (3,964^2) - 407,937$$

$$= 4,596$$

5. Menghitung *Sum Square Due to Error* untuk menghitung jumlah kuadrat *error*:

$$Se = ST - S_m - SA - SB - SC$$

$$= 708,756 - 407,937 - 1,986 - 0,888 - 4,596$$

$$= 293,349$$

6. Nilai *Mean Sum of Due to Error* untuk menghitung nilai rata-rata untuk *error*:

$$Mse = \frac{Se}{ve} = \frac{293,349}{27} = 10,864$$

7. Menentukan derajat kebebasan dari sumber variasi

$$V_{A/B/C} = \text{Jumlah level} - 1 = 3 - 1 = 2$$

8. Menghitung *Mean Sum Of Square Due to Factor* untuk menghitung jumlah rata-rata dari setiap faktor

$$M_{qA} = SA / V_A = 1,986 / 2 = 0,993$$

$$M_{qB} = SB / V_B = 0,888 / 2 = 0,444$$

$$M_{qC} = SC / V_C = 4,596 / 2 = 2,298$$

9. Menghitung *Pure Sum Of Square* untuk menghitung jumlah kuadrat murni dari setiap faktor:

$$SA_{Ra} = M_{qA} - V_A \times MSe = 0,993 - 2 \times 10,864 = -20,735$$

$$SB_{Ra} = M_{qB} - V_B \times MSe = 0,444 - 2 \times 10,864 = -21,284$$

$$SC_{Ra} = M_{qC} - V_C \times MSe = 2,298 - 2 \times 10,864 = -19,43$$

10. Menghitung *Percent Contribution* menghitung persen kontribusi:

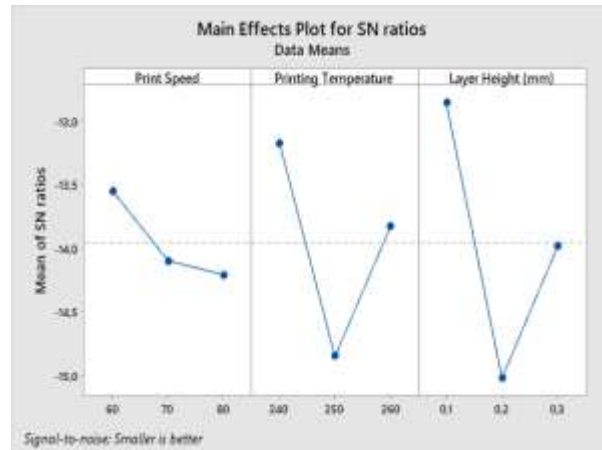
$$pA = \frac{SA}{ST} \times 100 = \frac{1,986}{7,47} \times 100 = 26,5 \%$$

$$pB = \frac{SB}{ST} \times 100 = \frac{0,888}{7,47} \times 100 = 11,8 \%$$

$$pC = \frac{SC}{ST} \times 100 = \frac{4,596}{7,47} \times 100 = 61,5 \%$$

11. Nilai *Signal To Noise Ratios (SNR) Taguchi*

Perhitungan untuk mencari *Nilai Signal To Noise Ratios* menggunakan aplikasi Minitab, mendapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Signal To Noise

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa setelah dilakukan pengolahan data, didapat parameter yang optimum dengan nilai kekasaran yang paling rendah yaitu parameter Kecepatan pencetakan 60mm/s, Suhu pencetakan 240°C, Tinggi lapisan 0.1mm.

