

RANCANG BANGUN PRINTER 3D KARTESIAN DENGAN LCD SMART CONTROLLER

Oleh: Tulus Pramuji¹, Supriyati², M Irsyad Fauzi³, Riska Dwi Aulia⁴

^{1,2}Dosen Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Semarang

^{3,4}Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah

E-mail: ¹sihono@polines.ac.id, ²supriyati.polines@gmail.com, ³irsyadfauzi30@gmail.com,
⁴auliariska691@gmail.com,

Abstrak

Rancang Bangun Printer 3D Kartesian dengan LCD Smart Controller merupakan penelitian yang dibuat dengan tujuan untuk mencetak model benda berdimensi tiga dengan area kerja 20 cm x 15 cm x 18 cm. Desain dimensi tiga akan diubah menjadi G-code yang nantinya akan dibaca oleh printer 3D sebagai sebuah perintah untuk menggerakkan printer. Alat ini dirancang menggunakan sebuah sistem yang diproses melalui Arduino Mega 2560 dan LCD Smart Controller yang berfungsi untuk berinteraksi dengan printer 3D. Pengujian dilakukan untuk mengetahui ketepatan gerak dari alat ini. Berdasarkan hasil pengujian yang diterima, LCD Smart Controller dapat membaca file G-code dengan baik. Ketepatan gerak pengujian dengan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 0,92% pada sumbu X, sebesar 0,8% pada sumbu Y, dan 2,58% untuk sumbu Z. Rancang Bangun Printer 3D Kartesian dengan LCD Smart Controller dapat bekerja dengan baik sebagaimana mestinya dalam mencetak profile 3 dimensi sesuai dengan desain.

Kata Kunci : Arduino Mega, LCD Smart Controller, dan Printer 3D.

Abstract

Design and Build a Cartesian 3D Printer with LCD Smart Controller is a research made with the aim of printing three-dimensional object models with a work area of 20 cm x 15 cm x 18 cm. The three-dimensional design will be converted into G-code which will later be read by the 3D Printer as a command to move the printer. This tool is designed using a system that is processed through an Arduino Mega 2560 and an LCD Smart Controller that functions to interact with a 3D printer. Tests are carried out to determine the accuracy of the motion of this tool. Based on the test results achieved, the LCD can read the G-code file very well. Motion accuracy with an average error rate of 0.92% on the X-axis, 0.8% on the Y-axis, and 2.58% for the Z-axis. The resulting project of 3D Printer with LCD Smart Controller could print the 3D object precisely and smoothly as required in design.

Keywords : Arduino Mega, LCD Smart Controller, and Printer 3D.

1. Pendahuluan

Printer 3D adalah sebuah printer yang mampu mencetak benda berdimensi tiga. Dalam dunia industri, sebelum produk dibuat secara massal terlebih dahulu dibuat prototype produk untuk mengetahui bentuk dan dimensi agar dapat dilakukan evaluasi. Dengan menggunakan printer 3D pembuatan prototype yang biasanya memakan waktu yang lama dapat dibuat dalam waktu yang lebih singkat. Tidak hanya dunia industri saja yang membutuhkan, printer 3D juga digunakan dalam bidang medical untuk mengadakan

berbagai daya dukung alat medis. Salah satu contoh penerapan pada dunia medis adalah pembuatan organ tubuh tiruan seperti telinga, tangan, kaki, dan lain-lain.

Seiring berjalannya waktu perkembangan teknologi printer 3D di Indonesia semakin maju. Harga printer 3D dipasaran masih tergolong mahal. Creality Ender 3 memiliki spesifikasi hampir sama dengan range harga kurang lebih Rp3.000.000,-. Beberapa diantaranya sistem kerjanya masih harus terhubung dengan perangkat komputer ataupun smartphone. Printer 3D tipe delta memiliki keterbatasan sulitnya menentukan

kesalahan dan memiliki rentang cetak objek dengan permukaan yang relatif kecil. Di sisi lain printer 3D sangat dibutuhkan termasuk oleh para pelaku usaha percetakan objek 3D.

Uraian diatas menghadirkan gagasan untuk membuat alat yaitu “Rancang Bangun Printer 3D Kartesian dengan LCD Smart Controller” yang akan dirancang dengan biaya semimumimum mungkin. Alat dapat dioperasikan tanpa harus selalu terhubung dengan komputer ataupun smartphone, sehingga komputer dan smartphone dapat digunakan untuk keperluan yang lainnya mengingat pembuatan objek menggunakan printer 3D juga memakan waktu yang cukup lama. Jika dibandingkan dengan versi delta, versi kartesian lebih mudah dipelajari, ramah konsumen, dan memiliki rentang cetak objek yang lebih lebar. Dengan hadirnya alat ini sedikit banyak diharapkan dapat menjadi terobosan untuk para pelaku usaha yang terkendala modal karena mahalnnya printer 3D, selain itu para pelaku usaha juga akan menemukan beberapa kemudahan dan keunggulan yang diberikan oleh alat ini.

2. Tinjauan Pustaka

Arduino mega 2560 adalah sebuah board mikrokontroller yang berbasis ATmega2560. Papan ini terdapat pin digital input/output sebanyak 54 pin yang mana 15 pin output untuk PWM, 16 analog input, 4 UARTS, sebuah crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, soket ICSP dan tombol reset. Gambar 1 memperlihatkan board Arduino Mega.



Gambar 1. Arduino Mega 2560

Driver motor A4988 seperti pada Gambar 2.2 adalah *driver* motor yang

digunakan untuk mengontrol motor stepper dengan pengoperasian yang mudah. Hal ini dirancang untuk motor stepper bipolar pada mode langkah penuh, setengah, seperempat, satu perdelapan, dan satu perenambelas. Dengan kapasitas daya kurang lebih 70W. Motor stepper bisa berputar dan berjalan dengan baik dan teratur tentunya tidak lepas dari kendali dari *driver* motor A4988. IC A4988 merupakan *driver microstepping* motor yang lengkap dengan *built-in* penerjemah untuk mengarahkan setiap motor stepper. *Driver* motor ini dapat mengontrol kerja motor stepper hanya dengan 2 pin dari kontroler, pin pertama untuk mengontrol arah putaran, pin kedua untuk mengontrol motor stepper. *Driver* A4988 memiliki kapasitas tegangan *output* 35V dan arus sebesar 2A. Konfigurasi dari *driver* motor stepper sendiri bisa dilihat di Gambar 2.3



Gambar 2 Driver Motor A4988

Motor stepper adalah motor DC yang dikontrol oleh pulsa-pulsa digital. Seperti Gambar 2.4 motor stepper terdiri atas sebuah rotor dan sebuah stator yang dililit kumparan sehingga membentuk magnet listrik. Prinsip kerja sebuah motor stepper sama seperti sebuah magnet yang kedua ujungnya memiliki kutub berbeda. Jika pada ujung stator (*electromagnet*) terdapat kutub yang sama dengan salah satu ujung dari rotor (magnet permanen), magnet akan saling tolak menolak, akibatnya rotor akan berputar. Arah perputarannya dapat searah jarum jam atau berlawanan arah dengan jarum jam. Pengiriman pulsa-pulsa digital selanjutnya akan diterjemahkan oleh motor stepper sebagai gerak langkah (*step*) sesuai dengan kombinasi pulsa-pulsa digital yang

diterima. Komponen dari motor stepper sendiri bisa dilihat di Gambar 3.



Gambar 3 Motor Stepper Nema 17

Thermistor adalah salah satu jenis Resistor yang nilai resistansi atau nilai hambatannya dipengaruhi oleh suhu (Temperature). Thermistor merupakan singkatan dari “Thermal Resistor” yang artinya adalah Tahanan (Resistor) yang berkaitan dengan Panas (Thermal). Thermistor terdiri dari 2 jenis, yaitu Thermistor NTC (Negative Temperature Coefficient) dan Thermistor PTC (Positive Temperature Coefficient). Pada alat penelitian ini thermistor yang digunakan adalah thermistor jenis NTC dengan resistansi 100k. Bentuk fisik dari thermistor dapat dilihat di Gambar 4.



