

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PRINTER 3 DIMENSI (3D)  
TIPE CARTESIAN BERBASIS FUSED DEPOSITION  
MODELLING (FDM)**

NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR



MAULANA ABDUL MALIK AMRULLAH  
5140711055

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN ELEKTRO  
UNIVERSITAS TEKNOLOGI YOGYAKARTA**

**YOGYAKARTA  
2018**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR MAHASISWA**

Judul Tugas Akhir:  
**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PRINTER 3 DIMENSI (3D) TIPE  
CARTESIAN BERBASIS FUSED DEPOSITION MODELLING (FDM)**

Judul Naskah Publikasi:  
**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PRINTER 3 DIMENSI (3D) TIPE  
CARTESIAN BERBASIS FUSED DEPOSITION MODELLING (FDM)**

Disusun oleh  
**MAULANA ABDUL MALIK AMRULLAH**  
5140711055

Mengetahui:

| Nama                     | Jabatan    | Tanda Tangan | Tanggal |
|--------------------------|------------|--------------|---------|
| Ikrima Alfi, S.T., M.Eng | Pembimbing | .....        | .....   |

Naskah Publikasi Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro

Yogyakarta,.....  
Ketua Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro, Universitas Teknologi Yogyakarta

**Satyo Nuryadi, S.T., M. Eng.**  
NIK. 10020023

## **PERNYATAAN PUBLIKASI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

N a m a : Maulana Abdul Malik Amrullah  
NIM : 5140711055.  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknologi Informasi dan Elektro

### **Rancang Bangun Prototipe Printer 3 Dimensi (3D) Tipe Cartesian Berbasis Fused Deposition Modelling (FDM)**

Menyatakan bahwa Naskah Publikasi ini hanya akan dipublikasikan di JURNAL TeknoSAINS FTIE UTY, dan tidak dipublikasikan di jurnal yang lain.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 4 Juli 2018

Penulis,

Maulana Abdul Malik Amrullah

5140711055

# Rancang Bangun Prototipe Printer 3 Dimensi (3D) Tipe Cartesian Berbasis Fused Deposition Modelling (FDM)

**Maulana Abdul Malik Amrullah**

*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro*

*Universitas Teknologi Yogyakarta*

*E-mail : [Aamrielzgel@gmail.com](mailto:Aamrielzgel@gmail.com)*

## ABSTRAK

*Seiring berkembangnya teknologi, Printer Tiga dimensi muncul sebagai tren baru dalam dunia modelling. Printer 3D merupakan salah satu teknik Additive Manufacturing, yaitu teknik mencetak objek tiga dimensi (3D) dengan menambahkan material secara berlapis dimana salah satu teknik additive manufacturing bernama Fused Deposition Modelling (FDM) yang menggunakan material padat seperti plastik dengan mesin berkendali numerik atau Computer Numerical Control (CNC). Cartesian merupakan salah satu tipe printer yang menggunakan arah sumbu X,Y dan Z yang bergerak secara searah. Penelitian dilakukan dari tahap perancangan, perakitan hingga pengujian sistem. Perancangan dan pembangunan sistem minimum 3D printer dengan sistem mekanik yang disesuaikan kebutuhan dibutuhkan agar sistem 3D printer dapat berjalan sehingga menghasilkan purwarupa yang dapat digunakan untuk mencetak objek tiga dimensi. Hasil dari penelitian ini berupa prototipe 3D printer yang dapat digunakan untuk mencetak objek dengan bahan plastik dengan basis teknik FDM. Prototipe sistem 3D printer yang dibangun berukuran 45 x 40 x 40 cm dengan bidang cetak sebesar 20 x 20 x 20 cm. Hasil cetak dari rancang bangun prototipe printer 3D memiliki toleransi sebesar  $\pm 0,5$  mm*

**Kata kunci :** Printer, 3 Dimensi, FDM, CNC

## 1. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan teknologi dunia saat ini telah muncul teknologi terbaru Printer tiga dimensi (3D) yang memiliki beberapa kelebihan yang cocok untuk pengembangan teknologi di Indonesia. Dengan adanya dukungan teknologi yang ada saat ini dan pengetahuan menginovasi adanya printer 3D untuk dapat digunakan dan diaplikasikan dalam berbagai bidang mulai dari pembuatan miniatur-miniatur (prototipe), bidang kedokteran serta di bidang industri dengan tingkat kesulitan tinggi dalam pembentukannya [1].

Teknik Additive Manufacturing ialah teknik mencetak objek tiga dimensi (3D) dengan menambahkan material secara berlapis lapis seperti plastik, baja, dan sebagainya. Teknik ini menggunakan komputer, perangkat lunak model 3D (Computer Aided Design dan Computer Aided Manufacturing), perlengkapan mesin dan bahan material.

Cartesian merupakan model 3D printer yang cukup umum digunakan. 3D printer model Cartesian bekerja dengan menggerakkan tiap sudut axis secara linear. Teknik seperti ini memiliki konfigurasi mesin yang lebih mudah bila dibandingkan dengan printer model Delta atau Polar. Hal tersebut tentunya mempermudah pengguna untuk mengatur bahkan membuat printer. Printer model Delta menggunakan tiga titik yang bergerak pada Z axis yang menciptakan perbedaan level ketinggian untuk membentuk X axis dan Y axis. Sedangkan model Polar menggunakan sumbu yang bergerak memutar. Hal ini berakibat dalam konfigurasi mesin yang lebih sulit.

Printer berbasis Fused Deposition Modelling (FDM) bekerja dengan memanaskan material untuk selanjutnya dibentuk dalam alas secara berlapis. Printer berbasis ini lebih mudah dan lebih aman bila dibandingkan dengan printer berbasis Sintering Laser Selective (SLS) maupun Digital Light Processing (DLP). Hal ini disebabkan printer berbasis FDM menggunakan material padat dan tidak menimbulkan

banyak kotoran. Berbeda dengan printer SLS yang menggunakan material serbuk dan printer DLP yang menggunakan bahan cair. Selain itu, printer berbasis FDM lebih murah dalam hal material bila dibandingkan dengan printer SLS maupun DLP.

Berdasarkan alasan tersebut penelitian ini dibuat. Penelitian ini dilakukan dengan membuat rancang bangun menggunakan sistem printer model Cartesian dengan basis FDM.

## 2. TINJAUAN TEORI DAN PUSTAKA

Penelitian tentang rancang bangun sistem minimum mekatronika printer 3D digital light processing (DLP). Penelitian tersebut membahas tentang rancangan sistem 3D printer dengan DLP. Teknik ini menggunakan material cair yang disebut Photopolymer sebagai bahan dasar pembentuk obyek. Bahan photopolymer merupakan bahan yang dapat mengeras jika terkena cahaya. Material tersebut akan membentuk objek dengan paparan cahaya dari proyektor. Sistem yang digunakan menggunakan mikrokontroler Arduino serta RAMPS Shield sebagai pengendali. Berdasarkan kesimpulan yang didapat, sistem printer 3D DLP sendiri memiliki metode produksi yang lebih baik dikarenakan dapat mengatasi masalah dalam hal pembentukan struktur obyek yang kompleks [1].

Penelitian selanjutnya tentang rancang bangun printer 3D menggunakan controller Arduino Mega 2560. Penelitian tersebut membahas tentang sistem 3D printer model Mini Rostock menggunakan teknik Fused Filament Fabrication. Teknik Fused Filament Fabrication merupakan teknik yang sama dengan teknik FDM yaitu menggunakan bahan filamen yang dipanaskan dan dibentuk secara linear. Desain printer yang digunakan yaitu menggunakan model Delta. Sistem Delta bergerak dengan 3 sumbu Z. Sumbu X dan Y bergerak berdasarkan perbedaan ketinggian ketiga titik sumbu Z. Berdasarkan kesimpulan penelitian tersebut, Printer 3D ini memiliki ketelitian 0.1 mm, hal ini dikarenakan filamen yang dilelehkan akan terjadi pemuaihan hal itulah yang menjadikan toleransi pada pembuatan alat sebesar 0.1 mm [2].

Menurut buku 3D printing for Dummies, Additive Manufacturing bekerja dengan memberikan desain obyek (bentuk) kepada model komputer, lalu desain obyek dibagi menjadi lapisan lapisan terpisah yang dapat ditumpuk satu sama lain menjadi bentuk akhir obyek. Dimana teknologi yang dapat melakukan hal tersebut dinamakan 3D Printer. 3D Printer merupakan alat yang mengubah dari desain dan virtual objek menjadi objek fisik tiga dimensi dengan material

dasar yang beragam. Prinsip kerja yang hampir sama dengan printer desktop yang biasa digunakan untuk membuat dokumen cetak [3].

3D printer menggunakan kendali numerik atau Computer Numerical Control. Menurut [4, p. 20] CNC, singkatan dari Computer Numerical Control, adalah perangkat yang mampu menjadikan suatu mesin perkakas ataupun mesin produksi lainnya dapat beroperasi secara otomatis dengan memanfaatkan komputer sebagai pengendali gerakan. Disebut kontrol numerik (NC = Numerical Control) karena pemrograman yang digunakan menggunakan kode alfanumerik (terdiri dari alfabet/huruf dan numerik/bilangan) yang digunakan untuk menuliskan instruksi-instruksi beserta posisi relatif tool dengan benda kerjanya atau biasa disebut G-code. Seiring dengan perkembangan pesat komputer digital maka saat ini hampir semua NC menggunakan komputer sebagai kontrolernya, sehingga dikenal sebagai CNC.

Suatu mesin CNC mempunyai perbedaan dibandingkan suatu mesin perkakas atau mesin produksi manual. Menurut buku CNC Programming technique [5], Pada mesin perkakas manual gerakan tool, seperti pahat, beserta operasi mesin lainnya digerakkan dan dikendalikan oleh operator manusia. Pada suatu mesin CNC untuk suatu proses pengerjaan produk, cukup dimasukkan program gerakan tool, lalu mesin CNC akan beroperasi secara otomatis dengan menggunakan aktuator motor listrik sebagai penggerak tool. Untuk pengerjaan produk dengan bentuk yang sama diperlukan satu program yang sama. Selanjutnya jika akan melanjutkan dengan produk dengan bentuk lainnya maka dilakukan penggantian program.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian tentang rancang bangun printer tipe cartesian dibagi menjadi beberapa tahap. Adapun tahap-tahap penelitian seperti berikut:

1. Studi literatur
2. Perancangan mekanik dan elektrik
3. Pembuatan mekanika dan elektrik alat
4. Implementasi dan pengujian

Data teknis yang digunakan untuk membuat prototipe adalah seperti berikut:

Tabel 1. Data teknis prototipe 3D printer

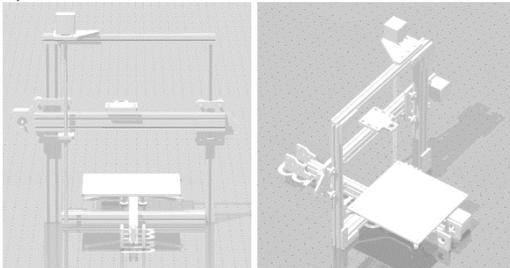
| Tipe / Model       | Cartesian                             |
|--------------------|---------------------------------------|
| Catu daya          | Powersupply 12V 10A                   |
| Daya               | ±60 Watt                              |
| Motor              | Nema 17 1.8° step angle               |
| Kontroller         | Arduino Mega                          |
| Mekanika Penggerak | Timming Belt Gt2 pulley dan Leadscrew |

|                 |                               |
|-----------------|-------------------------------|
| Nozzle          | 0,4 mm                        |
| Material Rangka | Alumunium dengan Akrilik      |
| Pendingin       | Fan 2510 dan Turbo Fan 12V    |
| Software        | Autocad, Slic3r, Arduino IDE  |
| Extruder        | Bowden                        |
| Bahan           | Filamen 1,75 PLA              |
| Endstop         | Micro Limit Switch            |
| Display         | LCD 128x64 and rotary encoder |
| Penguat Mekanik | Mur, T nut dan Baut           |
| Shield          | Ramps 1.4 Shield Arduino Mega |

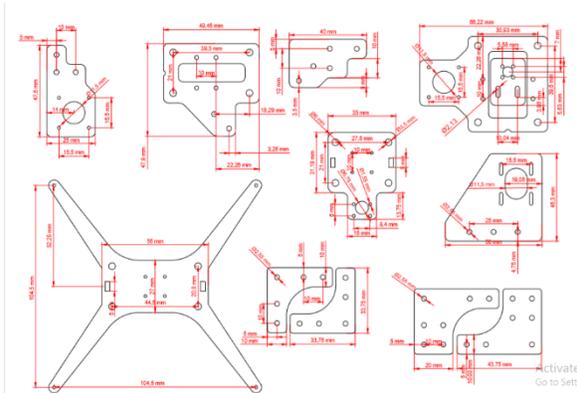
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Rancangan Mekanik

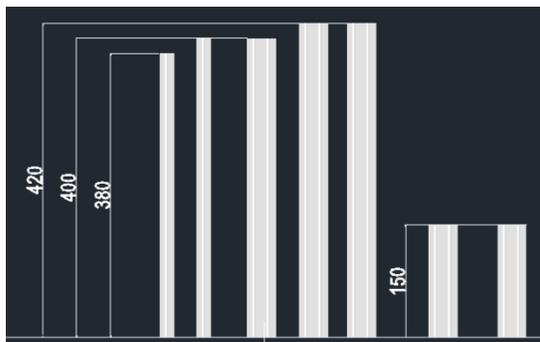
Rancang mekanik terdiri dari desain mekanik, desain akrilik, dan dimensi alumunium.



Gambar 1. Desain mekanik



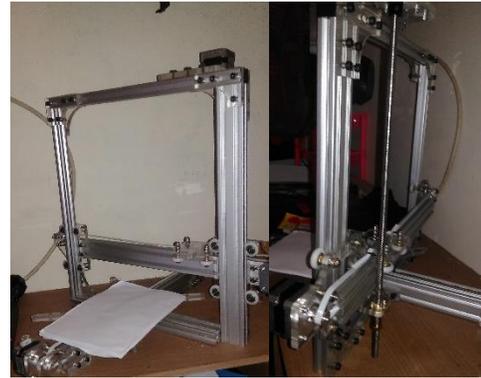
Gambar 2. Dimensi Akrilik



Gambar 3. Dimensi Alumunium

### 4.2. Implementasi Mekanik

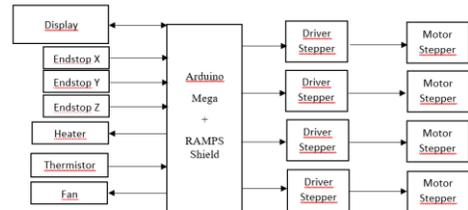
Implementasi mekanik dilakukan dengan melakukan pemasangan tiap komponen yang dimulai dari perakitan Alumunium dengan Akrilik yang dipasang dengan baut dan Tnut.



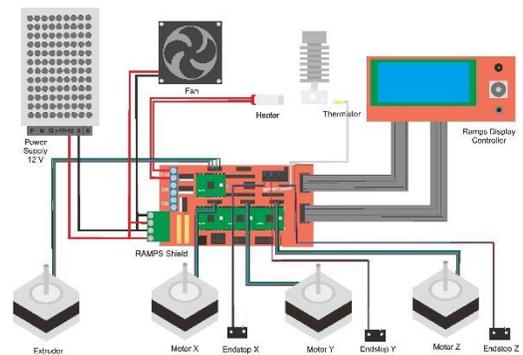
Gambar 4. Realisasi Mekanik

### 4.3. Rancangan Elektrik

Konsep rancangan elektrik yang digunakan adalah berdasarkan diagram sistem yang dibuat. Kemudian wiring elektrik dibuat dan dipasang.



Gambar 5. Diagram sistem elektrik

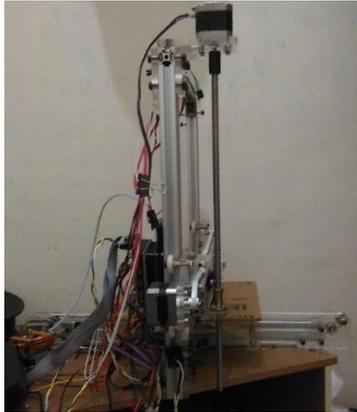


Gambar 6. Wiring Elektrik

### 4.4. Implementasi Elektrik

Implementasi elektrik dilakukan dengan memasang elektrik pada mekanik yang telah dibuat sesuai dengan wiring elektrik.

#### 4.5. Hasil Final Pembuatan Alat



Gambar 7. Hasil Pembuatan



Gambar 8. Hasil Pembuatan

#### 4.6. Pengujian

Untuk melihat hasil cetak, peneliti menggunakan sebuah objek kubus berukuran 20 x 20 x 20 mm. Objek kubus kemudian dicetak lalu diukur dimensi objek menggunakan jangka sorong untuk mendapatkan nilai selisih antara objek desain dan objek cetak.



Gambar 9. Hasil Cetak

Untuk melihat apakah printer mendapatkan hasil cetak yang konstan, pengujian cetak objek ukuran 20x20x20 mm dilakukan sebanyak 4 kali dengan objek yang sama. Hal ini dimaksudkan untuk melihat perbedaan ukuran antara hasil cetak pertama hingga keempat.

Berdasarkan tabel 4, ukuran dimensi objek berbeda satu dengan yang lain. Perbedaan ukuran yang

dihasilkan objek kurang dari ukuran ekspektasi desain sebesar 0,4 mm dan lebih dari ukuran ekspektasi desain sebesar 0,2 mm. Hal ini menjadikan printer memiliki toleransi hasil cetak sebesar  $\pm 0,5$  mm dari ukuran desain.

Tabel 2. Perbandingan dimensi objek tiap percobaan

|             | Panjang | Lebar   | Tinggi  |
|-------------|---------|---------|---------|
| Percobaan 1 | 19,6 mm | 19,7 mm | 20,1 mm |
| Percobaan 2 | 19,8 mm | 19,7 mm | 19,9 mm |
| Percobaan 3 | 19,7 mm | 19,8 mm | 20,0 mm |
| Percobaan 4 | 19,8 mm | 19,9 mm | 20,2 mm |

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil realisasi rancang bangun prototipe sistem printer 3D printer tipe cartesian yang telah dilakukan, realisasi sistem dapat digunakan untuk mencetak objek tiga dimensi. Prototipe 3D printer memiliki dimensi sebesar 45 x 40 x 40 cm dengan bidang cetak sebesar 20 x 20 x 20 cm. Berdasarkan percobaan hasil cetak dari rancang bangun prototipe printer 3D memiliki toleransi sebesar  $\pm 0,5$ mm. Hal ini disebabkan oleh pemuaiannya yang terjadi saat material filamen dipanaskan sehingga mempengaruhi ukuran objek.

### 5.2. Saran

Agar penelitian mengenai sistem cetak tiga dimensi dapat lebih meluas dan mendalam, diharapkan penelitian selanjutnya dapat meneliti mengenai model printer lainnya seperti printer model delta dan polar. Use the "Insert Citation" button to add citations to this document.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. D. Yuda, (2017) "Rancang Bangun Sistem Minimum Mekanika Printer 3D Digital Light Processing (Dlp)," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [2] M. Dahlan, B. Gunawan and F. S. Hilyana, (2017), "Rancang Bangun Printer 3D Menggunakan Kontroller Arduino Mega 2560," *Prosiding SNATIF Ke-4 Tahun 2017*, pp. 105 - 110
- [3] K. K. Hausman and R. Horne, (2014), *3D Printing For Dummies*, New Jersey: John Wiley and Sons Inc.
- [4] Groover, (2005), *Otomasi, Sistem Produksi, dan Computer Integrated Manufacturing*, Jilid 1, Jakarta: Penerbit Guna Widya,.
- [5] P. Smid, (2006), *CNC Programming Techniques*:

An Insider's Guide to Effective Methods and Applications, Berlin: Industrial Press Inc.

- [6] Mets, M., & Griffin, M. (2013). *The 3D Printing Software Toolchain, Make: 3D printers Buyer's Guide hal 26-29*. Sebastopol: O'Reilly Media Inc.
  
- [7] *Reprap Option*. (2018, Februari 23). Retrieved from [wiki.reprap.org: reprap.org/wiki/RepRap\\_Options](http://wiki.reprap.org/reprap.org/wiki/RepRap_Options)
  
- [8] Syahrul. (2014). *Pemrograman Mikrokontroler AVR Bahasa Assembly dan C*. Bandung: Informatika.
  
- [9] Syahrul. (2015). Motor Stepper: Teknologi, Metoda. *Majalah Ilmiah UNIKOM Vol.6*, 187-202.