Tabel 8. Nilai Signal To Noise Ratios Taguchi Smaller Is Better

Level	Print Speed	Printing Temperature	LayerHeight
1	-13,55	-13,17	-12,85
2	-14,10	-14,86	-15,02
3	-14,21	-13,83	-13,99

Tabel 9. Rata-Rata SNR dari Setiap Parameter Percobaan

Percobaan	Sinal To Noise Ratios	Rata-Rata
1	-11,800	-13,548
2	-14,305	
3	-14,539	
4	-15,473	-15,060
5	-15,170	
6	-11659	
7	-12,251	-14,212
8	-15,090	
9	-15,296	

## 12. Menentukan Setting Level Optimum

Dalam menentukan *Setting Level Optimum* untuk mengetahui dari grafik *Signal To Noise Ratio* yang tertera diatas, dimana didapatkan hasil sebagai berikut:

- Printing Speed* (A) : level 1: 60mm/s
- Printing Temperature* (B) : level 1: 240°C
- Layer Height* (C) : level 1: 0,1mm



### **Kesimpulan**

Berdasarkan percobaan yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa parameter terbaik dimana parameter yang menghasilkan nilai kekasaran yang cocok yaitu Kecepatan pencetakan 60mm/s, Suhu pencetakan 240°C, Tinggi lapisan 0.1mm. Hal tersebut terjadi karena data yang diolah menggunakan aplikasi Minitab, membuktikan bahwa *Nilai Signal To Noise Ratio Smaller Is Better* menunjukkan bahwa angka terkecil.

## BIBLIOGRAFI

- Luz Yolanda Toro Suarez *et al.*, “3D,” vol. 16, no. 1994, pp. 1–27, 2015, [Online]. Available: [http://eprints.ums.ac.id/37501/6/BAB II.pdf](http://eprints.ums.ac.id/37501/6/BAB%20II.pdf).
- R. M. Abarca, “Pengertian 3d,” *Nuevos Sist. Comun. e Inf.*, pp. 2013–2015, 2021.
- “mesin 3d ender.” <https://www.tokopedia.com/3dzaiku/creality-ender-3-versi-terbaru-3d-printer-prusa-i3-size-besar-v-slot-1> (accessed May 24, 2022).
- J. Teknik Mesin and P. Manufaktur Negeri Bangka Belitung, “FDM,” *J. Teknol. Manufaktur*, vol. 11, no. 01, 2019.
- “filament abs.” <https://www.matterhackers.com/store/3d-printer-filament/175mm-abs-filament-silver-1-kg> (accessed Feb. 24, 2022).
- S. Kumara, S. Putra, M. A. Ds, R. Sari, and S. Ds, “pla,” vol. 12, 2018, Accessed: Feb. 24, 2022. [Online]. Available: <http://www.insinyoer.com/wp->.
- “filamen pla.” [https://www.bhphotovideo.com/c/product/1070383-REG/makerbot\\_mp06572\\_1\\_75mm\\_pla\\_filament\\_large.html](https://www.bhphotovideo.com/c/product/1070383-REG/makerbot_mp06572_1_75mm_pla_filament_large.html) (accessed Feb. 24, 2022).
- “matriks.” [https://www.researchgate.net/publication/339527166\\_Optimasi\\_Parameter\\_Mesin\\_Fused\\_Deposition\\_Modelling\\_FDM\\_terhadap\\_Kekasaran\\_Permukaan\\_Produk\\_Menggunakan\\_Metode\\_Taguchi](https://www.researchgate.net/publication/339527166_Optimasi_Parameter_Mesin_Fused_Deposition_Modelling_FDM_terhadap_Kekasaran_Permukaan_Produk_Menggunakan_Metode_Taguchi) (accessed Mar. 09, 2022).
- “Ender-3 3D Printer.” [https://www.creality.com/products/ender-3-3d-printer?spm=..page.products\\_display\\_1.1&spm\\_prev=..page.header\\_1.1](https://www.creality.com/products/ender-3-3d-printer?spm=..page.products_display_1.1&spm_prev=..page.header_1.1) (accessed Apr. 24, 2022).
- “View of Studi Komparasi Pengaruh Kedalaman Potong Pembubutan Logam terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Mata Pahat Keramik.” <https://jurnalsyntaxadmiration.com/index.php/jurnal/article/view/178/269> (accessed May 24, 2022).

---

### Copyright holder:

Calvin Chen, Sobron Yamin Lubis, Rosehan (2022)

### First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

### This article is licensed under:

