

3D Printer Chocolate Berbasis Arduino

3D Printer Chocolate Based on Arduino

Andrean George Wibisono, Bobi Kurniawan

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Universitas Komputer Indonesia Jl. Dipati ukur No 112, Bandung

Email : andreangw7@email.unikom.ac.id

Abstrak - 3D Printing merupakan evolusi dari teknologi cetak, yaitu mampu menghasilkan atau memproduksi dan merancang struktur yang canggih dalam satu kesatuan. 3D Printing adalah salah satu proses fabrikasi Fused Deposition Modelling (FDM) yaitu teknologi Additive Manufacturing (AM) yang sistem kerjanya pembentukan benda dengan penambahan bahan lapis demi lapis. Dari latar belakang masalah diatas, identifikasi masalah yang akan dijadikan bahan penelitian adalah belum adanya 3d printer khusus untuk mencetak material cokelat, khususnya pada bagian ekstruder yang ada di pasaran saat ini hanya bisa untuk mencetak filamen plastik belum ada khusus untuk cokelat. Penelitian ini memiliki tujuan adalah untuk merancang ekstruder pada alat Printer 3D khusus mencetak bahan cokelat. Pengujian kinerja alat dilakukan dengan cara menguji rangkaian yang telah dibuat dengan cara mencetak sketsa gambar 3d yang sudah dibuat menjadi bentuk real, pengujian kelayakan alat dengan cara membuat sebuah kuisioner yang akan diberikan kepada para peserta uji coba dengan target seseorang yang telah/ingin membuat kue cokelat menggunakan 3d printer pada sektor home industry. Hasil akhir dari penelitian ini dapat dilihat bahwa alat 3D printer sudah cukup mampu untuk mencetak bahan cokelat dengan presisi dan akurat, walaupun belum benar-benar rapi terutama pada bentuk design yang cukup rumit.

Kata kunci : 3D Printer, cokelat, ekstruder, filamen plastik

Abstract - 3D Printing is an evolution of print technology, which is able to produce or produce and design sophisticated structures in a single unit. 3D Printing is one of the processes of fabricating Fused Deposition Modeling (FDM), which is Additive Manufacturing (AM) technology whose working system is the formation of objects with the addition of materials layer by layer. From the background of the problem above, identification of the problem that will be used as research material is the absence of a special 3d printer to print chocolate material, especially in the extruder parts on the market at this time can only be used to print plastic filaments, there is no special chocolate. The aim of this research is to design an extruder on a special 3D Printer tool to print chocolate material. Testing the performance of the tool is done by testing the series that has been made by printing sketches of images 3d that have been made into real form, testing the feasibility of the tool by making a questionnaire that will be given to the test participants with the target of someone who has / wants to make chocolate cake using 3d printer in the home industry sector. The final results of this study can be seen that the 3D printer tool is capable enough to print chocolate material with precision and accuracy, although it is not really neat, especially in the form of design that is quite complicated.

Keyword : 3D Printer, chocolate, extruder, plastic filament

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

3D Printing merupakan evolusi dari teknologi cetak, yaitu mampu menghasilkan atau memproduksi dan merancang struktur yang canggih dalam satu kesatuan. 3D Printing adalah salah satu proses fabrikasi *Fused Deposition Modelling* (FDM) yaitu teknologi Additive Manufacturing (AM) yang sistem kerjanya pembentukan benda dengan penambahan bahan lapis demi lapis. Beberapa tahun terakhir,

teknologi 3D Printing telah mengalami peningkatan yang signifikan dalam kontribusinya mengenai kualitas cetak dan biaya cetak dalam prosedur pembuatan prototipe cepat. Rapid prototyping seperti 3D Printer merupakan alat yang efektif dalam pengembangan produk [1]. Dalam dunia industri, 3D Printing sangat digemari karena untuk pembuatan prototipe yang biasanya membutuhkan waktu yang lama dapat dibuat dalam waktu yang lebih singkat [2]. Hal tersebut amat berpengaruh pada biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk yang baik.

Sebelum produk dibuat secara massal terlebih dahulu dibuat purwarupa produk untuk mengetahui bentuk, ukuran, dan ergonomikanya agar bisa dilakukan penilaian [3]. Selain pada bidang teknik, 3D Printing juga digunakan dalam bidang medis. Contoh penerapan pada dunia medis adalah pembuatan organ tubuh tiruan seperti telinga, tangan, kaki, gigi dan lain-lain [4].

