



KONTROL 3D PRINTER BERBASIS ARDUINO

Reza Pahlevi¹, Muhammad Bobby Kusnadi², Made Andik Setiawan³, Charloth⁴
^{1,2,3,4}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung
Corresponding Author: rpahlevi1324@gmail.com

ABSTRAK

Saat ini dunia industri terus mengalami perkembangan, terutama industri yang bergerak di bidang manufaktur. Pengembangan produk oleh perusahaan manufaktur merupakan sebuah keharusan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Salah satu cara yang paling efisien untuk pengembangan produk tersebut adalah menggunakan 3D printer. 3D printer yang beredar di pasaran menggunakan papan kontrol RAMPS 1.4 dengan marlin firmware yang bersifat open source, sedangkan 3D printer yang dibuat ini menggunakan Arduino sebagai sistem kontrolnya. 3D printer yang dibuat ini memiliki kemampuan untuk mencetak garis lurus dengan aplikasi Matlab sebagai aplikasi untuk memberi perintah untuk mencetak. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal perlu dilakukan persiapan dan pengujian untuk mendapatkan parameter yang sesuai. Berdasarkan pengujian dari alat yang telah dibuat, 3D printer dapat berfungsi cukup dengan parameter seperti suhu nozzle pada kisaran 150 °C dan jarak antara ujung nozzle dan alas cetak sebesar 0,25 mm. 3D printer yang telah dibuat memiliki tingkat akurasi sebesar $\pm 9,4$ mm dengan resolusi sebesar 0,16 mm dan repetabilitas sebesar 0,2 mm.

Kata Kunci: 3D printer, Arduino, Matlab, Parameter

ABSTRACT

Currently the industrial world continues to experience development, especially industries engaged in manufacturing. Product development by manufacturing companies is a must to meet consumer needs. One of the most efficient ways to develop these products is to use a 3D printer. The 3D printers on the market use the RAMPS 1.4 control board with the marlin firmware which is open source, while the 3D printers made use of the Arduino as the control system. This 3D printer has the ability to print straight lines with the Matlab application as an application to give commands to print. To get maximum results, it is necessary to prepare and test to get the appropriate parameters. Based on the testing of the tools that have been made, the 3D printer can function sufficiently with parameters such as nozzle temperature in the range of 150 °C and the distance between the nozzle tip and the print bed of 0.25 mm. The 3D printer that has been made has an accuracy rate of ± 9.4 mm with a resolution of 0.16 mm and a repeatability of 0.2 mm.

Keywords: 3D printer, Arduino, Matlab, Parameters

1. PENDAHULUAN

Saat ini dunia industri terus mengalami perkembangan, terutama industri yang bergerak di bidang manufaktur. Dalam industri manufaktur perencanaan suatu produk menjadi bagian yang sangat penting mengingat begitu ketatnya persaingan dan cepatnya inovasi baru yang dikeluarkan oleh produsen untuk mendapatkan pasar penjualan (Bagus, 2018)

Pengembangan produk oleh perusahaan manufaktur merupakan sebuah keharusan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Beberapa perusahaan manufaktur melakukan pengembangan produk, yaitu proses dimana konsep produk harus diterjemahkan dari gambar teknik menjadi produk fisik. Pembuatan produk fisik model pertama atau prototype dinamakan prototyping. Prototyping sangat penting karena merupakan makna terakhir dalam verifikasi bentuk, kesesuaian, dan fungsi produk. Rapid Prototyping atau Layered Manufacturing adalah proses fabrikasi suatu produk dengan layer by layer, atau penambahan raw material berturut-turut pada layer hingga terbentuk produk yang sesuai dengan model (PT. Deprintz, 2018). Untuk pembuatan prototype tersebut, salah satu cara yang paling efisien adalah menggunakan 3 dimensions printer (3D Printer). Penggunaan 3D printer dapat memangkas biaya produksi dan waktu pengerjaannya akan lebih cepat dibandingkan dengan cara yang konvensional.

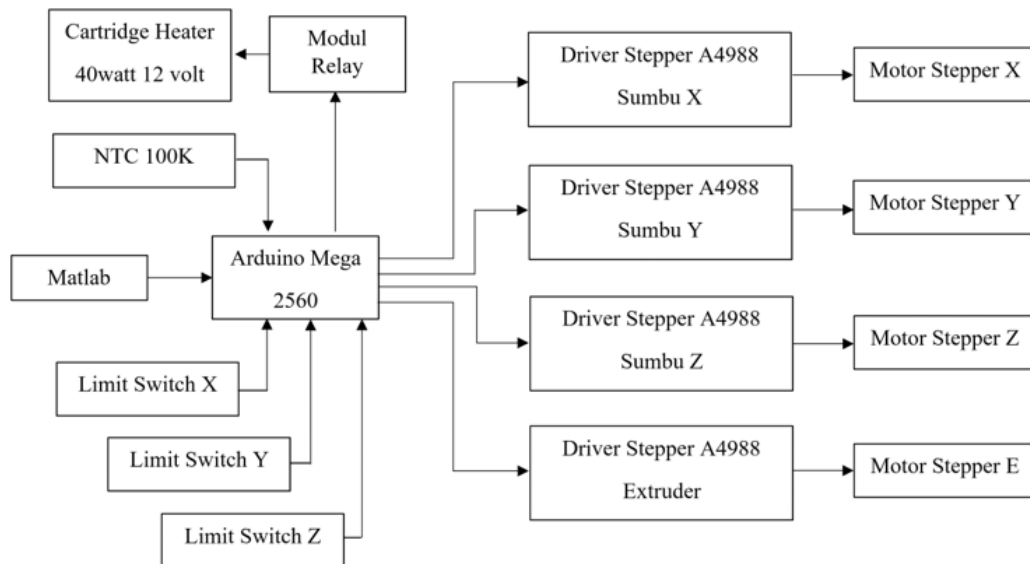
Pada Proyek Akhir ini kontrol 3D printer menggunakan Arduino Mega 2560, sedangkan pada 3D printer yang beredar di pasaran menggunakan papan kontrol RAMPS 1.4 dengan marlin firmware yang bersifat open source. Dengan menggunakan RAMPS 1.4 3D printer mampu mencetak bentuk 3 dimensi dengan format STL. Karena marlin firmware bersifat open source, maka dari itu 3D printer yang akan dibuat pada proyek akhir ini memiliki kemampuan untuk mencetak garis lurus dengan aplikasi Matlab sebagai aplikasi untuk memberi perintah untuk mencetak.

2. METODE

Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat alat untuk kontrol 3D printer berbasis Arduino, 3D printer yang akan dibuat pada penelitian ini menggunakan metode Fused Deposition Modeling (FDM) adalah Proses pembuatan additive yang termasuk dalam kelompok "Material Extrusion". Dalam FDM, Sebuah Objek dibentuk dengan cara melelehkan material (Resin) lalu di tempatkan lapis demi lapis sehingga membentuk sebuah objek yang di inginkan. Material yang digunakan dalam FDM adalah Jenis Thermoplastic dalam bentuk Filament. FDM Sendiri digunakan dalam sebagian besar industri 3D Printer dan ini merupakan teknologi yang banyak digunakan pada jenis printer 3D (Gandjar Kiswanto, 2010)

Adapun tahapan dalam penelitian ini terdiri dari 6 tahapan yaitu, pertama melakukan studi literatur serta pengumpulan data yang berkaitan dengan 3D printer. Tahapan kedua yaitu mendesain Kontrol 3D Printer Berbasis Arduino baik dari hardware maupun software. Tujuannya agar mempermudah dalam pembuatan tugas akhir ini. Perancangan hardware ini berupa perancangan elektrik yang dibutuhkan dalam 3D printer itu sendiri. Tahapan ketiga yaitu, Pembuatan hardware dan software, untuk konstruksi mekanik dalam penelitian ini penulis tidak membuat langsung konstruksi mekaniknya karena kontruksi mekaniknya membeli kontruksi yang sudah siap pakai. Tahapan empat yaitu, proses pembuatan hardware elektrik dan software selesai, langkah selanjutnya adalah proses uji coba alat. Proses ini

bertujuan untuk mengetahui kerja alat apakah bekerja secara optimal dan berfungsi sesuai dengan fungsi yang diinginkan. Tahapan kelima yaitu tahap analisis data pada hasil uji coba yang telah dilakukan yang bertujuan untuk melihat kekurangan terhadap alat yang telah dibuat baik dari segi konstruksi, rangkaian kontrol serta program yang dibuat.



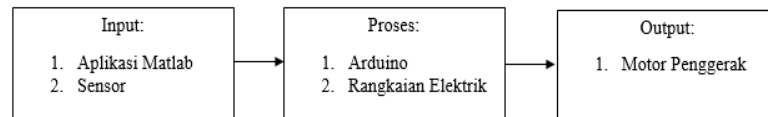
Gambar 1. Blok diagram hardware elektrik

Pada Gambar 1 yaitu merupakan blok diagram kontrol 3D printer berbasis Arduino. Perintah input nilai yang ingin dicetak menggunakan aplikasi Matlab, input yang dimaksud berupa nilai sumbu X dan sumbu Y. Kemudian Arduino akan memproses seluruh kontrol yang telah dibuat sehingga semua sistem bekerja sesuai dengan kontrol yang telah dibuat. Mulai dari motor stepper bergerak sesuai dengan nilai input yang telah diperintahkan, kemudian pemanas akan mulai bekerja untuk memanaskan nozzle sehingga proses pencetakan dapat berjalan dan akan menghasilkan output yang diinginkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada dasarnya, cara kerja 3D printing sama saja dengan printer inkjet konvensional dimana printer membuat layer atau lapisan-lapisan cetakan warna untuk membuat sebuah objek terlihat seperti seharusnya. Hanya saja pada 3D printer yang digunakan bukanlah tinta tetapi plastic molten wax atau filament sehingga menjadi sebuah objek yang diinginkan. Berbeda dengan teknologi seperti pada mesin CNC (Computer Numeric Control) yaitu subtractive manufacturing, 3D printer menganut teknologi additive manufacturing di mana objek terbangun dengan membentuk layer per layer material, bukan membuang material seperti pada laser cutting/milling machine (Sumantri, 2012)

Hasil pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana proses pencetakan pada 3D printer, dengan cara mengubah-ubah parameter seperti suhu nozzle dan jarak ujung nozzle dengan alas cetak sampai mendapatkan parameter yang tepat untuk mendapatkan hasil cetakan yang diinginkan.



Gambar 2. Blok diagram sistem 3D printer berbasis arduino secara umum

Dapat dilihat pada Gambar 2 bagian input pada alat terdiri dari aplikasi untuk memasukkan nilai x dan y, pembuatan aplikasi input tersebut menggunakan GUI matlab. Sedangkan sensor yang digunakan adalah thermistor 100K sebagai pengontrol suhu pada nozzle. Untuk bagian pemrosesan menggunakan arduino mega 2560 sebagai pengontrol rangkaian elektrik pada 3D printer yang dibuat. Dan untuk bagian output yaitu motor stepper sebagai penggerak setiap axis sehingga dapat mencetak garis lurus sebagai hasilnya.

1. Pengujian Motor *Stepper* Sebagai Penggerak X Axis

Untuk mendapatkan rumus perhitungan untuk mencetak garis lurus pada penelitian ini kita harus mengetahui spesifikasi dari *Timing belt* dan *Pulley circle*. *Belt* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan tipe GT2 dimana jarak antara *pitch* yaitu 2 milimeter. Sedangkan *pulley circle* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan tipe GT2 dengan jumlah gigi 32 dimana jarak antara *pitch* yaitu 2 milimeter. Didapatkanlah perhitungan untuk mengkonversikan nilai *step* motor menjadi nilai dengan satuan milimeter.

Panjang satu putaran penuh motor stepper yaitu 32 mm. Dan untuk mencetak sepanjang satu milimeter diperlukan 6,25 *step*.

Jika ingin mencetak garis dengan panjang 100 mm, maka kita dapat menghitung berapa jumlah *step* yang diperlukan untuk mencetak garis tersebut yaitu 625 *step* sebagaimana digambarkan dalam Gambar 3 dan Tabel 1.



Gambar 3. Motor *stepper* sebagai penggerak X axis

Tabel 1. Hasil pengujian motor stepper sebagai penggerak X axis

<i>Step</i>	Hasil Pengukuran (mm)
62	10
312	50
625	100

Pada Tabel 1 diatas merupakan hasil pengujian motor *stepper* dengan *driver* A4988. Dari data pengujian menggunakan pena dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan sama dengan hasil garis yang terbentuk.

2. Pengujian Aplikasi Input 3D Printer Dengan Matlab

Penelitian ini menggunakan fungsi GUI, untuk mencoba interaksi antara Arduino dan Matlab.



Gambar 2. Aplikasi *input* 3D printer dengan Matlab

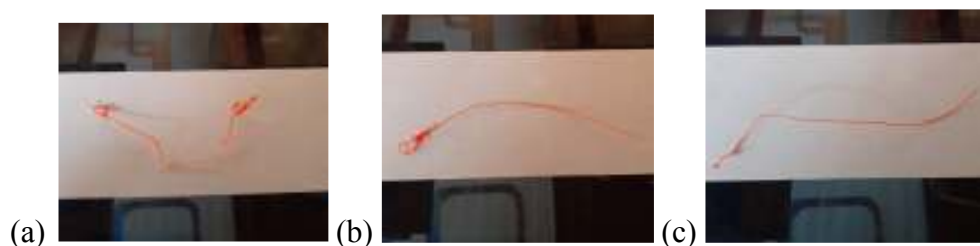
Terdapat beberapa menu yang disediakan seperti tombol *connect* dan *disconnect* yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan koneksi antara Arduino dan Matlab. Serta menu untuk mengatur nilai X dan nilai Y yang diinginkan, dan terakhir tombol *reset* yang berfungsi untuk mengembalikan nilai X dan nilai Y menjadi nol.

3. Pengujian Keseluruhan

Pengujian dilakukan dalam bentuk kalibrasi parameter dengan mencetak, hasil yang sudah tercetak kemudian diukur dan dilihat secara visual tampilan luarnya. Jika hasil pengukuran maupun hasil secara visual tidak sesuai, maka parameter diubah sampai didapat hasil yang sesuai.

Jarak antara ujung *nozzle* dengan alas cetak = 1 mm, suhu *nozzle* = 100 °C filamen yang keluar kurang baik dan terlalu cepat mengeras, filamen tidak menempel pada alas cetak. Suhu *nozzle* = 125 °C, filamen yang keluar kurang baik dan terlalu cepat mengeras, filamen tidak menempel pada alas cetak. Suhu *nozzle* = 150 °C, filamen yang keluar sudah sesuai dengan yang diinginkan, filamen tidak menempel pada alas cetak.

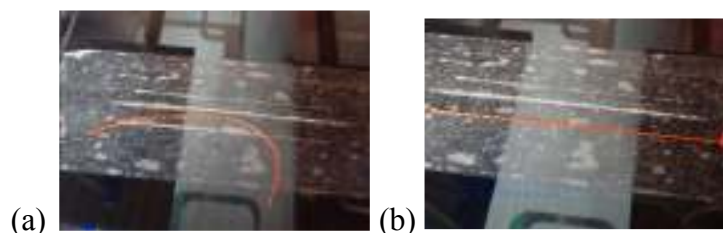
Suhu *nozzle* = 150 °C, jarak antara ujung *nozzle* dengan alas cetak = 0.8 mm dan 0.5 mm filamen tidak menempel dengan baik pada alas cetak. Sedangkan jarak dengan alas cetak = 0.25 mm filamen menempel dengan baik pada alas cetak.



Gambar 3. Hasil dari parameter dengan suhu (a) 100°C, (b) 125°C, (c) 150°C dan jarak 1 mm

Parameter suhu pada *nozzle* sangat berpengaruh pada hasil cetakan, suhu yang terlalu rendah akan membuat *filament* cepat mengeras sehingga hasil cetakan tidak menempel pada alas cetak. Sedangkan apabila suhu terlalu tinggi akan berpengaruh pada *hotend* yang berfungsi sebagai penyerap panas *nozzle*, kemampuan *hotend* akan berkurang apabila suhu *nozzle* terlalu tinggi sehingga *nozzle* akan mengalami *overheat*.

Parameter jarak antara ujung *nozzle* ke alas cetak juga berpengaruh pada kemampuan menempelnya. Secara ideal diameter keluaran plastik dari *nozzle* sama dengan diameter ujung *nozzle*. Jenis alas cetak yang digunakan juga berpengaruh pada kemampuan menempelnya *filament*. Alas cetak *heat bed* biasanya paling banyak digunakan karena *heat bed* dapat menghantarkan panas. Beda dengan alas cetak dari jenis akrilik ataupun kaca yang tidak dapat menghantarkan panas.



Gambar 9. Hasil dari parameter dengan suhu 150°C dan jarak (a) 0,50 mm, (b) 25 mm

Setelah dilakukan pengujian dengan parameter kedua, suhu pada *nozzle* yang baik ada pada kisaran 150°C. Sedangkan untuk jarak antara alas cetak dengan ujung *nozzle* yang baik ada pada jarak 0,25 mm. Apabila jarak lebih kecil dari 0,25 *filament* sulit untuk keluar dan dapat menyebabkan *nozzle* menjadi buntu karena adanya gumpalan *filament* yang menumpuk dalam *nozzle*. Dengan menggunakan alas cetak dari kaca, dimana *filament* sulit untuk menempel jika tidak dibantu dengan perekat seperti lem kertas atau *double tape*. Kemudian dilakukan pengecekan apakah alat yang dibuat memiliki akurasi dan presisi yang baik atau tidak.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengerjaan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa alat ini dapat berfungsi baik dengan parameter suhu *nozzle* pada kisaran 150°C dan jarak antara ujung *nozzle* dan alas cetak adalah 0,25 mm. Hasil cetak pada alat ini memiliki tingkat akurasi sebesar $\pm 9,4$ mm dengan resolusi sebesar 0,16 mm dan repeabilitas sebesar 0,2 mm. Penggunaan alas cetak dari kaca kurang efisien karena perlu penambahan perekat sebelum mencetak agar filamen menempel.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih untuk Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan Penelitian Riset Dasar Kementerian Riset dan Teknologi tahun 2020, I Made Andik Setiawan selaku dosen pendamping, serta pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan artikel ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagus, I., 2018. *Pengertian 3D Printer FDM (Fused Deposition Modeling)*. [Online] Available at: <https://www.idekubagus.com/2018/02/pengertian-3d-printer-fdm-fused.html>, [Accessed 17 November 2020].
- Gandjar Kiswanto, A. R. A. S. H. M., 2010. Pengembangan Mesin Rapid Prototyping Berbasis Fdm (Fused Deposition Modeling) Untuk Produk Berkontur Dan Prismatic. p. 123.
- PT. Deprintz, 2018. *Mesin 3D Printer*. [Online] Available at: <https://jualmesinprinter3d.com/prinsip-dasar-dan-cara-kerja-mesin-3d-printer/#:~:text=Prinsip%20utama%20untuk%20pencetakan%203D,menampilkan%20data%20dalam%203%20dimensi.> [Accessed 17 November 2020].
- Sumantri, D., 2012. Gandjar Kiswanto, dkk, Pengembangan Mesin Rapid Prototyping Berbasis Fdm (Fused Deposition Modeling) Untuk Produk Berkontur Dan Prismatic, 2010, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9 Palembang.. pp. 1-2.