

Aplikasi solidwork untuk rancangan CAD 3D pada mesin 3D printer 2x2x2 meter

Budhy Setiawan¹, Isa Triyanti², Achmad Walid³, Ryan Prasetyo⁴, Virna Umro⁵, Delila Cahya⁶
e-mail: budhy.setiawan@polinema.ac.id¹, isa.triyanti@gmail.com², achmad.walid15@gmail.com³,
wn.ryanprasetyo@gmail.com⁴, virna.umro@polinema.ac.id⁵, delila.cahya@polinema.ac.id⁶
^{1,2,3,4,5,6}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 10 Februari 2021

Direvisi 21 April 2021

Diterbitkan 29 Oktober 2021

Kata kunci:

3D Printer 2x2x2 Meter

Motor Stepper

Solidworks

Keywords:

3D Printer 2x2x2 Meter

Solidworks

Stepper Motor

Penulis Korespondensi:

Budhy Setiawan,

Jurusan Teknik Elektro,

Politeknik Negeri Malang,

Jl. Soekarno-Hatta No.9, Malang, Jawa Timur

Email: budhy.setiawan@polinema.ac.id

ABSTRAK

Mesin 3D *printing* dapat membuat proses produksi menjadi singkat dan sederhana, keunggulan ini menjadikan banyak peneliti mulai mengembangkan mesin *printing*. Pengembangan mesin *printing* yang sudah dilakukan salah satunya adalah mesin 3D *printer* 2 x 2 x 2 meter. Keberhasilan mesin *printing* dapat dilihat dari hasil *printing* yang sesuai dengan desain yang diharapkan. Oleh karena itu, diperlukan aplikasi yang dapat membantu merancang desain objek 3D pada mesin *printer* 2x2x2 meter, salah satunya menggunakan aplikasi CAD (*Computer Aided Design*) "SolidWork". Aplikasi "SolidWork" bersifat *opensource* yang dapat membantu mengetahui pengaruh desain 3 dimensi menggunakan *software* CAD terhadap jarak, sudut dan skala objek pada mesin *printer* 2x2x2 meter. Desain objek 3D "SolidWork" disimpan dalam format file STL, kemudian diproses di dalam *Simplify 3D*, objek akan diiris secara *software*. Hasil irisan gambar 3D akan menghasilkan sebuah file *G-Code*. *Output* koordinat dari *G-Code* digunakan untuk menggerakkan motor *stepper*. Hasil cetak objek 2D memiliki *error* ukuran bentuk segitiga 4,62%, bentuk *straight slog* 7,49%, bentuk oval 5,54%, *error* sudut sebesar 0% dan *error* skala objek 0%. Sedangkan untuk objek 3D memiliki *error* rata – rata sebesar 0,29%. Berdasarkan hasil pengujian aplikasi "SolidWork" dapat menunjukkan kinerja mesin dan membantu dalam pembuatan desain 2D dan 3D pada mesin 3D *printer* 2x2x2 meter di Lab Elektro Prodi Elektronika Politeknik Negeri Malang.

ABSTRACT

3D printing machines can make the production process short and simple, this advantage has made many researchers start to develop printing machines. One of the developments in printing machines that have been carried out is the 2 x 2 x 2 meter 3D Printer machine. The success of the printing machine can be seen from the printing results by the expected design. Therefore, an application is needed that can help design 3D object designs on a 2x2x2 meter printer machine, one of which is using the CAD (Computer-Aided Design) application "SolidWork". The application "SolidWork" is open source which can help determine the effect of 3-dimensional design using CAD software on the distance, angle, and scale of objects on a 2x2x2 meter printer machine. "SolidWorks" 3D object design is saved in STL file format, then processed in Simplify 3D, the object will be sliced automatically. The sliced 3D image will produce a G-Code file. The coordinate output from the G-Code is used to drive the stepper motor. The printout of 2D objects has a triangular size error of 4.62%, a straight slog shape of 7.49%, an oval shape of 5.54%, an angle error of 0%, and a scale error of 0%. Meanwhile, 3D objects have an average error of 0.29%. Based on the results of testing the "SolidWork" application can show machine performance and assist in making 2D and 3D designs on a 2x2x2 meter 3D printer machine at the Electrical Lab of Electronics Study Program, State Polytechnic of Malang.