Gambar 4 Thermistor

Hotend adalah komponen printer tiga dimensi (3D) yang berfungsi untuk melelehkan filament Poly Lactic Acid (PLA) agar dapat memudahkan membentuk suatu produk atau objek. Hotend bekerja dengan cara mengeroll filament yang masih berbentuk padat dan pada saat pengerollan maka suhu pada hotend akan meningkat dan melelehkan filament. Hotend melelehkan termoplastik dan aliran dari menekan plastik pada lapisan tipis ke seberang satu dasar. Sebagai material mengeras dan lempeng bergerak ke lapisan berikutnya, bentuk

printer 3D dengan cepat membentuk beberapa jenis termoplastik. Bentuk fisik dari heater nozzle sendiri bisa dilihat di Gambar 5



Gambar 5 Hotend

Extruder adalah sebuah komponen dari printer 3D untuk melakukan pencetakan. Extruder secara khusus terdiri atas dua bagian utama, yaitu badan extruder (extruder body) dan hotend. Badan extruder terlihat sangat berbeda tergantung dengan merek/jenis printer yang dipakai. Sebagian besar dari printer berjenis shelf printer menggunakan sistem direct drive, yaitu motor stepper dari extruder mengantarkan langsung filament ke dalam hotend. Extruder jenis ini menggunakan filament dengan diameter yang lebih kecil yakni 1,75 mm. Sistem lain yang umum digunakan adalah menggunakan gear untuk menggerakkan filament menuju hotend, biasanya ditemukan pada printer buatan sendiri yang menggunakan filament berdiameter 3 mm. Bagian ini adalah bagian terakhir yang mendapatkan panas karena suhu tinggi. Hotend terdiri atas tiga komponen utama, yaitu nozzle, cartridge dan heating barrel tempat yang mana filament dipanaskan. Bentuk fisik dari extruder sendiri bisa dilihat di Gambar 3 extruder sendiri bisa dilihat di Gambar 5.



Gambar 5 Extruder

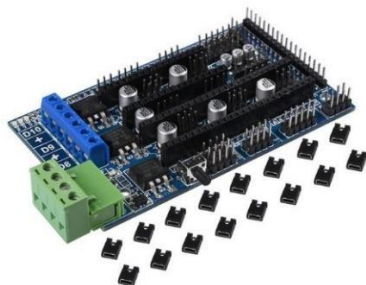
Limit switch mekanis adalah jenis limit

switch yang paling sederhana, sakelar mekanis sederhana yang diposisikan untuk memicu ketika sumbu dari masing-masing axis mencapai akhir/awal gerakannya. Operasi dasar dari limit switch ini adalah untuk mengatur status logic pin di ATmega untuk menunjukkan bahwa batas telah dicapai. Jenis sakelar ini memiliki satu pin keluaran yang disebut common dengan label C. Saat tuas tidak ditekan pin common terhubung ke pin input Normally Closed (NC) dan saat tuas ditekan pin common terhubung ke pin input Normally Open (NO). Bentuk fisik dari limit switch sendiri bisa dilihat di Gambar 6.



Gambar 6 Limit Switch

LCD Full Graphic Smart Controller ini berisi SD Card reader, rotary encoder dan display LCD 128 x 64 dot matrix dengan tampilan berbasis karakter 20x4. Papan tampilan ini dimaksudkan sebagai solusi yang mudah dan sederhana untuk berinteraksi dengan printer 3D, mengingat bahwa banyak dari mainboard printer 3D didasarkan pada desain RAMPS. LCD Full Graphic Smart Controller dihubungkan menggunakan smart controller yang terhubung langsung ke Arduino Mega 2560 dengan konektor yang dirancang khusus untuk mendukung perangkat bekerja. LCD Full Graphic Smart Controller sendiri bisa dilihat di Gambar 7.



Gambar 7 LCD Full Graphic SmartController

RAMPS 1.5 adalah variasi dari board RAMPS sebelum-sebelumnya dengan dipasangkan ke Arduino Mega untuk pengoperasian. RAMPS 1.5 dirancang dan diproduksi oleh BIQU/BIGTREETECH berdasarkan desain RAMPS open-source asli, tetapi belum membuat desain open-source atau merilis dokumentasi resmi apa pun hingga saat ini yang melanggar lisensi perangkat keras RAMPS asli.