Proses Rapid Prototyping dimulai dengan membuat desain model 3D menggunakan software seperti Solidworks, Autocad, Sketchup, dan sebagainya. Desain yang sudah valid kemudian disesuaikan pada ruang pembuatan (part orientation) [5]. Konsep dari rapid prototyping adalah dengan membagi objek dengan ketebalan yang sesuai dengan penampang dari objek tersebut [6]. Kemudian, alat 3D Printer membuat bentuk tiga dimensi dengan menambahkan bahan atau material secara lapis demi lapis sesuai dengan pembagian penampang objek [7]. Elemen dari permukaan benda tergantung pada tebal lapisan dari alat 3D Printer. Semakin kecil tebal lapisan maka kualitas permukaan semakin bagus. Berdasarkan latar belakang tersebut maka penelitian ini merakit sebuah alat 3D Printer tipe Prusa i3. Alat ini akan digunakan untuk mencetak produk 3 dimensi yang berasal dari desain CAD sehingga dapat membantu dosen atau mahasiswa dalam pengerjaan project seperti penelitian, komponen robot, modul maupun benda-benda lainnya. Hal yang harus diperhatikan dalam pencetakan produk adalah bahan baku cetak yang akan digunakan. Dalam penulisan penelitian ini akan dibahas mengenai alat dan bahan yang dibutuhkan untuk merakit 3D Printer, mendesain produk, penentuan bahan baku cetak, metodologi pengoperasian alat hingga hasil akhir yang akan dibuat oleh 3D Printer.

B. Tinjauan State of Art

Tujuan dari penelitian kami adalah; merancang bangun mesin printer 3D dengan kontroller arduino mega 2560 dengan dukungan memory card yang bisa menyimpan file yang akan dieksekusi sehingga proses pencetakan tidak harus selalu terhubung dengan PC. Metode yang digunakan adalah riset developmen yang akan menghasilkan produk berupa prototipe mesin printer 3d menggunakan metode printing fused filament fabrication. Langkah kegiatan penelitian yang akan dilakukan meliputi; 1) perancangan hardware, 2) perancangan software, 3) pengujian unjuk kerja mesin, 4) analisa hasil. Luaran yang direncanakan dari penelitian ini adalah: 1)

prototipe mesin printer 3D, 2) publikasi di jurnal Nasional, dan 3) diseminasi pada seminar Nasional. [8] Penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan struktur mekanik dari perancangan desain rangka 3D Printer tipe Core XY menggunakan software Autodesk Inventor 2015 dan mengetahui kualitas produk hasil 3D Printer yang dibuat. Penelitian ini merupakan jenis perancangan dengan metode Pahl & Beitz dengan tahapan penjabaran tugas atau spesifikasi, perancangan konsep, perancangan wujud, dan perancangan secara terperinci. Analisis data menggunakan statistik deskriptif. Hasil analisis data menunjukkan bahwa kekuatan rangka 3D Printer cukup baik dibuktikan dengan analisis menggunakan software Autodesk Inventor 2015 dan hasil benda kerja yang diproses menggunakan 3D Printer mempunyai nilai kepresisian dengan toleransi ± 0.5 mm dibuktikan dengan hasil pengukuran benda kerja dengan menggunakan alat ukur. Jadi disimpulkan bahwa 3D Printer tipe core XY yang dibuat layak digunakan untuk proses pembuatan benda 3 Dimensi. [9] Printer 3D adalah teknologi yang banyak diterapkan dan dikembangkan di industri yang sedang berkembang. Karena dengan alat ini industri yang tumbuh industri dapat membuat prototipe terlebih dahulu. Jadi prototyping menjadi kunci dalam menilai suatu produk apakah layak untuk diproduksi secara massal. Karenanya prototyping akan sangat membantu menentukan proses produksi selanjutnya dan nilai investasi yang harus dikeluarkan. Printer 3D menggunakan metode Fused Deposition Modeling (FDM) atau proses pemodelan dengan deposisi fusi ini akan membangun lapis demi lapis dari bawah ke atas dengan memanaskan kepala nozzle dan mengekstrusi filamen ke penampang. Dari segi bahan yang sampai sekarang umum digunakan untuk printer 3D adalah plastik. Karena filamen dengan plastik memiliki titik leleh yang tinggi. Ini adalah bahan filamen plastik dengan tipe Polylactic Acid (PLA). Namun ada beberapa jenis filamen yang masih belum umum digunakan, salah satunya adalah cokelat. Dengan filamen yang terbuat dari cokelat dibandingkan dengan filamen seperti plastik, ia memiliki titik leleh yang rendah.[10]