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya proses pencetakan 3D secara konvensional membutuhkan banyak pekerja dan waktu yang lama, karena melalui beberapa tahapan dari pembuatan desain hingga *finishing*[1]. Teknologi 3D *printing* adalah bentuk dari teknologi dari *additive manufacturing*, di mana objek 3 dimensi dibuat dengan menambahkan tiap lapisan dari material[2,3,4]. Teknologi baru dari 3D *printing* dapat mencetak komponen yang rumit dan membuat proses produksi yang singkat dan sederhana[5].

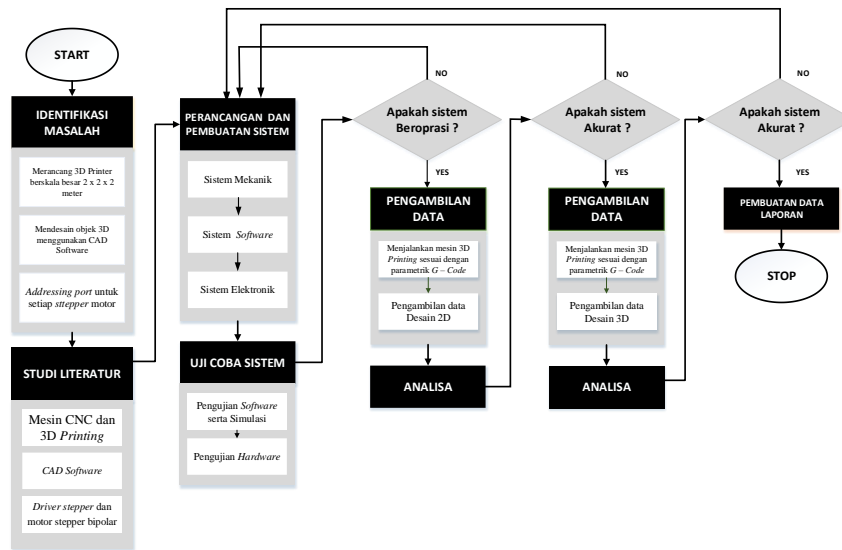
Pembuatan mesin 3D *printing* pertama kali dimulai pada tahun 1984. Salah satu penemu 3D *printing* Charles Hull, mengembangkan proses *stereolithografi* pada sistem 3D yang memungkinkan membuat benda nyata 3D dari desain 3D (data digital). Pada tahun 1992, 3D *printing* dikembangkan dengan menambahkan laser UV untuk memadatkan *photopolymer*. Pembuatan 3D dimensi dicetak lapis demi lapis. Namun masih banyak kekurangan dari mesin 3D *printing* ini [6], salah satunya adalah mesin *printing* berskala kecil. Pada sebagian besar proses pencetakan 3D yang ada yaitu ukuran desain gambar *software* 3D nya sangat dibatasi oleh ukuran produk mesin 3D *printing*, 40 x 40 x 40 cm. Sedangkan pada kenyataannya *prototype* yang diperlukan oleh *customer* ternyata melebihi ukuran kapasitas maksimum tersebut. Dalam mengatasi hal tersebut maka diperlukan mesin yang berukuran besar salah satunya adalah mesin 3D *printer* 2 x 2 x 2 meter.

Dalam pembuatan mesin 3D *printing*, keberhasilan mesin dilihat dari hasil *printing* sudah sesuai dengan desain yang diharapkan. Untuk proses desain gambar 2 dimensi atau 3 dimensi, *software* canggih komputer sudah mulai banyak digunakan karena tingkat presisi yang lebih baik, biasa dikenal dengan *Computer Aided Design* (CAD)[7]. Untuk itu perlu dilakukan pembuatan desain objek 3D menggunakan CAD *software* untuk mengetahui kinerja mesin 3D *printing* 2 x 2 x 2 meter, salah satunya menggunakan aplikasi “SolidWork”. Perangkat lunak SOLIDWORKS® CAD adalah aplikasi otomatisasi desain mekanis yang memungkinkan desainer dengan cepat membuat sketsa ide, bereksperimen dengan fitur dan dimensi, dan memproduksi model dan gambar rinci[8]. Aplikasi “SolidWork” dapat membantu mengetahui pengaruh desain 3 dimensi menggunakan *software* CAD terhadap jarak, sudut dan skala objek pada mesin *printer* 3D 2x2x2 meter.

Desain objek 2D atau 3D “SolidWork” disimpan dalam format *file* STL, kemudian diproses di dalam *Simplify 3D*[9], objek akan diiris secara *software*. Hasil irisan gambar 3D akan menghasilkan sebuah *file* G-Code. *Output* koordinat dari G-Code digunakan untuk menggerakkan motor *stepper* pada sumbu X, Y dan Z [10]. Berdasarkan uraian di atas, maka dibuatlah penelitian dengan judul “Aplikasi SolidWork untuk Rancangan CAD 3D pada Mesin 3D *Printer* 2x2x2 Meter”. Dengan adanya *tools* ini diharapkan dapat mempermudah dan membantu dalam pembuatan desain 2D dan 3D pada mesin 3D *printer* 2x2x2 meter di Lab Elektro Prodi Elektronika Politeknik Negeri Malang.

2. METODE PENELITIAN

Tahap identifikasi masalah mengenai 3D *printing* dengan skala besar, mendesain objek 3D menggunakan CAD *Software*, dan *addressing port stepper* pada masing – masing sumbu. Dalam penelitian ini, terdapat langkah – langkah yang akan dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan, perlu mempelajari penelitian – penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan mesin CNC dan 3D *Printing*, CAD *Software* “SolidWork”, dan motor *stepper* yang dapat dijadikan acuan pada penelitian ini. Tahap perancangan dan pembuatan sistem meliputi metode mekanik seperti gambar mekanik mesin dan spesifikasinya, sistem *software* seperti diagram blok sistem, setelah itu perancangan dan pembuatan elektrik sistem seperti rangkaian sistem elektronik 3D *printer*. Setelah mekanik dan *hardware* elektrik terbuat maka selanjutnya adalah pengukuran kinerja dari masing-masing sistem. Pengukuran kinerja sistem terdiri dari, pengukuran kinerja *software* dan *hardware*. Pengambilan data sistem dilakukan dengan cara menjalankan mesin 3D *printing* sesuai dengan parametrik dan dilakukan 2 tahap, data desain 2D kemudian desain 3D. Setiap pengambilan data dilakukan analisa dengan tujuan mengetahui kinerja dan kepresisian mesin 3D 2 x 2 x 2 meter. Tahap pembuatan data laporan penelitian merupakan tahap terakhir setelah dilakukan pengujian sistem, pengambilan data dan analisa data. Metodologi penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



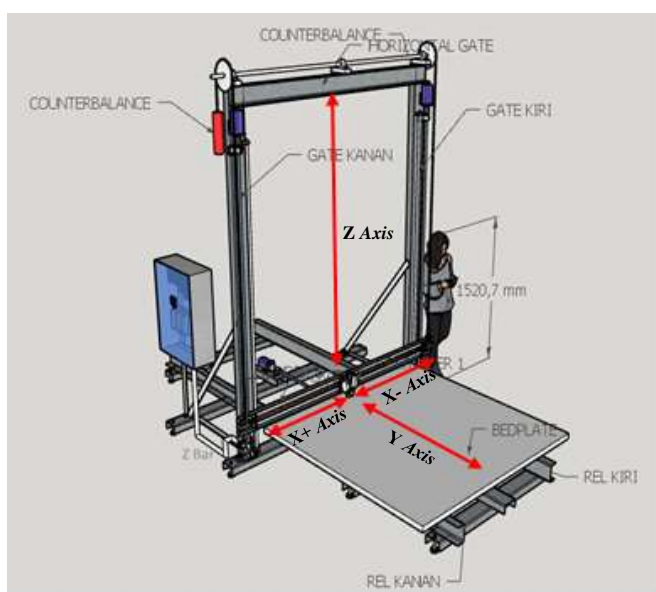
Gambar 1. Metodologi penelitian

2.1. Metode mekanik mesin 3D printer 2 x 2 x 2 meter

Spesifikasi mekanik mesin 3D printer 2 x 2 x 2 meter :

- Dimensi = Panjang 4400 mm, lebar 2700 mm dan tinggi 3300 mm
- Bahan Rangka = Besi UNP, Besi CNP, Besi Hollow, stainless steel
- Berat = 700 kg

Mesin CNC 3D printing 2 x 2 x 2 meter terdiri dari 4 axis, yaitu X+, X-, Y dan Z axis. X axis yang merupakan Z bar digunakan sebagai tempat atau bidang gerak dari extruder X+ dan X-. Y axis digunakan sebagai media atau lintasan bedplate untuk bergerak. Z Axis digunakan sebagai media dari gerak Z bar. X Axis merupakan Z – bar yang terpasang pada gate 3D printing 2 x 2 x 2 meter. Gate merupakan support tegak untuk jalannya screw (ulir) X Axis. Pada lintasan Y axis digunakan metode roda bearing. Metode ini bertujuan untuk membantu pergerakan bedplate ukuran 2 x 2 meter dan mengurangi gesekan pada permukaan rel dengan roda. Dalam membantu pergerakan Z-bar, diadakan metode counter balance dengan rantai pada Z axis. Metode ini bertujuan untuk membantu agar motor tidak terlalu berat menahan beban dari Z-bar, sehingga kinerja motor maksimal. Counter balance yang digunakan berjumlah 2, masing-masing 25 Kg, dan diletakkan di kanan dan kiri gate 3D printing. Perancangan mekanik 3D printer 2x2x2 meter menggunakan rangka besi agar saat mencetak suatu objek rangka tidak bergetar dan kokoh. Gambar desain mekanik mesin 3D printer 2 x 2 x 2 meter ditunjukkan pada gambar 2(a). Gambar mekanik real mesin 3D printer 2 x 2 x 2 meter ditunjukkan pada gambar 2(b).



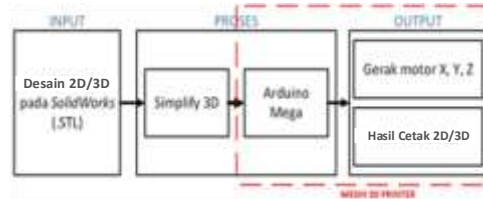
(a)

(b)

Gambar 2 (a). Desain Mekanik Mesin 3D Printer, dan (b). Mekanik Real Mesin 3D Printer

2.2. Diagram blok sistem

Diagram blok sistem ditunjukkan pada gambar 3.

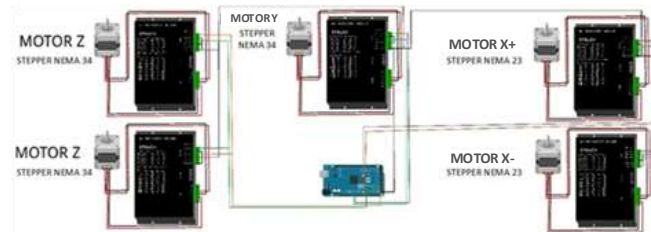


Gambar 3. Diagram Blok Sistem

Input sistem berupa desain model 2D yang didesain menggunakan *software* “SolidWorks”, kemudian membuat membuat model 3D untuk pengujian berikutnya. Desain – desain tersebut disimpan dalam format *file* STL yang kemudian diproses di dalam *Simplify 3D*, objek akan diiris secara *software*. Hasil irisan gambar 3D akan menghasilkan sebuah *file* G-Code. *Output* koordinat dari G-Code digunakan untuk menggerakkan motor *stepper* X dimana motor ini adalah motor yang bergerak pada sumbu X, pada sumbu X terdapat dua *extruder*, *extruder* 1 terdapat di sumbu X+ yang bergerak berlawanan dengan *extruder* 2 yang terdapat di sumbu X-, *extruder* berfungsi sebagai tempat keluarnya plastik sebagai bahan untuk mencetak *object*. *Output* koordinat dari G-Code juga digunakan untuk menggerakkan motor *stepper* Y sebagai media gerak dari *bedplate* yang digunakan sebagai alas objek 3D yang akan cetak. *Output* koordinat dari G-Code digunakan untuk menggerakkan motor *stepper* Z, sebagai media naik turun dari Z bar. *Output* dari 3D printer adalah objek yang dicetak.

2.3. Sistem elektronik 3D printer

- Sensor = Sensor *Encoder*
- Kontroler = Arduino Mega
- Driver Motor = DM542, DM860
- Aktuator = Motor *Stepper* NEMA 23, Motor *Stepper* NEMA 34
- Tegangan Kerja = Arduino Mega 5 VDC dan Sumber daya motor 24VDC, 48 VDC
-



Gambar 4. Perancangan rangkaian motor *stepper*

Mesin 3D *printer* yang dengan sumbu X, Y, Z menggunakan *actuator* berupa motor *stepper*. Pada sumbu, pada sumbu X menggunakan 2 buah motor *stepper* yang disusun parallel, Y menggunakan 1 buah motor *stepper* dan disumbu Z menggunakan 2 buah motor *stepper* yang disusun parallel. Motor *Stepper* yang digunakan pada sumbu Y menggunakan motor *stepper* nema 34 dengan torsi 12Nm dan *driver* DM860, pada sumbu X menggunakan motor *stepper* NEMA 23 dengan torsi 3,6 Nm, dan pada sumbu Z menggunakan motor *stepper* NEMA 34 dengan torsi 12Nm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengukuran kinerja motor *stepper* NEMA 23 sumbu X

Hasil pengukuran kinerja motor *stepper* NEMA 23 pada sumbu X seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran kinerja motor *stepper* NEMA 23 sumbu X

G-Code X	Pulse	Jarak (mm)	Pulse yang terukur	Jarak yang terukur kiri (mm)	Jarak yang terukur kanan (mm)
1	200	1	199	1	1
5	1000	5	981	5	5
10	2000	10	1958	9,8	9,8
50	10000	50	9728	48	48
100	20000	100	19435	97,2	97,1

Pengujian Motor Stepper NEMA 23 pada sumbu X digunakan untuk memastikan bahwa motor *stepper* 23 yang dipasang pada sumbu X dapat bekerja dan memiliki akurasi kurang dari 1 mm. Pengukuran kinerja ini juga digunakan untuk mengetahui dua motor yang digunakan bergerak parallel dengan arah yang berlawanan. Dari tabel 2, dimasukkan beberapa *G-code* untuk sumbu X. *Pulse* yang masuk ke motor X+ dan X- dikeluarkan dari pin *driver* yang sama, *pulse* yang masuk ke motor juga sama. *Pulse* yang dihasilkan, diperoleh dari *pulse* yang diatur oleh marlin dikali dengan *G-code* yang diinputkan. Karena *setting* di marlin *step/mm*-nya adalah 200 *step/mm*, ketika diinput *G-code* X1, maka *pulse* yang seharusnya dihasilkan adalah 200 dan *pulse* yang terukur dilihat dari serial monitor arduino adalah 199. Ketika diukur dengan jangka sorong, terlihat jarak terukurnya adalah 1mm. Jarak terukur selisih 1 *pulse* atau 0,005mm.

3.2. Pengukuran kinerja motor stepper NEMA 34 sumbu Y

Hasil pengukuran kinerja motor *stepper* NEMA 34 pada sumbu Y seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran kinerja motor *stepper* NEMA 34 sumbu Y

<i>G-Code</i> Y	<i>Pulse</i> yang seharusnya dihasilkan	Jarak yang seharusnya dihasilkan (mm)	<i>Pulse</i> yang terukur	Jarak yang terukur (mm)
1	160	1	160	1
5	800	5	800	5
10	1600	10	1600	10
50	8000	50	8000	50
100	16000	100	16000	100
200	32000	200	32000	200

Pengujian Motor *Stepper* NEMA 34 pada Sumbu Y ini digunakan untuk memastikan bahwa motor *stepper* NEMA 34 yang dipasang pada sumbu Y dapat bekerja dan memiliki akurasi kurang dari 1mm (160 *pulse*). Dari tabel 3, dimasukkan beberapa *G-code* untuk sumbu Y. Lalu *pulse* yang seharusnya dihasilkan, diperoleh dari *pulse* yang diatur oleh marlin dikali dengan *G-code* yang diinputkan. Karena *setting* di marlin *step/mm*-nya adalah 160 *step/mm*, jadi ketika diinput *G-code* Y1, maka *pulse* yang seharusnya dihasilkan adalah 160 setiap mm dan *pulse* yang terukur dilihat dari serial monitor arduino adalah 160. Ketika diukur dengan penggaris, terlihat jarak terukurnya adalah 1mm. Jarak terukur ini sama dengan jarak yang seharusnya dihasilkan. Begitu pula *G-code* yang selanjutnya, yaitu Y5, *pulse* yang seharusnya dihasilkan adalah $160 * 5 = 800$ *pulse* dan terbukti *pulse* yang terukur dilihat dari serial monitor sama dengan *pulse* yang seharusnya dihasilkan. Jarak yang seharusnya dihasilkan adalah 5mm dan jarak yang terukur juga 5mm. Maka motor *stepper* NEMA 34 yang digunakan untuk sumbu Y memiliki akurasi yang kurang dari 1mm atau 160 *pulse*.

3.3. Pengukuran kinerja motor stepper NEMA 34 sumbu Z

Hasil pengukuran kinerja motor *stepper* NEMA 34 pada sumbu Z seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran kinerja motor *stepper* NEMA 34 sumbu Z

<i>G-Code</i> Z	<i>Pulse</i> yang seharusnya dihasilkan	Jarak yang seharusnya dihasilkan (mm)	<i>Pulse</i> yang terukur	Jarak yang terukur kiri (mm)	Jarak yang terukur kanan (mm)
1	160	1	160	1	1
5	800	5	800	5	5
10	1600	10	1600	9,8	9,8
50	8000	50	8001	48	48

Dari tabel 4, dapat dilihat bahwa beberapa *G-code* dimasukkan untuk sumbu Z. Lalu *pulse* yang seharusnya dihasilkan diperoleh dari *pulse* yang diatur oleh marlin dikali dengan *G-code* yang diinputkan. Karena *setting* di marlin *step/mm*-nya adalah 160 *step/mm*, jadi ketika diinput *G-code* Z1, maka *pulse* yang seharusnya dihasilkan adalah 160 dan *pulse* yang terukur dilihat dari *serial monitor arduino* adalah 160. Namun ketika dimasukkan *G-code* Z50, terlihat bahwa *pulse* yang terukur tidak sesuai dengan *pulse* yang seharusnya, yaitu kelebihan 1 *pulse*. Ini dikarenakan pada saat pengambilan data, adanya gangguan berupa getaran. Namun kelebihan *pulse* ini tidak mengganggu terlalu banyak ketepatan jarak yang terukur, karena *pulse* yang mengganggu kurang dari 160 *pulse* yang berarti kurang dari 1mm. Maka motor *stepper* NEMA 34 yang digunakan untuk sumbu Z memiliki akurasi yang kurang dari 1mm atau 160 *pulse*.

3.4. Pengukuran kinerja mesin 3D printer 2 x 2 x 2 meter

Pengukuran kinerja mesin printer 3D 2 x 2 x 2 meter melalui 2 tahap, yaitu menggunakan desain 2D dan 3D.

3.5. Pengukuran kinerja mesin printer desain 2D

Pengukuran kinerja mesin printer desain 2D meliputi desain 2D yaitu bentuk segitiga, *straight slog* dan oval. Ketiga desain ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh desain 3 dimensi menggunakan *software* CAD terhadap jarak, sudut dan skala objek pada mesin printer 2x2x2 meter. Setelah tahap desain menggunakan aplikasi “SolidWork”, dilakukan analisa hasil *printing* mesin.

3.5.1 Desain 2D solidwork dan hasil cetak mesin 3D printer 2 x 2 x 2 meter

Gambar 5 (a) merupakan desain 2D yang di desain menggunakan aplikasi “SolidWork”. Bentuk segitiga dengan panjang tiap sisinya 120 mm. Bentuk *straight slog* dengan diameter 100 mm. Bentuk oval dengan diameter1 100 mm dan diameter2 60 mm. Desain 2D Solidwork bertujuan untuk mendapatkan pengaturan 3D printer yang sesuai. Setelah dilakukan beberapa *setting*, untuk mendapatkan jarak dengan G-code G1 X622.136 Y145.712 F300, maka Arduino Mega memberi perintah ke driver motor untuk mengeluarkan pulsa untuk sumbu X sebanyak 99.542 dan untuk Y sebanyak 29.142, sehingga dapat menghasilkan jarak yang sesuai dengan koordinat.



Gambar 5 (a). Desain 2D pada *Solidwork*, dan (b). Hasil Cetak Desain 2D

Hasil cetak desain 2D pada Gambar 5 (b) diukur menggunakan jangka sorong. Ukuran sisi yang dari segitiga pada desain pada “SolidWork” adalah 120 mm dan mempunyai sudut 60°. Ukuran hasil *printing* yang dihasilkan tiap sisinya adalah 115mm, 115mm dan 113,35mm. Sedangkan sudut segitiga diukur menggunakan busur menunjukkan 60°. Untuk bentuk *straight slog* desain mempunyai diameter 100mm dan panjang garis lurus 62,23mm. Ukuran hasil *printing* mempunyai diameter 97,05mm dengan panjang garis lurus 70mm. Pada bentuk oval/elips yang didesain mempunyai D1 100mm dan D2 60mm, hasil *printing* terukur D1 adalah 95,50mm dan D2 adalah 56,05mm. Berdasarkan pengukuran, desain dan hasil *printing* memiliki perbedaan / selisih pengukuran. Untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengukuran desain 2D dengan hasil *printing* mesin

Bentuk	Parameter Desain	Parameter Terukur	Selisih	Error	
Segitiga	Sisi 1 : 120mm	Sisi 1 : 115mm	5,00mm	4,17%	
	Sisi 2 : 120mm	Sisi 2 : 115mm	5,00mm	4,17%	
	Sisi 3 : 120mm	Sisi 3 : 113,35mm	6,65mm	5,54%	
		<i>Error</i> Sisi Segitiga Rata-rata			4,62%
	Sudut 1 : 60°	Sudut 1 : 60°	0°	0%	
	Sudut 2 : 60°	Sudut 2 : 60°	0°	0%	
	Sudut 3 : 60°	Sudut 3 : 60°	0°	0%	
	<i>Error</i> Sudut Rata-rata			0%	
<i>Straight Slog</i>	Diameter : 100mm	Diameter : 97,50mm	2,50mm	2,5%	
	Panjang garis lurus : 62,23mm	Panjang garis lurus : 70mm	7,77mm	12,48%	
		<i>Error</i> ukuran <i>Straight Slog</i> Rata - Rata			7,49 %
<i>Oval/ellips</i>	D1 : 100mm	D1 : 95,50 mm	4,50mm	4,5%	
	D2 : 60mm	D2 : 56,05mm	3,95mm	6,58%	
		<i>Error</i> ukuran Oval Rata - Rata			5,54%

Selisih didapatkan dari pengurangan antara parameter pada desain dengan parameter terukur, menggunakan persamaan (1).

$$\text{Selisih} = \text{parameter desain} - \text{parameter terukur} \quad (1)$$

Dari selisih tersebut dapat dihitung *prosentase* keerrorannya dengan persamaan (2).

$$\text{Error} = \frac{\text{Selisih}}{\text{Parameter Desain}} \times 100\% \quad (2)$$

Berdasarkan tabel 5, didapatkan *error* ukuran untuk bentuk segitiga 4,62 %, *error* bentuk *straight slog* 7,49% dan *error* bentuk oval/ elips 5,54%. Kemungkinan yang menyebabkan *error* besar adalah diameter keluaran *nozzle* yang dipakai adalah 2mm, namun *ballpoint* yang dipakai mempunyai diameter 0,5mm, sehingga didapatkan hasil yang kurang maksimal. Selain itu terdapat kesalahan mekanik, ulir (*screw*) pada X *axis* bekerja tidak normal akibat mengalami kebengkokan.

Error sudut rata-rata yang dihasilkan oleh hasil cetak segitiga adalah 0%. Pada desain 2D, skala yang didesain pada “SolidWorks” ukuran awal 1900 mm ketika diskala menjadi 0.1 kali, menjadi 190 mm, ketika dicetak ukurannya 190mm dengan *error* skala 0%. Berdasarkan pengukuran kinerja mesin *printer* desain 2D, ketiga desain menggunakan aplikasi “SolidWork” dapat membantu mengetahui kepresisian mesin dari segi ukuran, sudut dan skala dalam mencetak objek.

3.5.2 Pengukuran kinerja mesin *printer* desain 3D

Setelah dilakukan pengukuran kinerja mesin *printer* desain 2D, dapat diketahui kinerja mesin *printer* belum maksimal karena masih terdapat *error* yang besar. Setelah dilakukan analisa dan perbaikan pada mekanik dan ukuran diameter *nozzle*, dilakukan pengukuran kinerja mesin *printer* desain 3D meliputi desain 3D yaitu Tugu Politeknik Negeri Malang. Pengukuran kinerja mesin *printer* desain 3D bertujuan untuk mengetahui kinerja mesin dalam mencetak objek 3D. Setelah tahap desain menggunakan aplikasi “SolidWork”, dilakukan analisa hasil *printing* mesin.

3.5.2.1 Desain 3D *solidwork* dan hasil cetak mesin 3D *printer* 2 x 2 x 2 meter

Gambar 6 (a) merupakan desain 3D yang di desain menggunakan aplikasi “SolidWork”. Produk 3D yang dikehendaki berupa desain tugu Politeknik Negeri Malang dengan ukuran 223 x 259 x 224 mm. Hasil *printing* 3D pada “SolidWork” ditunjukkan pada Gambar 6 (b).



Gambar 6 (a). Desain 3D pada *Solidwork*



Gambar 6 (b). Hasil *Printing* Mesin 3D

Hasil *printing* di dibandingkan dengan ukuran desain yang telah dibuat pada Solidwork, bertujuan untuk mengetahui produk yang di cetak sesuai dengan desain pada aplikasi “SolidWork”. Gambar 6 (b) merupakan hasil cetak mesin 3D *printer* 2 x 2 x 2 meter. Berdasarkan Gambar 6 (a) dan (b) terlihat bahwa desain hasil *printing* sesuai dengan desain yang dibuat pada “SolidWork”. Perbandingan ukuran dijabarkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Desain 3D *solidwork* vs hasil *printing* 3D

	Desain <i>SolidWork</i>	Hasil <i>Printing</i>	<i>Error</i> (%)
<i>Size X</i> (mm)	223,09	222	0,44
<i>Size Y</i> (mm)	224,48	223	0,44
<i>Size Z</i> (mm)	259	259	0
<i>Error Rata - Rata</i>			0,29

Berdasarkan tabel 6 perbandingan antara desain 3D “SolidWork” dan hasil *printing* 3D memiliki *error* rata-rata sebesar 0,29%. Kesalahan tersebut masih dapat dimaklumi karena pengukuran objek *real* menggunakan penggaris yang memiliki akurasi 1 mm. Berdasarkan tabel 6 dipastikan bahwa mesin 3D *printer* 2 x 2 x 2 meter dapat mencetak sesuai dengan desain pada aplikasi “SolidWork”.

4. KESIMPULAN

Ukuran pada desain 2D yang dibuat dengan jarak motor X dan Y oleh 3D *Printer* 2 x 2 x 2 meter masih mempunyai *error* yang cukup besar yaitu *error* rata-rata gambar segitiga 4,62%, untuk *straight slog* 7,49%, untuk oval 5,54%. Sudut pada desain 2D yang dibuat dengan sudut yang dihasilkan oleh 3D *Printer* 2 x 2 x 2 meter sama, dengan selisih 0° untuk segitiga, *error* sudut 0%. Pada desain 2D, skala yang didesain pada “SolidWorks” ukuran awal 1900mm ketika diskala menjadi 0.1 kali, menjadi 190mm, ketika dicetak ukurannya 190mm dengan *error* skala 0%. Setelah dilakukan analisa dan perbaikan mekanik, dilakukan pengukuran kinerja mesin *printer* desain 3D.

Aplikasi SolidWork untuk Rancangan CAD 3D pada Mesin 3D Printer 2x2x2 Meter (Budhy Setiawan)

Perbandingan antara desain 3D “SolidWork” dan hasil *printing* 3D memiliki *error* rata – rata sebesar 0,29%, dipastikan mesin 3D *printer* 2 x 2 x 2 meter dapat mencetak sesuai dengan desain pada aplikasi “SolidWork”.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih atas terselenggaranya penelitian ini dari pendanaan penelitian swadana inovatif dan tesis magister tahun 2020 oleh Politeknik Negeri Malang.

6. DAFTAR PUSTAKA

Sumber dari jurnal ilmiah:

- [1] 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.
- [2] Kantaria, Parth R, Pankhaniya Shyam A. "Implementation Of 3D Printer" *International Journal For Technological Research In Engineering*, Vol. 1, Issue 9, May 2014, pp. 1-4.
- [3] Blok, Lourens G., et al. "An investigation into 3D printing of fibre reinforced thermoplastic composites." *Additive Manufacturing* 22 (2018): 176-186.
- [4] DESHMUKH, Suhas P., et al. Design and development of xyz scanner for 3d printing. In: *2017 International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE)*. IEEE, 2017. p. 1-5.
- [5] LIN, Kuang-Hao, et al. A design of constant temperature control system in 3D printer. In: *2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-TW)*. IEEE, 2016. p. 1-2.
- [6] Keon, A. B.. (2018). 3D Printing at School and Makerspaces: Project Learning with 3D Printing. Cavendish Square. ISBN 978-1-6804-5016-3.
- [7] Olivianto, Zul Harris, and Triwilaswandio Wuruk Pribadi. "Perancangan Database Online 3D Grafis untuk Pembuatan Gambar Produksi Kapal." *Jurnal Teknik ITS* 7.1 (2018): G111-G116.
- [8] Tran, Paul. SolidWorks 2015 Part II-Advanced Techniques. Sdc Publications, 2014.
- [9] ŠLJIVIC, M., et al. Comparing the accuracy of 3D slicer software in printed enduse parts. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, 2019. p. 012082.
- [10] ACIU, Razvan-Mihai; CIOCARLIE, Horia. G-code optimization algorithm and its application on printed circuit board drilling. In: *2014 IEEE 9th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI)*. IEEE, 2014. p. 43-47.