RANCANG BANGUN KARTESIAN ROBOT UNTUK MENCETAK GAMBAR PADA PANCAKE

Agil Juninto Putra Maulana
S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya
agilmaulana160508874055@mhs.unesa.ac.id

Arif Widodo, Nurhayati, Nur Kholis
S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya
arifwidodo@unesa.ac.id, nurhayati@unesa.ac.id, nurkholis@unesa.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi sekarang ini berguna untuk mendukung kegiatan manusia mulai dari IoT, smartphone dan 3D Printing. Revolusi Industri pada dewasa ini sangat berkembang pesat yaitu 3D printing salah satunya adalah teknologi merakit suatu produk dengan cara yang cepat dan berintegrasi dan teknologi itu yaitu CAD (*Computer Aided Design*). Tujuan dari penelitian ini adalah ingin merancang 3D printing food yaitu kartesian robot untuk mencetak pancake. Kartesian robot adalah konfigurasi robot yang dapat bergerak berdasarkan 3 sumbu dasar x,y dan z. Penelitian ini menggunakan metode pertama mendesain mekanik 3 dimensi dengan menggunakan aplikasi Sketchup, hardware yang digunakan menggunakan shield RAMPS 1.4 dan software yang digunakan untuk mendesain dan mengkonvert gambar ke format G-code menggunakan aplikasi *inkscape*, aplikasi untuk mencetak menggunakan aplikasi *pronterface*. Hasil penelitian ini kartesian robot pancake dapat mencetak gambar seperti lingkaran, kotak dan bintang tingkat presisi pada kartesian robot pancake ini memiliki persentase error 2,91% dengan kesalahan mencetak 0,3 cm. Robot ini dapat bekerja mencetak gambar meskipun terdapat error tidak mempengaruhi hasil gambar. Tujuannya adalah gambar yang dicetak dapat mencetak semirip mungkin dengan aslinya.

Kata kunci : *RAMPS 1.4, 3D Printing Food, Inkscape, Pronterface, G-code.*

Absract

The development of technology is now useful to support human activities ranging from IoT, smartphone and 3D Printing. Industrial Revolution today is very rapidly developing 3D printing one of which is the technology of assembling a product in a fast and integrated way and that technology is CAD (Computer Aided Design). The purpose of this research is to design 3D printing food that is a kartesian robot to print pancakes. Kartesian robot is a robot configuration that can move based on 3 basic axes x,y and z.This study used the first method of designing 3-dimensional mechanics using sketchup application, hardware used using RAMPS 1.4 shield and software used to design and convert images to G-code format using *inkscape* application, application for printing using *pronterface* application. The results of this study kartesian robot pancakes can print patterns such as circles, squares and stars precision level on kartesian robot pancakes has a percentage error of 2.91% with a printing error of 0.3 cm. This tool can work printing images even though the high error percentage value does not affect the shape of the destination pattern is the image is clear. The goal is that the printed image can print as closely as possible to the original.

Keyword : *RAMPS 1.4, 3D Printing Food, Inkscape, Pronterface, G-code.*

PENDAHULUAN

Revolusi Industri 4.0 merupakan perkembangan dunia indutri yang sangat modern merupakan zaman dimana berkembangnya teknologi, berguna untuk mendukung dan mempermudah kegiatan manusia. Teknologi Saat ini seperti komputer tidak hanya berguna sebagai pengolah data tapi juga bisa digunakan dalam pengontrolan suatu mesin atau peralatan. Setiap orang mengharapkan segala sesuatu yang diinginkan berhasil dengan mudah dan efisien, dalam pelaksanaan prosesnya, untuk melakukan pengontrolan terhadap alat yang sulit dikerjakan secara rutin setiap saat secara manual, perlu adanya pengontrolan otomatis . Teknik control yang digunakan begitu banyak sehingga mendapatkan tingkat kecepatan, keefisien dan keakuratan yang tinggi. Cara menemukan hal tersebut dibutuhkan suatu penelitian dan pengembangan terhadap peralatan yang telah ada sehingga dilakukan

pengembangan terhadap kemutakhiran peralatan tersebut. Revolusi Industri 4.0 terknologi telah masuk pada era sekarang yaitu 3D print salah satunya dengan satu Teknologi Revolusi Industri merupakan merakit suatu produk dengan cara yang tepat dan berintegrasi atau bisa disebut Teknik *Rapid Prototyping*. Teknologi *Rapid Prototyping* telah berkembang pesat membuat suatu produk dengan cara cepat dan integrasi antara system CAD (*Computer Aided Design*).(Rinanto dan Sutopo,2017). Baurell (dalam Rinanto dan Sutopo, 2017) menjelaskan bahwa Definisi *Rapid Prototpiing* sebagai proses pembentukan 3D yang berupa layer by layer, sebagai kebalikan dari proses manufaktur yang mengurangi bagian yang tidak diperlukan. Teknologi ini dapat digunakan pada bidang militer, Kesehatan, bisnis, manufaktur, otomotif, Pendidikan hingga makanan. Teknologi *Rapid Prototyping* banyak membawa perubahan pada perkembangan digitalisasi dan pada perkembangan bisnis. Dewasa ini 3d Printer pada bidang makanan telah dikembangkan, karena diprediksi 3d Printer saat ini masih digunakan mencetak makanan yang didasarkan ektrusi seperti misalnya coklat (Jonkers dkk., 2020*)*. Adanya robot memungkinan membantu secara kompeten aktivitas sehari – hari (Michael Beetz dkk., 2011). 3D printer food beberapa tahun kedepan akan menjadi alat dapur yang dapat mencetak makanan mulai dari makanan biasa hingga nutrisi yang dipersonalisasi 3D Print pada bidang makanan mempunyai tiga metode dapat dikelompokkan yaitu yang pertama percetakan berbasis ektrusi, kedua binder jetting dan yang ketiga printer inkjet (Pitayachaval dkk.,2018*)*.

3D printing food menawarkan kesempatan untuk menambah dimensi pengolahan. Struktur makanan adalah yang terpenting *3D printing food* sangat membantu manusia dan mempermudah *3D printing food* sendiri dapat membantu orang yang terkena disfagia kesulitan menelan tidak bisa memasukkan terlalu banyak makanan di mulut(Tran., 2016). 3D Print pada bidang makanan pada Perusahaan PT Santo Indonesia telah mengembangkannya yaitu robot pembuat pancake masih dalam tahap percobaan dengan menggunakan metode ekstrusi.

Berdasarkan hal diatas terpikirikan ide untuk mengembangkan metode teknologi 3D Print pada bidang makanan pada penelitian sebelumnya dengan cara ekstrusi dengan metode yang berbeda dan inovatif.

3D Printing Food

3D printing food beberapa tahun kedepan akan menjadi alat dapur yang dapat mencetak makanan, dalam dekade terakhir teknologi 3d printing untuk produk makanan semakin meningkat. Pada dasarnya *3D printing food* mengubah cara berfikir tentang manufaktur makanan yang dulunya haus mempersiapkan bahan untuk memasakn dan dengan adanya *3D printing food* bahan yang diperlukan lebih efisien. Berkembangknya *3D printing food* mungkin banyak membawa pengaruh positif dimasa mendatang. *3D printing food* adalah menciptakan bentuk makanan yang menarik potensi jauh lebih luas tidak hanya menwarakan berbagai proposisi nilai baru dan aplikasi yang tidak mungkin dengan pengolahan teknologi konvensional, ini mencakup kemampuan untuk menciptakan produk makanan sehubungan dengan komposisi dan tekstur, seperti yang ditunjukan dalam keberhasilan Uni Eropa kinerja proyek (personalisasi makanan menggunakan manufaktur cepat untuk nutrisi konsumen lansia). Untuk meningkatkan Kesehatan dan kualitas umum hidup pasien usia lanjut yang menderita disfagia, gangguan pengunyahan dan menelan (Noort *dkk.*, 2017).

3D printing food menawarkan kesempatan untuk menambah dimensi pengolahan dalam desain struktur pada skala yang panjang. Struktur makanan adalah asset penting yang mempengaruhi sensasi makanan, oleh karna itu peneliti mengembangkan 3D printing food tidak hanya untuk hiasan tetapi memperhitungkan nilai gizi, kelembutan makanan, rasa, tekstur dan keakurasian untuk mencetak 3D printing food. Beberapa peneliti membuat *3D printing food* selain membantu orang yang sakit disfagia dari segi ekonomi *3D printing food* dapat menjadi industry yang berkembang dan dapat membantu proses pembuatan makanan (Kouzani., dkk 2016). Tujuan penelitian ini adalah merancang *3D printing food* khususnya pada pancake, untuk sebagian besar *3D printing food* menggunakan metode ekstrusi, meskipun teknik ini sering digunakan metode ini rentan terhadap distorsi dan kelengkungan, dalam metode ekstrusi sifat sifat bahan makanan perlu diperhatikan mulai dari kadar air, kekentalan, sifat reologi dan sifat termal dengan memperhatikan sifat sifat ini dapat mempengaruhi keberhasilan pada proses pencetakan makanan, sifat bahan makanan sangat penting dalam menentukan apakah bahan ini cocok dengan ekstrusi yang diinginkan. (Dicks dkk., 2019).

Pembuatan Pancake

Pada artikel di suara.com pancake merupakan makanan yang tergolong kue terdiri dari bahan bahan terigu, telur, gula dan susu. Bahan tersebut di campur dengan air dan menjadi adonan. Pembuatan pancake tidak sulit dengan adanya bahan bahan tersebut jadilah adonan untuk pancake. Kue pancake yang sederhana bisa dijadikan menu penutup, bisa digunakan sebagai makanan dikala santai dan bisa santap saat sarapan makanan.

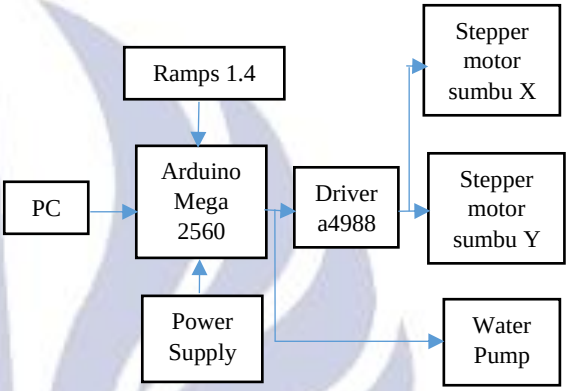
Teknologi kartesian robot telah berkembang cukup pesat seperti halnya di dunia industri ada mesin CNC, mesin pcb milling, laser cutting hingga 3D print. Perkembangan teknologi 3D printing dikategorikan dalam Revolusi Industri 4.0. pembuatan desain mesin cnc ataupun 3d print tergolong mudah. Keuntungan dari teknologi 3d print tergolong unik pengguna dapat merancang desain yang di inginkan dan berkreasi sebebas – bebasnya.

Cara pembuatan pancake tidak sulit bisa dilakukan dirumah dengan menyiapkan bahan untuk adonan meliputi terigu, telur, gula dan susu kemudian di campur dan untuk memasaknya harus menggunakan Teflon dikarenakan agar adonan tidak lengket api yang digunakan harus kecil dan tidak boleh menggunakan api yang besar apabila menggunakan api yang besar pancake akan cepat gosong. Proses pembuatan pancake sangat beragam akhir akhir ini proses pembuatannya dengan menggambar sendiri diatas Teflon dengan 2 adonan yang berbeda warna. Teknik pembuatan tersebut perlu skill dikarenakan harus ada penguasaan panas pada Teflon dan mempunyai skil menggambar menurut artikel di resepkurenyah.com. Pada *3D printing food* pada pancake hal yang perlu diperhatikan adalah menyiapkan gambar yang akan ingin di cetak setelah desain gambar sudah siap gambar tersebut di convert menjadi format g-code, dilanjutkan di hubungkan ke computer dan membuka software atau perangkat lunak yang dapat mencetak gambar dengan format g-code. Robot akan berjalan dan bekerja dan pada pembuatan pancake menggunakan robot disediakan kompor listrik yang dapat diatur tingkat kepanasannya sehingga adonan yang jadi bisa langsung dimakan.

PERANCANGAN ROBOT

Blok Diagram

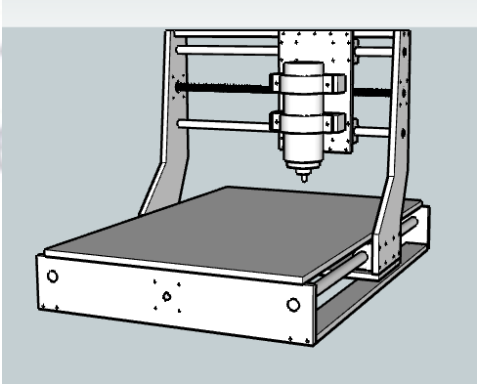
Desain system pembuat pancake mulai dari membuat menggunakan komponennya yang diperlukan seperti PC, Arduino Mega, driver motor dan shield Ramps 1.4 berikut merupakan blok diagram rancang bangun Robot Pancake dengan kartesian robot menggunakan Arduino mega 2560 dan shield Ramps 1.4. Power supply digunakan untuk sumber daya dari seluruh rangkaian dan dibutuhkan PC untuk mendesain pancake yang diinginkan menggunakan software *inkscape* untuk menghasilkan format G-code. Format G-code akan di masukkan pada software *pronterface* guna untuk mencetak desain yang diinginkan, kemudian melalui driver motor a4988 akan menggerakkan motor stepper.



Gambar 1. Blok Diagram

Perancangan Mekanik

Perancangan kartesian robot pembuat gambar pancake 3 dimensi menggunakan software sketch up dikarenakan mudah dan memiliki tampilan yang sederhana. Robot kartesian robot memiliki Panjang 42,5 cm, Lebar 39,5 cm dan 36cm. Ukuran dimensi yang dapat cetak yaitu 25cm x 25cm. Bahan yang digunakan untuk membuat kartesian robot pembuat gambar pancake adalah kayu. Penggerak sumbu x dan y pada kartesian robot menggunakan screw dengan diameter 8mm dan shaft rod 8mm dengan Panjang 35cm yang berbahan stainless.



Gambar 2. Desain 3D kartesian robot pancake

Extruder dirancang untuk tempat adonan pancake. Pada alat kartesian robot menggunakan

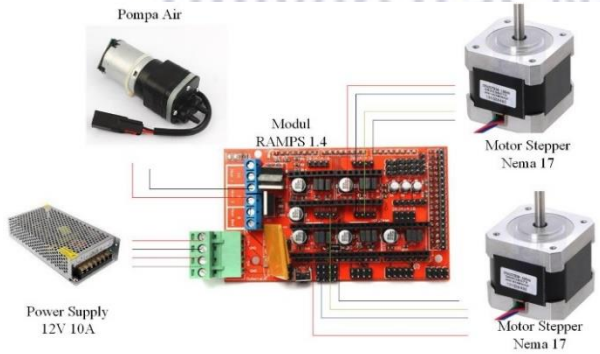
botol saus yang lentur dengan diameter 60 mm dan mempunyai Panjang 23 cm. pada botol tersebut pada akan di pasang fiting male pneumatic selang dengan diameter 8mm guna sebagai jembatan yang nanti akan disambungkan ke pompa dengan selang pneumatic sehingga pompa sebagai pendorong adonan yang akan mengeluarkan adonan di bagian ujung pada botol tersebut dilubangi kecil agar adonan pancake tidak meluber.

Gambar 3. Ekstruder pada robot

Perancangan Hardware

Pada gambar 4 hardware yang digunakan yaitu modul RAMPS 1.4 (Reprap Arduino Mega Pololu Shield Arduino) untuk menggerakkan motor stepper pada setiap sumbu mulai x dan y. driver untuk menggerakkan motor stepper yaitu menggunakan driver a4988.

Modular RAMPS 1.4 merupakan shield untuk Arduino MEGA 2560. Driver motor a4988 langsung di hubungkan ke pin motor driver x dan y motor stepper akan dihubungkan pada pin motor stepper. Tegangan untuk menggerakkan motor stepper 12 volt dibutuhkan power supply untuk driver a4988 tegangan max 5 volt. Kartesian robot pembuat pancake menggunakan pompa air digunakan untuk membantu mengeluarkan adonan tegangan yang dibutuhkan 12 v

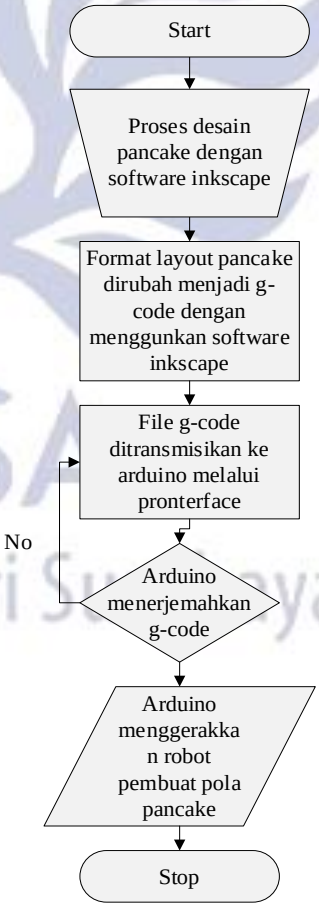


Gambar 4. Skema Rangkaian Robot Pancake

Perancangan Software

Hardware setelah selesai dibuat selanjutnya membuat software yang akan digunakan untuk mengoperasikan alat. Software yang diperlukan untuk proses pembuatan mesin Pancake BOT ada 3 yaitu Arduino IDE, *Inkscape* dan *Pronterface*.

Software Arduino IDE digunakan untuk memprogram yang akan dimasukkan ke dalam Arduino MEGA dalam mesin Pancake BOT. Program yang dimasukkan ke Arduino MEGA untuk menggerakkan driver motor, motor stepper dan membaca gambar yang berformat g-code. *Inkscape* merupakan software untuk menggambar desain yang akan di gambar dan untuk merubah format gambar dari JPG ke format g-code. Software inskcape juga bisa untuk mengambil gambar apapun dari internet yang mempunyai format JPG di rubah ke format g-code. Pronterface merupakan software untuk 3D print, software inskcape untuk proses mencetak desain yang diinginkan yang sudah diganti format g-code. Software inskscape memang untuk RepRap 3D printing tidak hanya mencetak gambar 3D untuk menggambar 2D juga bisa.



Gambar 5. Prosedur Software Robot Pembuat Pancake

.HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan desain alat robot pancake menggunakan aplikasi sketch up. untuk tempat pembuatan pancake yang dapat dicetak mempunyai ukuran dimensi 25cm x 25 cm. desain dan hasil rancangan untuk robot pembuat pancake pada Gambar 6.

Gambar. 6 Kartesian robot pembuat gambar pancake.

Gambar 6 merupakan hasil rancangan kartesian robot dengan menggunakan hardware Arduino mega 2560 dan dibantu oleh Shield Ramps 1.4. Power supply yang digunakan 12 V 10 A ekstruder pada robot pembuat pancake menggunakan pompa yang disambungkan ke botol menggunakan selang penumatic guna untuk mendorong adonan agar dapat keluar. Dimensi untuk mencetak pancake 25cm x 25cm untuk tempat teflon atau bisa kompor listrik.

Pada hasil ini membahas tentang pengujian Analisa alat robot pembuat pancake. Sebelum menganalisa Langkah pertama mengkalibrasi kartesian robot untuk mencari titik tengah pada robot pancake agar robot dapat mencetak sesuai dengan perintah. Pengujian dilakukan 2 axis sebagai berikut :

Tabel 1. Pengujian Sumbu X

Nilai Input Pergerakan (cm)	Speed Motor Stepper (mm/min)	Hasil Pengukuran (cm)
5	100	5,2
10	100	10,2
15	100	15,3
20	100	20,2

Tabel 2. Pengujian Sumbu Y

Nilai Input Pergerakan (cm)	Speed Motor Stepper (mm/min)	Hasil Pengukuran (cm)
5	100	5,3
10	100	10,3
15	100	15,4
20	100	20,5

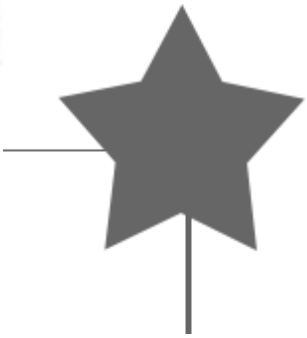
Tabel diatas merupakan pengujian pada motor stepper sumbu x dan y setelah proses kalibrasi pada alat tersebut. Pengujian tersebut untuk mengetahui seberapa presisi kartesian robot pembuat gambar pancake, pada tabel di atas sumbu x mempunyai nilai input pergerakan 5 cm, 10 cm, 15 cm dan 20 cm dengan kecepatan motor stepper 100 mm/min mempunyai hasil pengukuran dengan rata rata 0,3 cm. Pada sumbu y mempunyai nilai input 5 cm, 10 cm, 15 cm dan 20 cm dengan kecepatan motor stepper 100 mm/min mempunyai hasil pengukuran dengan rata 0,375 cm.

Pada setiap pengujian ada 3 kali pengujian pada gambar yaitu gambar bintang, lingkaran dan persegi. Contoh pengujian pada kartesian robot membuat gambar pancake dengan desain yang akan dicetak berbentuk bintang.

Pengujian Alat

a. Menyiapkan desain dengan software *inkscape*.

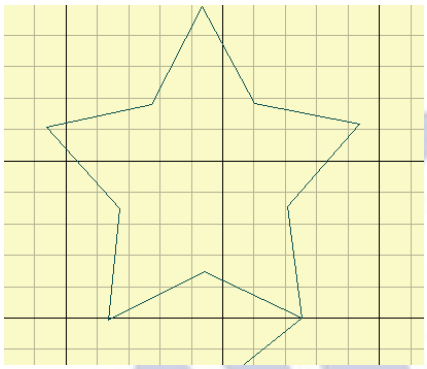
Gambar 7 merupakan desain yang akan di cetak. Gambar tersebut merupakan tampilan dari software *inkscape*, merupakan software untuk mencetak desain dan merubah format gambar menjadi format g-code. Dimensi gambar 7 memiliki ukuran 10 cm x 10 cm.



Gambar 7. Desain bintang yang akan dicetak

b. Memasukkan desain di software *Pronterface*.

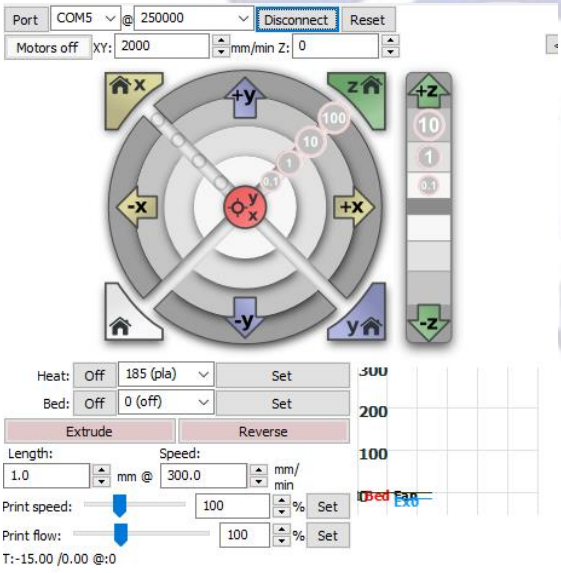
Gambar 8 merupakan tampilan software pronterface. Gambar bintang hasil gambar yang telah diconvert g-code. Tampilan gambar tersebut merupakan gambar dua dimensi pada software pronterface yang biasanya software pronterface digunakan untuk mencetak desain tiga dimensi.



Gambar 8. Tampilan pada software pronterface

c. Mencetak Desain

Pada Gambar 9 merupakan control kartesian robot. Tampilan seperti diatas menunjukkan port COM5 telah terhubung dengan baudrate 250000 pada software pronterface sehingga dapat membantu untuk mencetak gambar bintang seperti di gambar 8. Pada gambar menunjukkan speed untuk mencetak 100 mm/min. Pada tampilan gambar 9 software pronterface dapat mengatur speed untuk mencetak gambar max 300 mm/min.



Gambar 9. Pengaturan basic pada software pronterface

Berdasarkan pengujian gambar 10 pada kartesian robot pembuat gambar pancake dapat mencetak dengan gambar bintang dengan dimensi ukuran 10 cm x 10 cm sesuai dengan ukuran desain untuk hasil yang diperoleh sama dengan ukuran desain. Waktu yang diperoleh untuk mencetak gambar bintang 14 detik. Pada gambar bintang tersebut robot masih dapat mencetak bintang dengan format g-code meskipun ada error tidak mempengaruhi gambar seperti gambar bintang pada Gambar 10 terlihat masih jelas.

Gambar 10. Hasil pencetakan

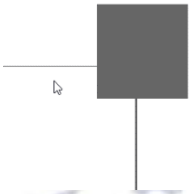
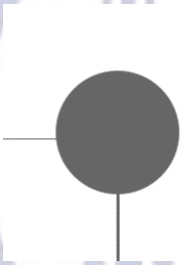
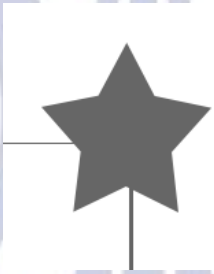
Untuk mengukur besaran error pada gambar menggunakan persamaan:

$$\%\,Error = \frac{ukuran\ hasil - ukuran\ desain}{ukuran\ hasil} x\ 100\ \% \quad (1)$$

% Error merupakan persentase pemgukuran terhadap ukuran hasil cetak gambar pancake. Mengukur %*Error* dengan menggunakan contoh gambar persegi ukuran hasil pada gambar persegi 10,3 cm dikurangi dengan ukuran desain cetak yang memiliki nilai 10 cm dibagi dengan ukuran hasil cetak 10 cm dan dikali 100% yang memiliki hasil persentase 2,91%.

Pada percobaan gambar persegi menunjukkan adanya error dengan nilai 2,91% seperti pada pengujian pada motor stepper baik itu sumbu x dan sumbu y. Ukuran dimensi pada gambar persegi mempunyai nilai 10 cm x 10 cm. Hasil cetak yang diperoleh pada gambar persegi menunjukkan lebih dari 10 cm dengan nilai 10,3 cm x 10,3 cm. Di bawah ini merupakan hasil detail dari 3 kali pengujian pembuatan gambar pada pancake.

Tabel 3. Hasil Cetak Robot

No	Ukuran (cm)	Waktu (s)	Desain	Hasil Cetak	% Error
1	10 x 10	00.13			2,91%
2	10 x 10	00.12			2,91%
3	10 x 10	00.14			-

Dengan hasil pengujian diatas terdapat persentase error sama 2,91% dengan 3 pengujian gambar dengan nilai 0,3 cm pada masing masing errornya pada robot pembuat pancake ini tingkat presisinya tergolong rendah dibandingkan dengan kartesian robot yang lain.

Merancang robot pembuat pancake ini dengan kartesian robot 2 axis ini tergolong memiliki keseimbangan yang baik dan dapat berjalan sesuai dengan perintah yang di inginkan. Pada pengujian robot berhasil dalam membuat bentuk kotak, bulat, bintang. Pada alat ini tidak dapat bekerja secara maksimal apabila mencetak gambar yang kompleks.

PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah Rancang bangun robot pembuat pancake ini merupakan kartesian robot 2 axis dari pengembangan dari 3d print yang dikhususkan untuk makanan. Robot pembuat pancake ini dapat berjalan dengan baik dengan 3 pengujian gambar yang berbeda yaitu persegi, lingkaran dan bintang mempunyai persentase error 2,91% pada robot pembuat pancake ini mempunyai tingkat presisi dengan nilai 0,3 cm nilai tersebut tidak mempengaruhi bentuk gambar hasil dari cetakan kartesian robot ini masih jelas.

Saran

Penelitian ini rancang bangun robot pancake dengan kartesian robot 2 axis ini masih ada kekurangan seperti ekstruder yang selalu keluar, tidak adanya fitur sensor seperti auto leveling. Harapan kedepannya alat ini dapat dikembangkan dan diperbaiki pada extruder agar dapat presisi terhadap gambar.

DAFTAR PUSTAKA

Beetz, Michael., Unrich Klank, Ingo Kresee, Alexis Maldonado dan Lorenz Mösenlechner. 2011. *Robotic Roommates Making Pancakes*. Jerman. Department of Informatics Technisce Universitati München.

Dick, Arianna., Bhandari, Bhesh dan Prakash, Sangeeta. 2019. *3D Printing of Meat*. Australia: The University of Quesland.

Jonkers, N., Dommelen, J.A.W van dan Geers, M.G.D. 2020. *Experimental Characterization and Modelling of The Mechanical Behavior of Brittle 3D Printed Food*. Netherlands: Eindhoven University of Technology.

Kouzani, Abbas Z, Scott Adams, Russel Oliver, Yok Yen Nguwi, Bronwyn Hemsley dan Susan Balandin. 2016. *3D Printing of a Pavlova*. IEEE Region 10 Conference (TENCON).

Noort, M., Bommel, K. van dan Renzetti, S. 2017. *3D Printed Cereal Food*. Journal Cereal Foods World. Netherlands: Wagenigen University & Research.

Pitayachaval, Paphakorn., Sanklong, Nattawut., Thongrak, Anantapoom. 2018. *A Review of 3D Food Printing Technology*. Thailand: Suranaree University of Technology.

Rinanto, Andhy dan Sutopo, Wahyudi. 2017. *Perkembangan Teknologi Rapid Prototype: Study Literatur***.** Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Tran, Jasper L. 2016. *3D Printed Food*. Amerika Serikat: published by the University of Minesota.

UNESA
Universitas Negeri Surabaya