Dalam penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya dapat dilihat beberapa perbedaan. Perbedaan pertama dapat dilihat dari penggunaan bahan cetak yang masih menggunakan filamen plastik. Perbedaan kedua dapat dilihat pemanas atau heater hanya terdapat pada nozzle saja. Kelebihan penelitian yang penulis lakukan dari

penelitian sebelumnya adalah dari segi kemudahan dan material. Kita hanya mengubah rancangan pada ekstruder, nozzle, dan suhu pemanas sedangkan perancangan alat keseluruhan sama dengan alat 3d printing pada umumnya hal ini membuat waktu, serta tingkat kesulitan dalam merancang alat ini menjadi rendah.

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat suatu sistem / alat 3D Printing yang dapat mencetak suatu bentuk dengan hasil yang baik, serta menguji/menganalisis apakah alat 3D printing yang dapat mencetak suatu bentuk dengan bahan baku filamen dengan baik dapat juga mencetak dengan baik jika bahan bakunya diganti menjadi cokelat.

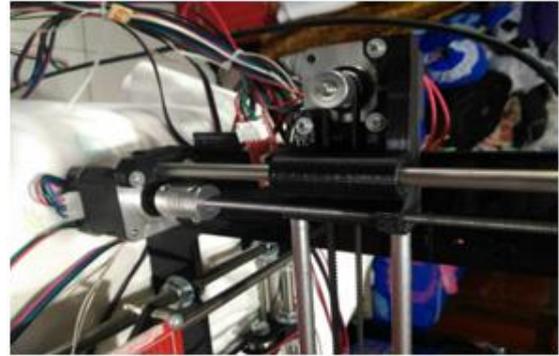
II. METODOLOGI

Penelitian ini adalah jenis penelitian eksperimen yang dilakukan dengan percobaan pada serangkaian sistem baik perangkat keras maupun perangkat lunak yang bekerja pada sistem kontrol yang terpusat pada sebuah mikrokontroler arduino. Percobaan juga dilakukan untuk mengetahui seberapa baik *hardware* dan *software* saling terintegrasi satu sama lain pada penelitian ini.

Perancangan dan realisasi sistem merupakan bagian yang penting dari pembuatan penelitian. Pada prinsipnya perancangan yang baik dan dilakukan secara sistematis, akan memberikan kemudahan dalam proses pembuatan alat serta analisisnya. Bab ini akan membahas perancangan yang merupakan proses dari pembuatan alat yang meliputi perancangan hardware dan perancangan software.

Pada bagian perancangan alat dapat dilihat pada **Gambar 1** motor stepper yang digunakan. Perubahan yang paling signifikan terjadi pada bagian ekstruder. Dapat dilihat pada **Gambar 2** ekstruder sebelum dimodifikasi sedangkan pada **Gambar 3** dapat dilihat ekstruder setelah dimodifikasi.

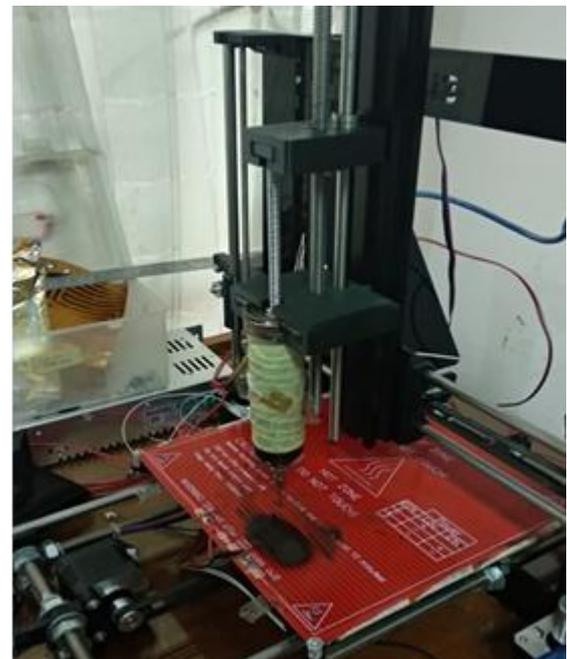
Untuk switch sensor pada 3D printer bisa dilihat pada **Gambar 3**, dan untuk bed pada 3D printer bisa dilihat pada **Gambar 4**. Untuk mikrokontroler yang digunakan bisa dilihat pada **Gambar 5**. Adapun Blok Diagram pada alat ini ditunjukkan dalam **Gambar 6**.