Skematik RAMPS 1.5 hampir sama dengan RAMPS 1.4 hanya berbeda pada MOSFET dan sekeringnya. Selain itu posisi dioda D1 dan D2 telah ditukar, dioda D1 pada RAMPS 1.5 dekat dengan sekering F2. Keduanya menggunakan mosfet yang sama tetapi hanya memasangnya secara berbeda RAMPS 1.4 memiliki orientasi menyamping dengan heatsink yang memungkinkannya dipasang dan dicabut dengan mudah. RAMPS 1.5 memiliki mosfet yang disolder rata ke permukaan dengan heatsink flush di bagian bawah papan. RAMPS 1.5 menggunakan sekering kecil yang dipasang di permukaan daripada sekering kuning besar yang rentan putus pada RAMPS 1.4. Kelemahannya adalah mengganti sekering menjadi lebih sulit ketika sekering mengalami kerusakan. RAMPS 1.5 bisa dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Ramps 1.5

Perangkat catu daya adalah perangkat yang digunakan untuk menyuplai tegangan ke komponen atau perangkat. Catu daya terdiri dari 2 jenis yaitu catu daya konvensional dan SMPS (Switch Modular Power Supply). SMPS

bekerja dengan cara beresilasi atau switching.

Cara kerja SMPS diawali dengan tegangan sumber dari PLN diturunkan dengan trafo menjadi tegangan yang diinginkan, kemudian disearahkan menggunakan dioda bridge. Berikutnya hasil penyearahan masuk rangkaian filter untuk menghilangkan denyut yang tidak dibutuhkan. Kemudian terdapat rangkaian pembangkit pulsa PWM (Pulse Wave Modulation), rangkaian ini berfungsi sebagai driver untuk mengatur mosfet agar dapat beresilasi. Selanjutnya tegangan dilewatkan transistor switching untuk menyesuaikan tegangan dan disearahkan. Terdapat juga rangkaian umpan balik agar tegangan keluaran stabil. Catu daya dengan tegangan masukan sebesar 220VAC dan tegangan keluaran sebesar 12V serta arus sebesar 30A dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Catu Daya SMPS 12V 30A

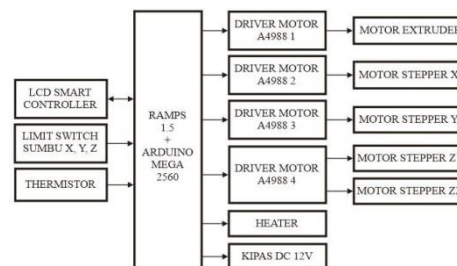
Ultimaker Cura adalah *software* yang dibutuhkan untuk mengubah model 3D menjadi instruksi pencetakan untuk printer. Ultimaker Cura memanfaatkan jenis file STL, OBJ, AMF dan POV untuk diubah menjadi file *G-code* yang berisi intruksi gerakan untuk *axis X, Y dan Z*. Hasil dari konversi file *G-code* bisa disesuaikan dengan model 3D *printer* dengan mengubah pengaturan yang disesuaikan dengan spesifikasi dan jenis *printing*. Pada Gambar 10 adalah logo *software* Ultimaker Cura.



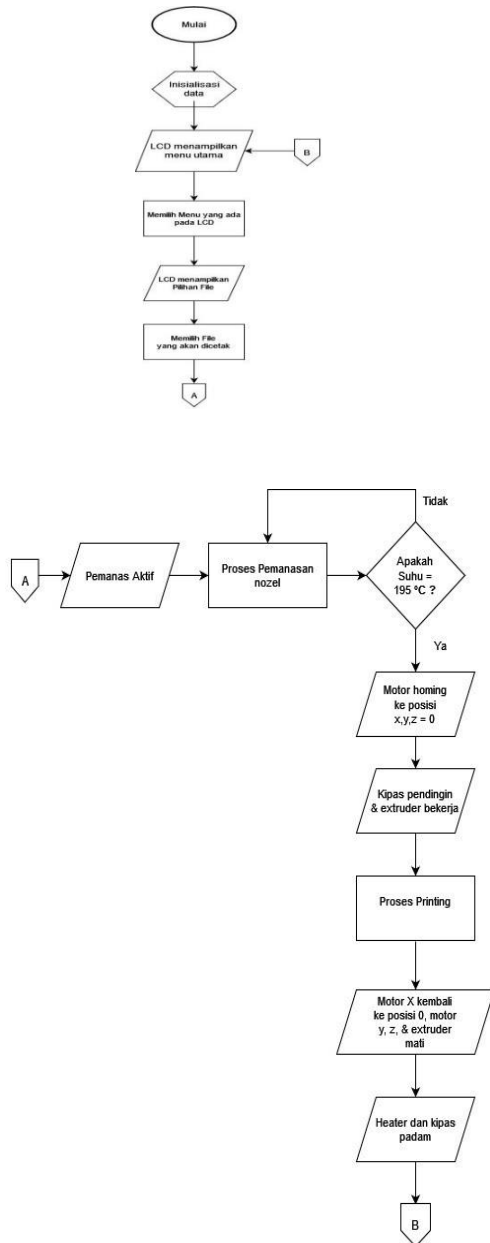
Gambar 10 Logo *Software* Ultimaker Cura

