

---

**OPTIMASI PARAMETER HEAVY DUTY FDM 3D PRINTER TERHADAP AKURASI DIMENSI  
MENGUNAKAN MATERIAL FILAMENT NYLON CARBON**

---

**Alvin Wijaya<sup>1\*</sup>, Gabriel Teges Mardhiko<sup>2</sup>, Tunjung Adi Nugroho<sup>3</sup>, Alexander Destin  
Kusjiarko<sup>4</sup>, Laras Prasetyo Adhi<sup>5</sup>, Angela Padma Dewi Dandawati<sup>6</sup>**

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

\*Email: alvin.20202008@student.atmi.ac.id

### Abstrak

*Fused Deposition Modelling (FDM) merupakan teknik 3D Printing yang digunakan untuk mencetak produk menggunakan filamen sebagai material. Produk yang dicetak mempunyai karakteristik geometri ideal apabila mempunyai ukuran yang teliti dan bentuk yang sempurna. Salah satu jenis material yang dapat diproses menggunakan 3D Printing FDM adalah material yang keras. Penelitian dalam hal akurasi dimensi telah banyak dilakukan terhadap material PLA dan ABS. Sedangkan penelitian menggunakan material keras masih jarang dilakukan. Dari permasalahan tersebut, dibuatlah sebuah mesin Heavy Duty FDM 3D Printer. Mesin ini dilengkapi dengan fitur-fitur yang mampu mencetak sebuah benda dari material filament yang keras dengan tingkat kepresisian  $\pm 0.1\text{mm}$ . Dalam proses pembuatan Heavy Duty FDM 3D Printer dibagi menjadi empat sub judul, yaitu Pengaplikasian Mekanisme CoreXY pada 3D Printer Heavy Duty Fused Deposition Modelling, Pengendalian dan Kalibrasi Aktuator dengan Kontroler SKR 1.4 serta Pembuatan Cover Mesin Heavy Duty FDM 3D Printer, Optimalisasi Sistem Pemanas dan Kestabilan Bed serta Pergerakan Sumbu Z pada Heavy Duty FDM 3D Printer, serta Mekanisme Direct Extruder dengan Penambahan Modifikasi pada Sistem Pendinginan Komponen Cool End pada Heavy Duty FDM 3D Printer. Untuk memastikan kinerja dari mesin Heavy Duty FDM 3D Printer optimal, dilakukan pengujian secara menyeluruh. Pengujian ini mencakup ukuran benda cetak yang mana jika ukuran benda cetak masuk kedalam toleransi dan memiliki bentuk sesuai dengan design mekanisme pada pergerakan x,y, dan z dapat dikatakan optimal, pengujian suhu bed, suhu extruder, serta pengaruh suhu chamber terhadap proses pencetakan. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa Heavy Duty FDM 3D Printer berhasil mencetak benda dengan baik dan berfungsi secara optimal, memungkinkan user membuat prototype dari material keras dan presisi. Proyek ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran praktik di Politeknik ATMI Surakarta. Hasil pengujian juga akan digunakan sebagai acuan untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut guna memastikan kesuksesan implementasi proyek ini.*

**Kata kunci:** 3D Printer, Core XY, Fused Deposition Modelling, Parameter

## 1. PENDAHULUAN

Pencetakan 3D telah mengubah cara manusia mendekati proses desain, prototyping, dan manufaktur. Fused Deposition Modeling (FDM) adalah salah satu teknologi pencetakan 3D yang paling populer dan terjangkau. FDM bekerja dengan melelehkan bahan termoplastik dan menumpuk lapisan demi lapisan untuk membentuk objek tiga dimensi. Penggunaan FDM telah meluas di berbagai industri karena kecepatan, efisiensi, dan kemampuan untuk mencetak objek dengan geometri yang kompleks.

Selain itu, pencetakan 3D dengan FDM telah menemukan peran kritis dalam pengolahan manufaktur lanjutan. Dengan kemampuan untuk mencetak alat produksi, komponen suku cadang, dan bahkan produksi batch berukuran sedang, teknologi ini telah membantu mengurangi biaya dan waktu produksi secara signifikan. Meskipun demikian, seperti setiap teknologi, FDM juga memiliki batasan dan tantangan yang perlu diatasi untuk mengoptimalkan kualitas hasil cetakan.

Salah satu perkembangan terkini dalam teknologi pencetakan 3D adalah penggunaan Heavy Duty FDM 3D Printer. Heavy Duty FDM 3D Printer merupakan inovasi yang

menawarkan kemampuan mencetak dengan berbagai bahan termoplastik yang lebih kuat dan tahan lama, termasuk filamen nylon carbon. Material ini menawarkan keunggulan kinerja mekanik yang luar biasa, seperti kekuatan tarik yang tinggi, tahan terhadap benturan, dan ringan. Selain itu, filamen nylon carbon juga memiliki konduktivitas termal yang menarik untuk aplikasi khusus yang melibatkan suhu ekstrem atau paparan lingkungan berat.

Namun, walaupun filamen nylon carbon menawarkan sifat-sifat yang menggiurkan, proses mencetak dengan akurasi dimensi yang konsisten adalah tantangan yang perlu diatasi. Ketika mencetak dengan material kuat seperti filamen nylon carbon, perlu adanya optimasi parameter pencetakan yang tepat. Suhu cetak, kecepatan cetak, suhu bed, dan tingkat infill adalah beberapa parameter kunci yang harus diatur dengan cermat untuk mencapai hasil cetakan yang memenuhi toleransi dimensi yang diperlukan.

Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan parameter pencetakan pada Heavy Duty FDM 3D Printer dalam menghasilkan objek dengan filamen nylon carbon dan mencapai akurasi dimensi yang tinggi. Penelitian ini menjadi penting karena dapat memperluas potensi aplikasi Heavy Duty FDM 3D Printer dalam industri manufaktur lanjutan.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengoptimalkan parameter Heavy Duty FDM 3D Printer dalam mencetak dengan filamen nylon carbon dan mencapai akurasi dimensi yang tinggi.

### 2.1. Objek Penelitian

Objek penelitian yang dilakukan pada mesin Heavy Duty FDM 3D Printer dengan dimensi 536 mm x 500 mm x 786 mm dan menggunakan *nozzle* berukuran 0,4 mm. Material yang digunakan adalah filament jenis nylon carbon dengan diameter 1,75 mm.

### 2.2. Metode yang Digunakan

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- Eksperimen, pada penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan trial secara berkala ( 5 kali proses percetakan pada setiap para meternya ).
- Proses pengukuran produk hasil cetak menggunakan dial caliper mitutoyo dengan ketelitian kurang lebih 0,01 mm
- Penentuan nilai parameter yang paling optimal dilakukan dengan cara analisis data yang didapatkan.

### 2.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- Mesin yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin Heavy Duty FDM 3D Printer yang merupakan mesin 3D Print dengan pergerakan model core XY dengan luas printing XYZ 260 mm x 260 mm x 260 mm.
- Material filament yang digunakan adalah Nylon Carbon dengan diameter 1,75 mm.

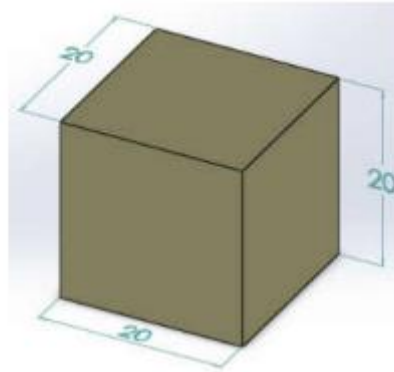
**Tabel 1.** Spesifikasi Filament Nylon Carbon

Filament Diameter	1.75 mm
Recommended Extruder Temperature	250-300 °C
Recommended Bed Temperature	50 °C

- Software slicer Ultimaker Cura 5.2.2, untuk melakukan convert file bentuk stl ke bentuk g-code
- Dial Caliper mitutoyo dengan ketelitian 0,001 mm

#### 2.4. Set Up Penelitian

Pada tahap set-up ini dilakukan penentuan dimensi dan bentuk 3D dari benda yang akan dicetak, berupa kubus dengan dimensi 20 mm x 20 mm x 20 mm. Pada tahap ini bentuk 3D benda disimpan dalam bentuk file stl, lalu dimasukkan kedalam software slicer ultimaker cura untuk melakukan settingan parameter dan juga untuk melakukan convert stl ke dalam bentuk g-code. Gambar 1 adalah merupakan bentuk dan dimensi benda yang akan dicetak untuk dilakukan pengujian.



**Gambar 1.** Dimensi dan bentuk benda

Penelitian pada parameter speed dilakukan pencetakan speed tower seperti pada gambar 2 untuk mengetahui speed berapa yang paling optimal.



**Gambar 2.** Speed tower

#### 2.5. Penentuan parameter yang akan di uji

Pada penelitian yang dilakukan melakukan uji coba pada parameter step/mm dan speed. Pada setiap parameternya akan diuji sebanyak 5x. Semua data yang didapat nantinya akan dianalisis dan ditentukan parameter manakah yang paling optimal untuk dapat mencapai toleransi ukuran kurang lebih 0,1mm.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil dari paramter speed test

Pada awalan parameter yang diuji adalah paramter speed. Pada parameter speed ini akan mempengaruhi kualitas dari wall benda yang dicetak. Hasil dari parameter speed ini dapat dilihat pada tabel 2. Dari tabel 2 predikat A berarti permukaan wall rata dan halus, predikat B berarti permukaan wall masih terdapat beberapa yang kurang rata, sedangkan predikat C berarti permukaan wall tidak rata.

**Tabel 2.** Hasil uji coba parameter speed

T ower	Speed(mm/s)				
	5 0	60	70	80	90
1	C	A	A	B	C
2	C	B	C	C	C
3	B	A	B	B	B
4	B	A	B	B	C
5	B	A	A	B	C

#### 3.2. Hasil dari paramter step/mm

Pada tahap kedua dilakukan trial pada parameter step/mm agar mendapatkan angka yang terbaik pada setiap sumbunya.

**Tabel 3.** Hasil trial parameter step/mm

No	E / mm	X / mm	Y / mm	Z / mm	X	Y	Z
1	395	81,3	81,2	405,8	20,3	20,3	10,4
2	395	81,3	81,2	405,8	20,25	20,4	10,45
3	395	81,3	81,2	405,8	20,15	20,45	10,47
4	395	81,3	81,2	405,8	20,2	20,3	10,4
5	395	81,3	81,2	405,8	20,3	20,2	10,45
6	395	81,22	81,48	405,7	20,3	20,1	10,3
7	395	81,22	81,48	405,7	20,2	20,15	10,2
8	395	81,22	81,48	405,7	20,3	20,2	10,2
9	395	81,22	81,48	405,7	20,15	20,2	10,1
10	395	81,22	81,48	405,7	20,1	20,1	10,2
11	395	80,81	81,05	405,65	20,15	20,05	10,2
12	395	80,81	81,05	405,65	20,1	20,1	10,1
13	395	80,81	81,05	405,65	20,17	20,15	10,15
14	395	80,81	81,05	405,65	20,2	20,15	10,3
15	395	80,81	81,05	405,65	20,12	20,2	10,1
16	395	79,3	79,9	410,2	20	20	10
17	395	79,3	79,9	410,2	20	20	9,96
18	395	79,3	79,9	410,2	19,96	20,04	10
19	395	79,3	79,9	410,2	20,02	20,02	10,02
20	395	79,3	79,9	410,2	20	20	10,06

Pada tahap proses trial ini dilakukan pendekatan untuk mendapatkan hasil toleransi yang diinginkan. Setelah melakukan perubahan pada parameter step/mm diperlukan perhitungan ulang agar hasil cetak semakin mendekati toleransi. Rumus yang digunakan

---

dalam melakukan perhitungan adalah rumus perbandingan biasa yaitu step/mm lama dibagi x (step/mm yang baru) = hasil ukur lama / hasil ukur yang diinginkan.

#### 4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian optimasi parameter proses pada mesin Heavy Duty FDM 3D Printer menggunakan filamen nylon carbon dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Nilai parameter proses yang optimal untuk mendapatkan hasil dari wall benda cetak yang rata dan halus menggunakan print speed 60 mm/s.
2. Nilai parameter proses yang optimal untuk mendapatkan dimensi benda cetak sesuai yang diinginkan dan memiliki toleransi  $\pm 0.1\text{mm}$  menggunakan parameter step/mm pada ekstruder dengan nilai 395 step/mm, sumbu x dengan nilai 79.3 step/mm, sumbu y dengan nilai 79.9 step/mm, serta sumbu z dengan nilai 410.2 step/mm.

#### DAFTAR PUSTAKA

*3D-Printing*. Diakses pada 21 November 2022, dari <https://github.com/topics/3d-printing>

Abdullah, Riono. *3D Print 101: Persiapan 3D Print untuk Mencetak*. Diakses pada 5 Desember 2022, dari <https://binus.ac.id/bandung/2021/04/3d-print-101-persiapan-3d-print-untuk-mencetak/>

Grammes, Emmett. (2021). *CoreXY 3D Printer Design: Why It Makes a Difference*. Diakses pada 23 November 2022, dari <https://all3dp.com/2/corexy-3d-printer-is-it-worth-buying/>

Pick 3D Printer. *3D Printer Heated Bed - Everything About Heated Beds*. Diakses pada 4 Desember 2022, dari <https://pick3dprinter.com/3d-printer-heated-bed/>

Zalm, Erik. (2011). *Marlin Firmware*. Diakses pada 22 November 2022, dari <https://marlinfw.org/>