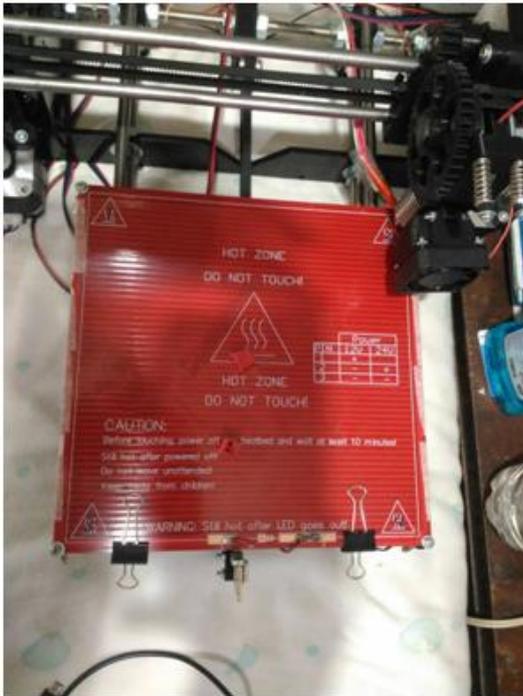
Gambar 1. Motor Stepper (hardware)



Gambar 2. Ekstruder pada 3D Printer(sebelum dimodifikasi)



Gambar 3. Ekstruder pada 3D Printer(sesudah dimodifikasi)

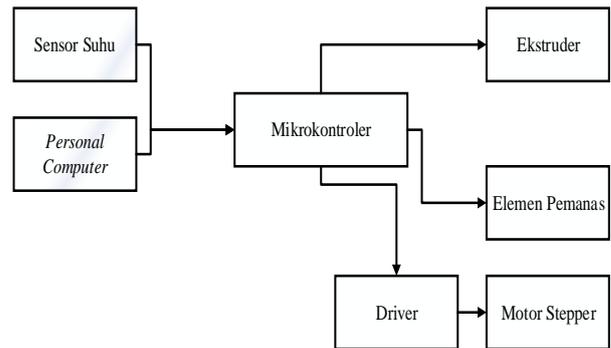


Gambar 4. Bed (hardware)



Gambar 5 Arduino mega + shield (hardware)

Fungsi dari masing-masing blok diagram pada Gambar 6 akan dijelaskan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Pada Tabel I dan Tabel II akan dijelaskan secara merinci alat bahan serta komponen apa yang digunakan lengkap berikut dengan masing-masing fungsinya



Gambar 6. Blok Diagram

Tabel I. Fungsi Komponen Blok Diagram

No	Komponen	Penjelasan
1	Sensor Suhu	Untuk mendeteksi suhu pada nosel
2	Mikrokontroler	Sebagai komponen utama untuk membaca sensor, mengolah data, dan menggerakkan aktuator
3	Personal Komputer	Sebagai input data file G.code dan monitoring 3D printer
4	Motor stepper	Untuk menggerakkan ekstruder
5	Extruder	Sebagai aktuator untuk mengatur keluaran filament
6	Elemen Pemanas	Sebagai pemanas pada komponen nosel
7	Driver	Sebagai penghubung komunikasi antara stepper dan mikro

Tabel II. Spesifikasi Alat

Frame	Akrilik 6 mm
Ukuran mesin	510 mm x 400 mm x 415 mm
Bahan filament	ABS, PLA, TPU, Kayu, Nilon, PVA, PP
Diameter filament	1,75 mm
Dimensi print	220 mm x 220 mm x 240 mm
Kecepatan print	100 mm/s
Diameter nosel	0,4 mm
Ketebalan lapisan	0,1 mm – 0,3 mm
Akurasi posisi XY	0,012 mm
Akurasi posisi Z	0,004 mm
Kondisi kerja	Suhu : 10-30 °C dan kelembaban: 20% - 50%
Operasi sistem Windows	XP, Win 7, Win 8, Win 10, Mac
Software slicing	Repetier-host

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini membahas tentang pengujian dan analisa terhadap alat, yang meliputi pengujian terhadap software dan hardware. Pengujian pada hardware ini meliputi :

- a. Pengecekan ulang pada hardware ketika pada saat hardware bekerja terdapat gangguan pada hardware seperti baut longgar atau kesalahan pemasangan komponen sensor dan komponen lainnya pada hardware.
- b. Pengujian hubungan pada komputer yang digunakan untuk kontrol penuh atau administrator sistem yang difungsikan untuk perubahan E²PROM pada mikrokontroler.

Pada pengujian dan analisis pada alat ini untuk yang pertama kita siapkan desain dapat dilihat pada **Gambar 7**, kedua kita buka file desain pada software repetier yang dapat dilihat pada **Gambar 8**, ketiga kita atur pengaturan 3D printer yang dapat dilihat pada **Gambar 9**, terakhir waktu estimasi cetak dapat kita ketahui pada software repetier yaang dapat dilihat pada **Gambar 10**. Proses penyetakan dengan 3D printer masih menggunakan bahan baku filament ABS, menguji coba apakah bisa 3D printer yang biasanya menyetak dengan bahan baku filament dirubah menjadi mampu untuk menyetak namun dengan bahan baku yang berbeda yaitu cokelat.

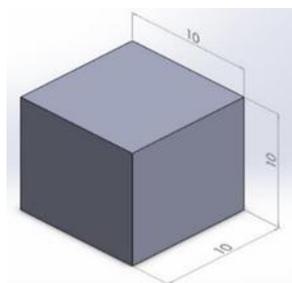
Pengujian ke-1

a. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat presisi hasil cetak dan perhitungan estimasi waktu per 10 mm³.

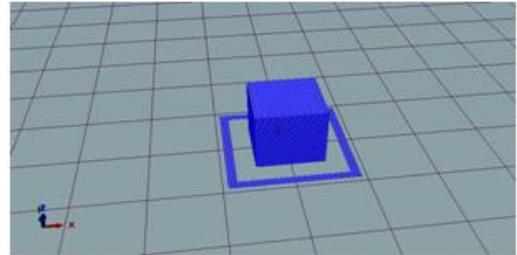
b. Prosedur pengujian

- 1. Menyiapkan desain



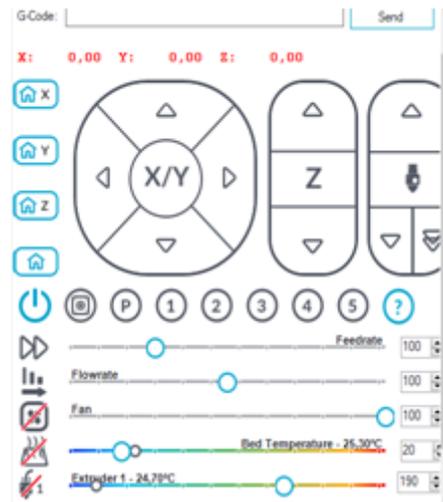
Gambar 7. desain yang akan dicetak

- 2. Membuka File desain tersebut di *software Repetier-Host*



Gambar 8. Tampilan desain pada software Repetier-Host

- 3. Pengaturan pada menu *Basic dan Advance*



Gambar 9. Pengaturan pada software Repetier

- 4. Estimasi waktu yang dibutuhkan

Printing Statistics	
Estimated Printing Time:	5m:18s
Layer Count:	50
Total Lines:	1578
Filament needed:	224 mm
Extruder 1	224 mm

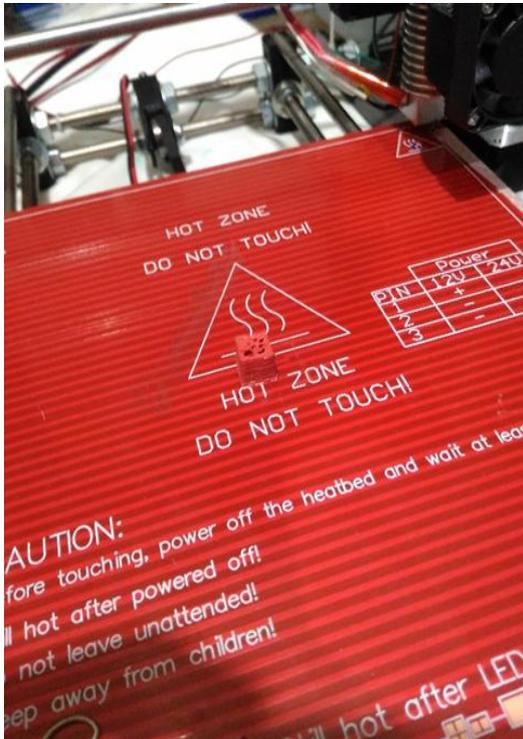
Gambar 10 Estimasi waktu yang dibutuhkan

c. Hasil

Berdasarkan pengujian didapatkan hasil yaitu 3D Printer mampu mencetak produk sesuai desain dengan ukuran 10mm x 10mm x 10mm dan ukuran 40mm x 40mm dengan dengan hasil yang memiliki selisih 0,1mm - 0,2mm membutuhkan waktu 5 menit 18 detik, selisih 33 detik dari estimasi waktu yang ada pada software Repetier Host.

Pada **Gambar 11** bisa kita lihat hasil dari penyetakan 3D printer untuk bentuk kubus dengan ukuran 10 mm x 10 mm, secara fisik dapat dilihat bentuk kubus sudah baik hanya masih belum terlalu rapi atau halus hasilnya terutama pada bagian atas nya. Untuk menguji seberapa akurat hasil penyetakan disini kita

melakukan pengukuran secara manual menggunakan penggaris, dan ternyata hasilnya akurat. Kubus berukuran 10 mm sesuai dengan ukuran yang sudah kita tentukan, bisa dilihat pada **Gambar 12**.



Gambar 11 Hasil penyetakan pada 3D Printer



Gambar 12 Pengukuran manual menggunakan penggaris

Pada percobaan pertama alat 3D printer sudah diuji coba untuk mencetak bentuk 3D menggunakan bahan baku material plastik *filament ABS*, untuk hasilnya dapat kita lihat juga pada pertama cukup baik. Bentuk yang sebelumnya telah dirancang pada perangkat komputer dapat dicetak oleh alat 3D printer

dengan tingkat kepresisian cukup tinggi sehingga bentuk yang dihasilkan pun cukup baik sesuai dengan ekspektasi. Pada percobaan yang kedua ini saya akan menguji coba alat 3D printer sama dengan percobaan pertama namun yang sangat signifikan berbeda pada percobaan kedua ini saya akan mengganti bahan baku material plastik *filament ABS* menjadi material berbahan cokelat yang dapat dikonsumsi, dengan merubah pada bagian ekstruder serta temperatur suhu dihaapkan percobaan akan dapat berhasil dilakukan dan hasilnya sesuai dengan ekspektasi.

Pengujian ke-2

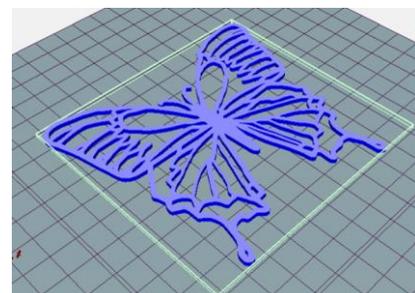
a. Tujuan

Sama seperti pengujian yang dilakukan sebelumnya pertama kita mempersiapkan desain yang akan dicetak dapat dilihat pada **Gambar 13**, kedua kita atur pengaturan 3D printer yang dapat dilihat pada **Gambar 14**, terakhir waktu estimasi cetak dapat kita ketahui pada software repetier yang dapat dilihat pada **Gambar 15**.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat presisi hasil cetak dan perhitungan estimasi waktu per 11 mm³.

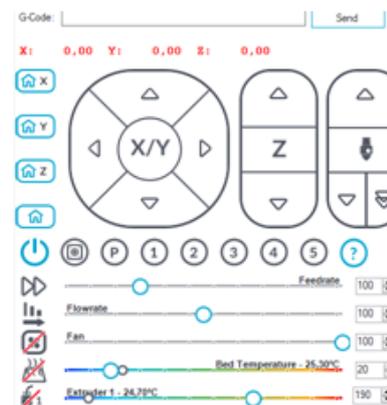
b. Prosedur pengujian

1. Menyiapkan desain



Gambar 13 Desain yang akan dicetak

2. Pengaturan pada menu *Basic* dan *Advance*



Gambar 14 Pengaturan pada software Repetier

3. Estimasi waktu yang dibutuhkan

Printing Statistics	
Estimated Printing Time:	12m:47s
Layer Count:	2
Total Lines:	10892
Filament needed:	22 mm
Extruder 1	22 mm

Gambar 15 Estimasi waktu yang dibutuhkan

c. Hasil

Berdasarkan pengujian didapatkan hasil yaitu 3D Printer mampu mencetak produk sesuai desain dengan ukuran 11cm x 50mm x 11cm dengan hasil yang memiliki selisih 2 mm membutuhkan waktu 12 menit 50 detik, selisih 3 detik dari estimasi waktu yang ada pada *software Repetier-Host*.



Gambar 16 Hasil penyetakan pada 3D Printer

Pada gambar 16 bisa kita lihat hasil dari penyetakan 3D printer untuk bentuk kupu-kupu dengan ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm, secara fisik dapat dilihat bentuk kupu-kupu sudah baik hanya masih belum terlalu rapi atau halus hasilnya terutama pada bagian sebelah kiri.

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan berbagai tahap dalam pengerjaan dan pengujian penelitian ini, maka disimpulkan bahwa berdasarkan hasil analisa percobaan pencetakan cokelat, alat 3D printer sudah dapat mencetak cokelat dengan bentuk yang presisi. Temperatur suhu yang ada pada ekstruder cokelat mencapai suhu ideal yakni 37°C, karena dapat menghasilkan lapisan yang rapih,

jika suhu nosel lebih dari 37°C bahan cokelat akan menjadi terlalu cair dan hasil cetak pun tidak bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gebhardt, Andreas. "Rapid Prototyping–Rapid Tooling–Rapid Manufacturing." *Carl Hanser, München* (2007).
- [2] Wulle, Frederik, et al. "Workpiece and machine design in additive manufacturing for multi-axis fused deposition modeling." *Procedia CIRP* 60 (2017): 229-234.
- [3] Anis, Muchlisson, Siti Nandiroh, and Agustin Dyah Utami. "Optimasi Perencanaan Produksi Dengan Metode Goal Programming." *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* 5.3 (2007): 133-143.
- [4] Lubis, Sobron, Sofyan Djamil, and Yolanda Yolanda. "Pengaruh Orientasi Objek pada Proses 3d Printing Bahan Polymer Pla dan Abs terhadap Kekuatan Tarik dan Ketelitian Dimensi Produk." *Sinergi: Jurnal Teknik Mercu Buana* 20.1 (2016): 27-35.
- [5] Wohlers, Terry. "Rapid Prototyping & Tooling State of the Industry: 1998 Worldwide Progress Report." *Materials Technology* 13.4 (1998): 174-176.
- [6] Ramya, A., and Sai Leela Vanapalli. "3D printing technologies in various applications." *International Journal of Mechanical Engineering and Technology* 7.3 (2016): 396-409.
- [7] Lipson, Hod, and Melba Kurman. *Fabricated: The new world of 3D printing*. John Wiley & Sons, 2013.
- [8] Dahlan, Moh, Budi Gunawan, and F. Shoufika Hilyana. "Rancang Bangun Printer 3D Menggunakan Kontroller Arduino Mega 2560." *Prosiding SNATIF* (2017): 105-110.
- [9] Amri, Anief Awalia Nurul, and Wirawan Sumbodo. "Perancangan 3D Printer Tipe Core XY Berbasis Fused Deposition Modeling (FDM) Menggunakan Software Autodesk Inventor 2015." *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin* 3.2 (2018): 110-115.
- [10] Akbar, Muhammad. Rancang Bangun 3d-Printer Tipe Fused Deposition Modeling (Fdm) Dengan Filamen Coklat. Diss. University of Muhammadiyah Malang, 2018.
- [11] Hartono, Rodi, and Asep Kuat Jaenudin. "Implementasi Sistem Navigasi Wall Following Masukan Sensor Ultrasonik Menggunakan Metode Tuning Kendali PID Implementation Wall Following Navigation System With Input Ultrasonic Sensor Using PID Control Tuning Method."