3. Metodologi penelitian

Penelitian Rancang Bangun 3D *Printer* Kartesian dengan *LCD Smart Controller* untuk mencetak model benda berdimensi tiga terdiri dari tiga bagian utama yaitu masukan, proses menggunakan Arduino Mega 2560 dan ramps 1.5, dan keluaran. Masukan ini berupa perintah yang dikoneksikan dengan *LCD Smart Controller*, thermistor, *limit switch* pada masing-masing batas minimum sumbu X, Y, Z mesin, kemudian beberapa aksi yang dapat dioperasikan dengan *LCD Smart Controller*, dan thermistor sebagai kontrol suhu pada pemanas nozel / *heater nozel*. Kemudian pada bagian keluaran ada 5 buah motor stepper jenis Nema 17 yang diatur oleh *driver* motor stepper A4988. Perencanaan diagram blok merupakan tahap pertama dalam merancang dan menyusun rangkaian yang dibutuhkan untuk penelitian ini. Diagram blok bisa dilihat pada Gambar 11. Kemudian menentukan diagram alir dari program yang digunakan seperti terlihat pada Gambar 12



Gambar 11 Diagram Blok



Gambar 12 Diagram alir

4. Hasil dan pembahasan

Pada bagian ini dilakukan perbandingan terhadap kepresisian mesin yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Data hasil pengukuran pergerakan mesin sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z dengan membuat objek kubus dengan ukuran sisi-sisinya masing-masing 1cm, 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm dan 3 cm dapat dilihat pada Tabel 1 dan presentase kesalahan dari pembacaan dan pengukuran pergerakan mesin ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1 Pengukuran pergerakan mesin

No	Pergerakan Alat (cm)	Pengukuran Alat (cm)		
		Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
1	1	1,0	1,02	1,04
2	1,5	1,495	1,5	1,56
3	2	1,95	2,0	2,04
4	2,5	2,495	2,5	2,54
5	3	2,95	3	3,04

Tabel 2 Peesentase kesalahan pembacaan dan pengukuran

No	Pergerakan Alat (cm)	Persentase Kesalahan (%)		
		Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z
1	1	0	2	4
2	1,5	0,3	0	4
3	2	2,5	0	2
4	2,5	0,2	2	1,6
5	3	1,6	0	1,3
Rata-rata Kesalahan (%)		0,92	0,8	2,58

Pada bagian ini dilakukan perbandingan dengan mengukur kesesuaian antara desain yang digambar pada *software* dengan hasil *printing*. Proses *printing* menggunakan nozzle ukuran 0.4 mm, filamen yang berukuran 1.75 mm dan motor *extruder* dengan resolusi sebesar 102.5 step/mm serta resolusi motor sumbu X sebesar 50.00 step/mm, didapatkan rata-rata persentase kesalahan sebesar 0,92. Pengujian kesesuaian untuk sumbu X dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Hasil Pengujian Sumbu X

Proses *printing* menggunakan nozzle ukuran 0.4 mm, filamen yang berukuran 1.75 mm dan motor *extruder* dengan resolusi sebesar 102.5 step/mm serta resolusi motor sumbu Y sebesar 80.00 step/mm, didapatkan rata-rata persentase kesalahan sebesar 0,8. Pengujian kesesuaian untuk sumbu Y dapat dilihat pada Gambar 12.



