

**PENGEMBANGAN LABORATORIUM KOMPUTER PERANCANGAN MESIN  
DENGAN PRINTER 3 DIMENSI (3D)  
TIPE *FUSED DEPOSITION MODELLING* (FDM)**

**Suharto\*, Eko Saputra, Paryono, Trio Setiyawan**

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang  
Jln. Prof. Soedarto Semarang  
\*Email: pakharto58@gmail.com

***Abstract***

Printer of 3 Dimensional is a relatively new and practical technological innovation that can be used to make products from non-ferrous materials. This product can be a prototype of the design process. The purpose of research on 3D printers is as a means of education for the development of a computer laboratory for mechanical engineering design at the Semarang State Polytechnic. The method used in this research is to design, manufacture and test a 3D Printer Prototype of Fused Deposition Modeling (FDM) type, in which this 3D printer uses additive manufacturing (AM) principles or the addition of material layer by layer, using poly lactic acid filaments. (PLA) 1.75 mm in diameter as the material for the manufacture of the product. The results of the study of one unit of a 3-dimensional printer machine measuring 600x600x600 (mm), the results of testing a 3-dimensional printer that has been made that can produce a product in the form of a cube, a hollow block, and a beam with X, Y, Z axes with a print speed of 20-100 mm/s and product error percentage analysis ranged from 0.1% - 0.3%.

**Keywords:** *Prototype, 3-Dimensional Printer, Fused Deposition Modeling*

**Abstrak**

Printer 3 Dimensi merupakan sebuah inovasi teknologi relatif baru dan praktis yang dapat digunakan untuk membuat produk dari bahan non ferro. Produk ini dapat menjadi prototipe hasil proses perancangan. Tujuan penelitian printer 3 Dimensi sebagai sarana pendidikan pengembangan laboraorium komputer perancangan teknik mesin Politeknik Negeri Semarang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah merancang, membuat dan menguji Prototipe Printer 3 Dimensi tipe *Fused Deposition Modelling* (FDM), yang mana printer 3 dimensi ini menggunakan prinsip *additive manufacturing* (AM) atau penambahan bahan selapis demi selapis, dengan menggunakan *filament poly lactic acid* (PLA) diameter 1,75 mm sebagai bahan dari pembuatan produk. Hasil penelitian satu unit mesin printer 3 dimensi ukuran 600x600x600 (mm), hasil dari pengujian printer 3 dimensi yang telah dibuat yakni dapat menghasilkan sebuah produk berupa sebuah kubus, balok berlubang, dan balok dengan sumbu X,Y,Z dengan kecepatan *print* 20-100 mm/s dan analisa prosentase kesalahan produk berkisar 0,1 % - 0,3%.

**Kata Kunci:** *prototipe, printer 3 dimensi, fused deposition modelling*

## **PENDAHULUAN**

Teknologi FDM (*Fused Deposition Modelling*) dikenal sebagai salah satu teknologi untuk membuat produk 3Dimensi. Printer 3-Dimensi merupakan sebuah printing yang menampilkan data dalam bentuk tiga dimensi berbeda dengan printing biasanya yang mencetak data dalam sebuah kertas ataupun lembaran lainnya. (Rahman Hakim dkk, 2019). Printer 3-Dimensi dengan teknologi FDM digunakan untuk pembuatan prototipe

produk-produk dari bahan non ferro di bidang manufaktur, kesehatan dan lain - lain. Printer 3-Dimensi sangat membantu dalam proses disain dimana panduan pemrograman computer pembuatan model tiga dimensi melalui layering bahan fabrikasi. Insinyur, desainer dan teknisi akan mendapat manfaat dari produk si prototype maju. Baru-baru ini teknologi baru telah dikembangkan memproduksi banyak keuntungan bagi mereka yang membutuhkan teknologi prototype cepat. (Saxena, Abhishek, 2016). Printer 3-Dimensi merupakan inovasi teknologi untuk pembuatan produk-produk dengan keuntungan waktu lebih cepat, lebih mudah dan lebih terjangkau daripada teknologi fabrikasi sebelumnya. Printer 3-Dimensi dirancang salah satunya untuk menghilangkan kebutuhan mesin fabrikasi yang mahal dan bagi orang teknik yang terampil dapat menghasilkan prototipe produk hasil desain, membuat proses lebih murah harga terjangkau, dan efisien. (Pratama, 2015). Tujuan penelitian untuk memberdayakan hasil karya penelitian dosen dan mahasiswa printer 3 Dimensi sebagai sarana pendidikan pengembangan laboraorium komputer perancangan teknik mesin Politeknik Negeri Semarang.

Nilai strategi kegiatan penelitian ini mendorong pemanfaatan hasil karya dosen dan mahasiswa untuk menambah sarpras di laboratorium pendidikan di pendidikan-pendidikan vokasi. Mengingat dengan memanfaatkan hasil karya sendiri dapat mengetahui dan mamahami karakter mesin tersebut. Dengan demikian mempermudah untuk melakukan perawatan, perbaikan, dan pengoptimalan kinerja mesin di laboratorium teknik mesin Politeknik Negeri Semarang.

## **METODE PENELITIAN**

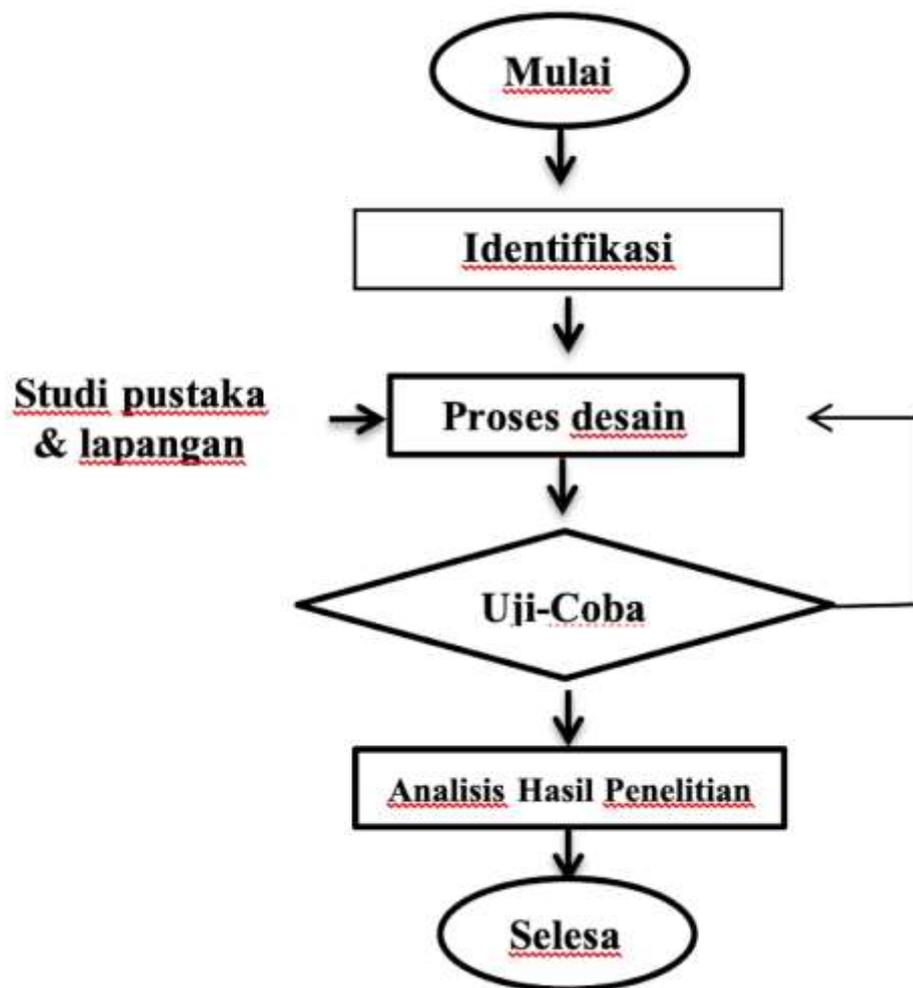
Lokasi Penelitian ini dilakukan di laboratorium perancangan teknik mesin Politeknik Negeri Semarang. Alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah : satu unit Mesin 3-D Printer; Filament PLA (*filament poly lactic acid*) ; satu unit komputer (PC); satu unit kapi; satu unit alat ukur density; dan satu unit alat *surface roughness*.

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis filament PLA. Sebelumnya PLA yang digunakan hanya yang kepadatan rendah. Setelah itu dikembangkan PLA kepadatan tinggi dengan menggunakan laktida sebagai bahan baku dan melalui proses polimerisasi pembukaan cincin.

Spesfikasi material PLA :

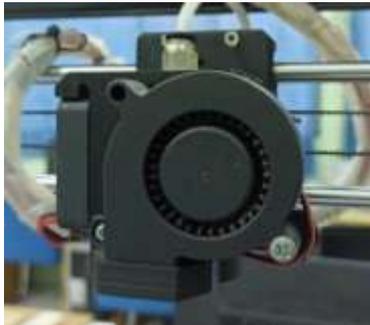
- Diameter Filamen: 1.75 mm
- Berat Spool : 1 kg
- Nozzle Temp : 190-220° C
- Base Plate Temp : 30 - 50° C
- Density : 1.25 g/cm<sup>3</sup>

Gambar 1 menunjukkan diagram alir tahapan penelitian dimulai dengan identifikasi masalah atau analisis kebutuhan di lanjutkan proses desain, studi pustaka dan survei lapangan, uji coba pembuatan produk sampel, analisis, dan kesimpulan.



**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

Komponen - komponen utama mesin 3-D printer dan keterangan

OBJEK	Keterangan
	<p><b>FILAMENT</b></p> <p>Bahan : PLA</p> <p>Diameter : 3 mm</p> <p>Fungsi : Sebagai bahan baku utama untuk mencetak 3D model</p>
	<p><b>PENDORONG FILAMENT</b></p> <p>Fungsi :</p> <p>Mendorong filament supaya masuk ke <i>extruder</i></p>
	<p><b>EXTRUDER SET HEADTER</b></p> <p>Fungsi :</p> <p>Melelehkan filament dan mengeluarkan filament dengan diameter nozzle 1.75mm</p>
	<p><b>SCREW &amp; MOTOR STEPPER</b></p> <p>Fungsi :</p> <p>Power screw menggerakkan mekanisme sumbu Z.</p>
	<p><b>KONTROL DISPLAY</b></p> <p>Fungsi :</p> <p>Sebagai Monitor untuk mendeteksi Suhu pada <i>headter</i> dan <i>bad table</i></p>

## PENGUNAAN SOFTWARE ULTIMAKER CURA

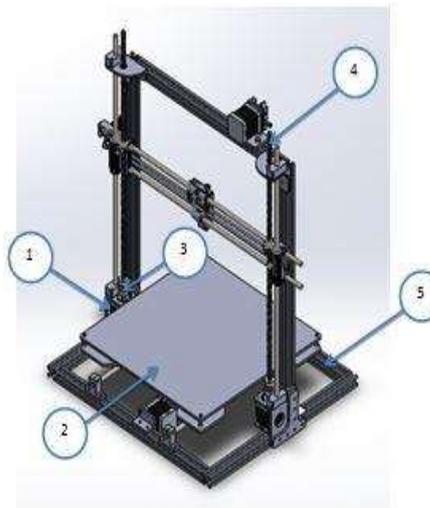


### Fungsi:

- a) *Download* dan Instal *Software Ultimaker Cura*
- b) Siapkan Desain yang akan di print dengan format STL, desain dapat dibuat menggunakan autocad, solidwork, catia, inventor, fusion 360, 3dsmax, dll

---

Mesin 3-D Printer yang digunakan dalam penelitian ini



### Keterangan :

*Motor Stepper*

*Bed*

*Flexible*

*Coupling*

*Lead Screw*

**Gambar 2.** Mesin 3D-Printer

### Prinsip Kerja :

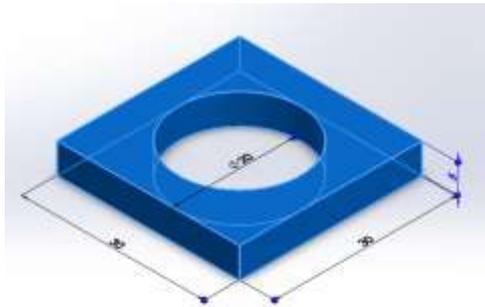
Prinsip kerja dari Printer 3D adalah *Fused Deposition Modelling* (FDM), yakni menggunakan bahan *nozzle* yang dipanaskan dan akan melelehkan bahan seperti plastik pada hasil outputnya. *Nozzle* tersebut akan berpindah secara horizontal dan vertikal yang diatur oleh komputer. Ketika material keluar dari *nozzle*, material tersebut akan mengeras. Untuk pergerakan mekanisnya pada sumbu x dan y menggunakan *belt* dan *pulley*, sedangkan pada sumbu z menggunakan *lead screw*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada rancang bangun prototipe printer 3 dimensi (3D) tipe *fused deposition modelling* menggunakan 2 parameter pengujian yaitu :

1. Pengaruh *flow* terhadap dimensi produk aktual
2. Pengujian pengaruh print *speed* (mm/s) terhadap kualitas produk

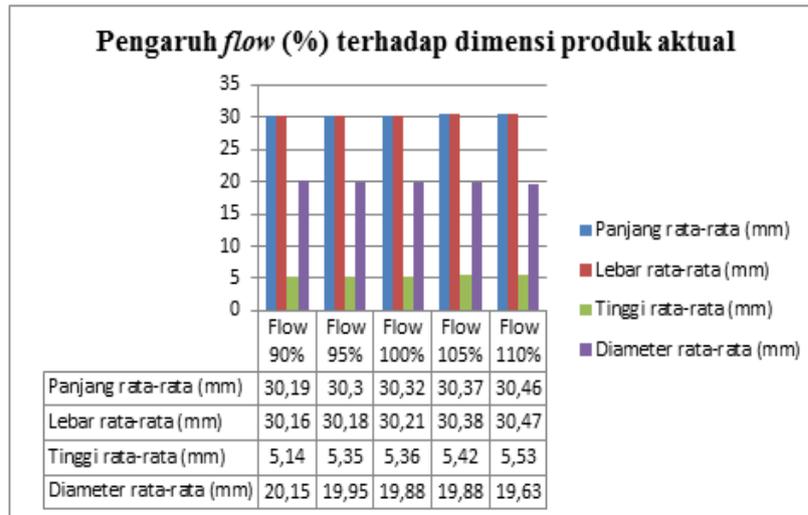
### (1) Hasil pengujian pengaruh *flow* terhadap dimensi produk aktual



**Gambar 3.** Desain Produk Perbandingan Dimensi

**Tabel 1.** Hasil pengujian pengaruh *flow* terhadap dimensi produk aktual

Flow	Panjang rata-rata (mm)	Lebar rata-rata (mm)	Tebal rata-rata(mm)	Diameter rata-rata (mm)	Volume Rata-rata (mm <sup>3</sup> )
90 %	30,19 mm	30,16 mm	5,14 mm	20,15 mm	3041,86
95 %	30,30 mm	30,18 mm	5,35 mm	19,95 mm	3220,82
100 %	30,32 mm	30,21 mm	5,36 mm	19,88 mm	3246,71
105 %	30,37 mm	30,38 mm	5,42 mm	19,88 mm	3319,21
110 %	30,46 mm	30,47 mm	5,53 mm	19,63 mm	3459,72

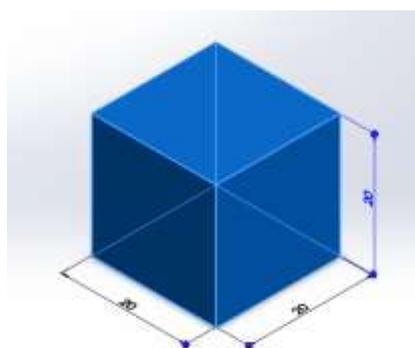


**Gambar 4.** Pengaruh *flow* (%) terhadap dimensi produk aktual

#### Analisis

Data pada tabel 1 dan gambar 4 di atas, dapat disimpulkan bahwa proses produksi produk dengan suhu 185-195°C menggunakan printer 3 dimensi dengan *flow* 90% dapat menghasilkan dimensi produk yaitu: panjang rata-rata = 30.19 (mm), lebar rata-rata = 30.16 (mm), tinggi rata-rata = 5.14 (mm), dan diameter rata-rata = 20.15 (mm) yang memiliki tingkat toleransi lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan *flow* 95%, 100%, 105%, dan 110%. Hal ini disebabkan karena besar kecilnya *flow* yang digunakan berpengaruh terhadap banyak atau sedikitnya *filament* PLA yang dikeluarkan dari *nozzle* ke *bed* printer 3 dimensi.

#### (2) Hasil pengujian pengaruh print speed (mm/s) terhadap kualitas produk



**Gambar 5.** Produk Pengujian

Dalam mencairkan *filament* jenis PLA 1,75 mm, *extruder* membutuhkan waktu berkisar 2 - 5 menit untuk mencapai suhu maksimum pencairan yakni 250° C. Waktu pendinginan yang dibutuhkan untuk mengerasakan hasil produk dari *filament* berkisar 30

detik sampai 1 menit. Printer 3D hanya dapat menggunakan satu jenis material dalam membuat suatu benda kerja. Dari pengujian kepresisian dimensi benda menggunakan sumbu x, y, z. Sumbu yang memiliki tingkat kepresisian paling tinggi adalah sumbu Z, dimana sumbu Z menggunakan *lead screw* sebagai mekanisme penggerakannya. Berdasarkan hasil percobaan, *flow* atau aliran mempengaruhi hasil dari produk benda. Semakin kecil *flow* atau aliran maka semakin baik dan halus permukaan benda yang dihasilkan, sedangkan semakin besar *flow* atau aliran yang digunakan maka hasil produk kurang baik dan cenderung lebih kasar. *Print speed* atau kecepatan printer untuk membuat suatu benda kerja memiliki pengaruh terhadap hasil dari produk yang dibuat. *Print speed* yang terlalu lambat memiliki hasil produk yang halus dan rapat namun rentan terjadi kecacatan karena terlalu lamanya pemanasan *filamen* di dalam *nozzle*, sedangkan terlalu cepat *print speed* juga akan membuat produk menjadi kurang halus dan kurang rapat, sehingga dari analisa percobaan, *print speed* yang sesuai untuk membuat benda kerja yang baik yakni berkisar 30 mm/s sampai 40 mm/s.

### **Analisis**

Dari hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa semakin lambat *print speed*nya maka semakin halus permukaan produk yang dihasilkan mesin 3D-printer. Tetapi waktu pembuatan produk lebih lama karena proses printing lebih lama. Sebaliknya semakin cepat *print speed* semakin kasar permukaan produk yang dihasilkan, tetapi waktu pembuatan lebih cepat. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kita diberikan pilihan, mau cepat permukaan kasar, dan waktu lebih lama tetapi permukaan lebih halus. Hal ini tergantung pada kebutuhan produk yang disesuaikan dengan persyaratan fungsi dan pemakaian.

### **SIMPULAN**

Kesimpulan dari kegiatan penelitian ini :

1. Pengembangan laboratorium komputer perancangan dapat memanfaatkan hasil karya penelitian dosen dan mahasiswa guna melengkapi sarana praktikum agar hasil desain dapat diwujudkan dalam bentuk 3 Dimensi. Dengan pembuatan *job sheet* praktikum laboratorium maka dapat dijadikan pedoman pengoperasian mesin-mesin untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa.

2. Pengujian kinerja mesin 3D-Printer menghasilkan produk-produk yang dapat digunakan sebagai physical modelling. Dengan demikian hasil desain dapat dilihat secara nyata sehingga dapat menjadi bahan evaluasi untuk tindakan selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amira Hasan Rahmawati, Himawan Setyo Wibisono, Rifqi Muhammad Yofatama, Niko Alif Saputra. 2019. *Rancang Bangun Prototipe Printer 3 Dimensi (3D) Tipe Fused Deposition Modelling (FDM)*. Tugas Akhir Politeknik Negeri Semarang.
- Budynas, Richard G dan J, Keith Nisbett. 2011. *Shigley's Mechanical Engineering Design Ninth Edition* : The McGraw-Hill Companies.
- Cahyono, Endi. 2017. *Rancang Bangun Meja Mesin Plasma Cutting Dengan Gerak 3 Axis X, Y, Z Menggunakan Motor Stepper Berbasis Arduino*: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Khurmi, R.S dan J.K. Gupta. 2005. *A Text Book Of Machine Design* : Eurasia Publishing House Prakasa, Guntur Nanda. 2017. *Prototipe Kunci Pintu Menggunakan Motor Stepper Berbasis Arduino Mega 2560 Dengan Perintah Suara Pada Android* : Universitas Lampung.
- Pratama, Fikri Galih, 2015. *Makalah 3D printing*, Universitas Gunadarma.
- Rahman Hakim, Ihsan Saputra , Gilang Prabowo Utama , Yuris Setyoadi. (2019). *Pengaruh Temperatur Nozzle dan Base Plate Pada Material PLA Terhadap Nilai Masa Jenis dan Kekasaran Permukaan Produk pada Mesin Leapfrog Creatr 3d Printer*. Jurnal Teknologi dan Riset Terapan (JATRA), Politeknik Negeri Batam.
- Ruswandi, Ayi dan Mochammad Arsyad Fauzan. Tanpa Tahun. *Perancangan Extruder Mesin Rapid Prototyping Berbasis Fused Deposition Modeling (FDM) Untuk Material Filament Polylactic Acid (PLA) Diameter 1,75 mm*: Politeknik Manufaktur Negeri Bandung.
- Saxena, Abhishek. 2016. *A Comprehensive Study on 3D Printing Technology*, U.P., India,
- Tambunan, Jonas Martua. 2014. *Makalah Printer 3D: Institut Teknologi Sepuluh Gerak Paralel, H Frame, Pemosisian Gerak Sumbu XY Pada Printer Tiga Dimensi* : Universitas Tarumanegara Jakarta.
- Yuda, Ardi Dara. 2017. *Rancang Bangun Sistem Minimum Mekanika Printer 3D Digital Light Processing (DLP)* Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.