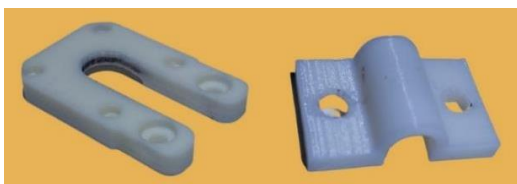
Gambar 12 Hasil Pengujian Sumbu Y

Dari proses *printing* menggunakan nozel ukuran 0.4 mm, filamen yang berukuran 1.75 mm dan motor *extruder* dengan resolusi sebesar 102.5 step/mm serta resolusi motor sumbu Z sebesar 400.00 step/mm, didapatkan rata-rata persentase kesalahan sebesar 2,58. Pengujian untuk kesesuaian sumbu Z terlihat pada Gambar 13



Gambar 13 Hasil Pengujian Sumbu Z

Pada Gambar 14 merupakan hasil akhir dari kerja alat ini menggunakan nozel ukuran 0.4mm dan filamen yang berukuran 1.75 mm.



Gambar 14 Hasil Proses Pembuatan

5. Kesimpulan dan saran

Dengan terselesaikannya penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Printer 3D Kartesian dengan LCD Smart Controller” dapat diambil kesimpulan bahwa:

- 1) Rancang Bangun Printer 3D Kartesian dengan LCD Smart Controller dapat bekerja dengan baik sebagaimana mestinya dalam mencetak bangun 3 dimensi sesuai dengan desain.

- 2) Rancang Bangun Printer 3D Kartesian dengan LCD Smart Controller memanfaatkan menggunakan LCD Smart Controller untuk melakukan komunikasi dengan printer dan nozel yang berfungsi untuk melelehkan filamen dengan dilengkapi thermistor untuk mengontrol suhu leleh, serta menggunakan motor stepper NEMA 17 sebagai penggerak masing-masing sumbu.
- 3) Rancang Bangun Printer 3D Kartesian dengan LCD Smart Controller yang dibuat memanfaatkan aplikasi Cura untuk melakukan slicing sehingga menghasilkan file G-code yang dapat dibaca oleh perangkat pemroses.
- 4) Rancang Bangun Printer 3D Kartesian dengan LCD Smart Controller yang telah dibuat dalam melakukan proses *printing* memiliki rata-rata persentase kesalahan masing-masing untuk sumbu X sebesar 0,92 %, sumbu Y sebesar 0,8% sedangkan untuk sumbu Z sebesar 2,58 %.

Saran yang bisa dijadikan sebagai pengembangan untuk penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Printer 3D Kartesian dengan LCD Smart Controller”.

- 1) Perencanaan pembuatan printer 3D sebaiknya mempertimbangkan desain sehingga dalam proses perawatan komponen lebih mudah.
- 2) Pelaksanaan perawatan mesin akan lebih baik jika dilakukan secara rutin agar mesin tetap dapat bekerja secara optimal.
- 3) Pembuatan mesin untuk mendaur ulang filamen yang gagal produksi saat proses *printing* akan sangat bermanfaat sehingga filamen daur ulang dapat digunakan lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Azikin, A. (2005). *Kamera Pengawas Berbasis Open Source*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Dharmawan, H. A. (2017). *Mikrokontroler Konsep Dasar dan Praktis*. Malang: UBMedia.
- Meilanov, M. (2018). *Desain*

Sambungan Batang Pada Mesin 3D Printing. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Mustofa, H. (2019). *Teknik Pemesinan NC/CNC dan CAM*. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia.

Putra, Alpin Kurnia dkk. (2019). *Perakitan 3D Printer Fused Deposite Modeling (FDM) Berbasis Arduino Mega 2560*. Surakarta: Universitas Sahid Surakarta.

Suhayri, Fikhri Rif'at. (2021). *Rancang Bangun 3 Dimension Printer Menggunakan Smart Lcd Dengan Arduino Mega 2560*. Padang: Universitas Negeri Padang.

Saptono, Marcelinus Petrus. (2020). *Prototype Rancangan Printer 3d Dengan Smart Lcd Berbasis Arduino Mega 2560 Menggunakan Teknologi Fused Filament Fabrication*. Sorong: Politeknik Saint Paul Sorong.

Wicaksono, Romario A. (2021). *Rancang Bangun dan Simulasi 3D Printer Model Cartesian Berbasis Fused Deposition Modelling*. Pontianak: