

Pengaruh Getaran dan Kecepatan Cetak pada Konstruksi Rangka 3D-Printer

Muhammad Ramdani¹, Arjoni Amir¹, Kun Fayakun¹, Ahmad Kadarisman²
Masbah Rotuanta Tagore Siregar², Mohd Haris Md Khir³, Harry Ramza¹

1. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA
Jalan Tanah Merdeka No. 6, Kp Rambutan, Jakarta 13830, INDONESIA
E-mail: muhammadramdani@uhamka.ac.id, arjoni_amir@uhamka.ac.id, kun_fayakun@uhamka.ac.id, hramza@uhamka.ac.id
2. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Pascasarjana
Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jalan Moh. Kahfi II, Srengseng Sawah, Jagakarsa Jakarta 12640, INDONESIA
Email : ariskig@gmail.com, mrtsiregar2012@istn.ac.id
3. Department of Electrical and Electronic Engineering, Faculty of Engineering
Universitas Teknologi PETRONAS
32610, Seri Iskandar Campuss, Perak Darul Ridzuan, MALAYSIA
E-mail : harisk@utp.edu.my

Abstrak

3D *printing* adalah proses pembuatan benda padat tiga dimensi (3D) dari suatu desain digital dengan biaya yang relatif rendah dalam rentang waktu yang singkat. Pada dasarnya memang tidak jauh berbeda dari alat printing biasa, hanya saja output yang dihasilkan berupa 3D. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil desain produk prototype dari perancangan desain rangka 3D printing terhadap pengaruh getaran yang dihasilkan oleh motor stepper untuk mendapatkan ke presisian pada objek/design, getaran yang dihasilkan dari mekanik atau kecepatan pada saat 3d printer menjalankan tugasnya dapat mengakibatkan kurang presisi hasil produk yang dibuat dengan hasil yang sebenarnya. Teknik yang digunakan pada mesin 3d printing yaitu teknik FDM (Fused Deposition Modelling) merupakan metode yang umum digunakan pada teknologi 3D Printing karena hanya membutuhkan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan teknik yang lain, bahan yang digunakan untuk eksperimen berjenis PLA (polylatic acid) dengan berbagai macam kombinasi produk yang dihasilkan, Metode yang digunakan pada penelitian ini, yaitu metode eksperimental dengan mengacu pada pengaturan parameter dari software slicing 3D printing Ultimaker Cura 4.2.0 dengan pengaturan seperti, suhu nozzle, suhu bed, kecepatan cetak, kecepatan ekstruder dan tebal tipis material per layer (layer height). Berdasarkan hasil eksperimen dan pengukuran maka akan ditentukanlah parameter yang menghasilkan objek cetak yang memiliki tingkat ke presisian paling baik.

Kata kunci: 3D Printer, Ultimaker Cura 4.2.0, FDM

Abstract

3D printing is the process of making three-dimensional (3D) solid objects from a digital design at a relatively low cost in a short span of time. Basically it is not much different from ordinary printing tools, it's just the resulting output in the form of 3D. The purpose of this study is to determine the prototype product design results from the design of the 3D printing frame design on the effect of vibrations produced by the stepper motor to get to the precision on the object / design, vibrations generated from mechanical or speed when the 3d printer is performing its tasks can lead to less precision results of products made with actual results. The technique used in the 3d printing machine is the FDM (Fused Deposition Modeling) technique which is commonly used in 3D Printing technology because it only requires a lower cost compared to other techniques, the material used for various PLA (polylatic acid) experiments with various types kinds of combinations of products produced, the method used in this study, the experimental method by referring to the parameter settings of Ultimaker Cura 4.2.0 3D printing slicing software with settings such as, nozzle temperature, bed temperature, print speed, extruder speed and thin thickness of material per layer (layer height). Based on the results of experiments and measurements, it will determine the parameters that produce the printed object that has the highest level of precision. With this research it is hoped that 3D Printing activists can help improve the precision of the products.

Keywords : 3D Printer, Ultimaker Cura 4.2.0, FDM,

Diajukan : 1 Januari 2021; Diterima : 20 Januari 2021

1. Pendahuluan

3D printing adalah salah satu bentuk dari *additive manufacturing* dimana sebuah objek tiga dimensi dibentuk dengan menambahkan material layer demi layer. Langkah awal dari 3D printing adalah membuat model digital dari objek yang akan dicetak. Pembuatan model atau design 3D digital ini menggunakan software Solidwork 2017 dengan output filenya format *Stereolithography* (STL).

3D printing bisa menggunakan berbagai macam material baik liquid, solid, maupun powder. Beberapa proses yang umum diterapkan dalam teknologi 3D printing adalah *Selective Laser Sintering* (SLS), *Digital Light Processing* (DLP), *Fused Deposition Modelling* (FDM), *Selective Laser Melting* (SLM), dan *Electron Beam Melting*, untuk jenis mesin 3D printing ini menggunakan *Fused Deposition Modelling* (FDM) karena hanya membutuhkan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan teknik yang lain. Prinsip kerja dengan teknik ini adalah dengan cara lapis demi lapis yang mengandalkan komponennya, seperti *heater nozzle, extruder* (pendorong filament), komponen ini berfungsi untuk memanaskan filament sampai meleleh yang di dorong oleh extruder ke *heater nozzle*, kemudian dicetak di *bottom plate (hedbed)* agar menjadi objek 3D, mesin tersebut harus digunakan pada suhu tertentu sesuai dengan titik lebur yang dimiliki oleh filament[1]. Material yang paling sering digunakan pada mesin 3D ini adalah PLA (*Polylactic/Poly lactide Acid*).

Seiring berkembangnya teknologi, 3D Printing selalu menjadi pilihan utama untuk mencetak bentuk-bentuk yang rumit atau bentuk dengan detail yang kompleks. Untuk menghasilkan objek 3D dengan tingkat ke presisian yang tinggi menggunakan teknologi 3D *Printing* FDM bukanlah hal yang mudah. Permasalahan yang sering muncul dalam proses cetak dari jenis *fillament* PLA yaitu membutuhkan suhu yang tinggi dan membutuhkan kerangka mesin 3D yang kokoh yang dapat mengurangi getaran pada *bottom plate (hedbed)* saat proses pencetakan. Penelitian tentang dampak parameter proses pada sifat mekanik komponen yang dibuat dari *Poly lactic Acid (PLA)* dengan menggunakan *Printer 3D Open-source* pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kepresisian akhir dan kecepatan pada saat pencetakan.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa parameter-parameter yang mendukung dalam proses pencetakan dari jenis *fillament PLA* yang mempengaruhi tingkat kepresisian dari objek cetak menggunakan teknologi 3D *Printing* FDM. Parameter yang akan dianalisis yaitu, suhu *nozzle*, suhu *bed*, kecepatan extruder, objek tebal tipis material per layer (*layer height*) menggunakan software *slincing 3D Ultimaker Cura 4.2.0* dan menganalisa kecepatan cetak dan kepresisian. Setelah itu, akan dilakukan proses pengukuran tingkat kepresisian dari hasil kecepatan cetak menggunakan *Jangka Sorong*. *Fillament* PLA yang digunakan pada penelitian ini adalah PLA (*Poly lactic/Poly lactide Acid*).

2. Metodologi

Pada penelitian ini akan dilakukan percobaan (Eksperimental) menggunakan mesin 3D *Printing Fused*

Deposition Modelling (FDM) berdasarkan parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kepresisian objek cetak. Percobaan ini dimaksudkan untuk mendapatkan parameter pengerjaan yang tepat terhadap kepresisian yang baik dari hasil cetak. Setelah itu, baru dilakukan setting parameter tersebut pada mesin dengan menggunakan *software slicing 3D Ultimaker Cura 4.2.0*. Percobaan ini dilakukan dengan mempersiapkan perangkat meliputi, satu unit mesin 3D *Printing* FDM, *fillament* PLA, *Jangka sorong*, *software slicing 3D Ultimate Cura 4.2.0*, *Software* desain (Solidwork 2017) dan 1 unit komputer.

2. 1. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *fillament* PLA (*Poly lactic/Poly lactide Acid*) diameter 1,75 mm. *Fillament* ini dipilih karena kualitas permukaan yang bagus, mudah bekerja dengan kecepatan cetak yang tinggi, proses percetakan lebih cepat, sehingga mempunyai tingkat kepresisian yang baik serta mendapatkan hasil cetak yang cepat serta mudah untuk didapatkan dipasaran. Propertis *fillament* PLA (*Poly lactic/Poly lactide Acid*) dapat dilihat pada tabel 1.

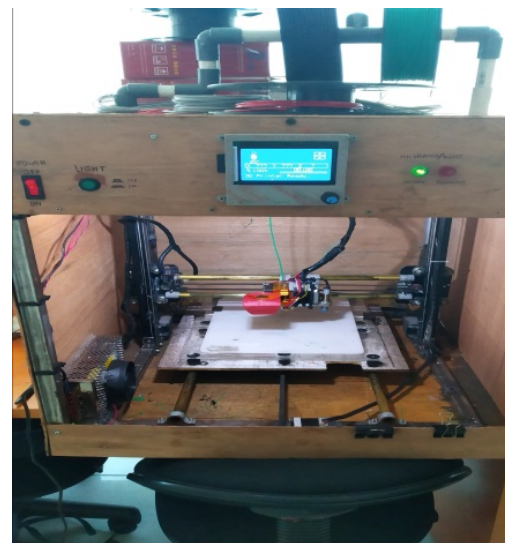
Tabel 1. Propertis *filament* PLA (*Poly lactic/Poly lactide Acid*)

Diameter	1,75 mm
<i>Printing temperature</i>	230°C
<i>Melting Temperature</i>	230°C
<i>Initial printing temperature</i>	220°C
<i>Final printing temperature</i>	205°C
<i>Maximum Print Bed Temperature</i>	40°C

2. 2. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Mesin 3D *Printing* dengan teknik FDM, dengan build size 25 cm x 25 cm x 27 cm dan single nozzle.



Gambar 1. Mesin 3D *Printer* Handmade

2. *Jangka Sorong* digunakan untuk mengukur kepresisian hasil cetak 3D yang dicetak oleh mesin 3D *printing*.



Gambar 2. Jangka Sorong

3. Laptop/komputer dengan RAM 6 GB merk ASUS i7, digunakan untuk melakukan proses desain (Solidwork 2017) dan slincing 3D objek cetak pada penelitian.



Gambar 3. Laptop Asus i7

4. Aplikasi Slicing 3D printing Ultimaker Cura 4.2.0 Open Source.

2. 3. Proses Penelitian

1. Persiapan

Pada langkah ini, akan dilakukan proses identifikasi masalah yang sering terjadi pada proses pencetakan dari mesin 3D Printing, khususnya pada jenis fillament PLA (Polylactic/Poly lactide Acid) untuk meningkatkan kepresisian harus membutuhkan settingan pada software slincing 3D priting dan mengatur kecepatan mesin 3D agar mendapatkan kepresisian yang akurat, jadi, dari masalah tersebut akan ditentukan objek yang akan diteliti serta parameter-parameter yang mendukungnya seperti propertis filament, suhu nozzle, suhu bottom plate (hedbed), kecepatan cetak, tebal tipis material per layer. Parameter yang divariasikan ada dua, yaitu kecepatan cetak dan tebal tipis material per layer, sedangkan untuk suhu nozzle dan suhu meja tetap.

2. Studi Literatur

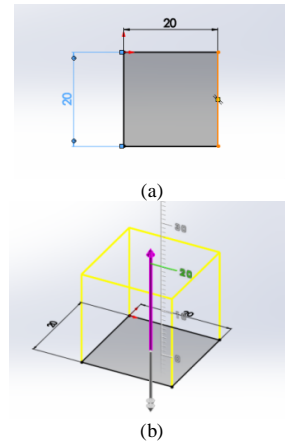
Setelah langkah pertama selesai dilakukan, maka akan dilanjutkan ketahap pencarian studi literatur yaitu mencari dan mempelajari teori tentang mesin 3D Printing, fillament PLA dan jurnal-jurnal penelitian yang berkaitan dengan masalah yang didapat serta parameter-parameter yang akan digunakan pada proses penelitian.

3. Alat dan Bahan

Pada tahap ini, semua alat dan bahan yang berhubungan dengan penelitian akan disiapkan sebaik mungkin supaya proses penelitian berjalan dengan lancar. Seperti:

- a. dimensi objek cetak berukuran (20 X 20 X 20) mm. Design (Solidwork 2017) *Open Source*.
- b. Output design 3D dengan format STL
- c. Proses slicing 3D printer menggunakan software Ultimaker Cura 4.2.0 *Open Sourcedan* berubah menjadi dengan format file (GCODE)
- d. Menyimpan file dengan format (GCODE) dalam SD Card dengan Kapasitas 4 GB

Ukuran objek cetak ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Ukuran Objek. (a).Tampak atas; (b). Tampak samping

4. Set up

Sebelum melakukan proses penelitian dan eksperimen, akan dilakukan proses setting mesin 3D printing dan alat yang akan digunakan. Mesin dan alat disetting sesuai dengan parameter-parameter yang akan diuji. Tujuannya adalah supaya proses eksperimen berjalan dengan baik sesuai dengan rencana penelitian yang telah ditetapkan. Setelah set up dilakukan, maka dilanjutkan dengan proses eksperimen.

5. Eksperimen

Eksperimen dilakukan berdasarkan parameter-parameter yang telah ditentukan sebelumnya dan parameter tersebut diolah menggunakan software slicing 3D Printing. Setelah dislice file akan berupa G-Code yang kemudian akan ditransfer ke mesin 3D Printing FDM menggunakan micro SD card.

6. Pengukuran kepresisian Hasil Cetak.

Objek cetak yang dihasilkan dari 10eksperimen dengan 5 parameter yang paling berpengaruh akan diukur tingkat kepresisian menggunakan Jangka Sorong.

7. Penentuan Parameter yang Tepat.

Pada tahap ini akan ditentukan parameter yang tepat berdasarkan hasil pengukuran tingkat kepresisian hasil cetak menggunakan Jangka Sorong dengan hasil yang paling baik.

8. Penarikan Kesimpulan

Tahap terakhir adalah kesimpulan, pada tahap ini semua parameter yang diuji dan objek 3D yang dihasilkan akan disampaikan dalam laporan penelitian, serta akan dijelaskan pada parameter yang paling berpengaruh untuk proses pencetakan fillament PLA. Kesimpulan ini dilakukan

berdasarkan fakta dilapangan, mulai dari proses persiapan alat dan bahan sampai dengan proses pengukuran dan penentuan parameter yang tepat dengan tingkat kepresisian yang paling baik dari produk yang dihasilkan oleh mesin 3D Printing dengan teknik FDM yang sesuai pada parameter yang telah ditetapkan.[8].

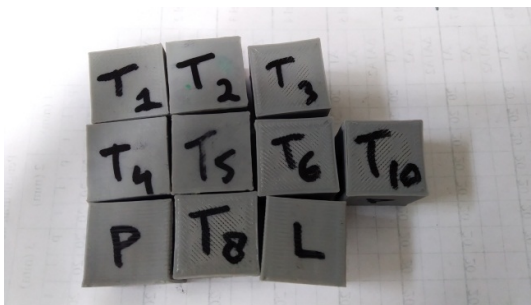
3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini yang akan dicetak menggunakan mesin 3D Printing dengan teknik FDM dan diukur tingkat kepresisian dengan Jangka Sorong adalah berjumlah 10 sampel. Sampel didapat dari setting parameter proses pada software slicing 3D Printing Ultimaker Cura 4.2.0. Variasi setting parameter proses tersebut ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Setting Parameter Proses Cetak

Sampel	Variabel Tetap			Variabel yang Divariasikan	
	Suhu Nozzle (°C)	Suhu <i>button plate</i> (<i>headbed</i>) (°C)	Kecepatan Cetak dalam software (mm/s)	Tebal Layer (mm)	kecepatan Cetak Dalam Mesin 3D Printing
1	230	40	100	0,16	100
2	230	40	150	0,16	150
3	230	40	200	0,17	200
4	230	40	250	0,17	250
5	230	40	300	0,18	300
6	230	40	350	0,18	350
7	230	40	400	0,19	400
8	230	40	500	0,19	500
9	230	40	550	0,20	550
10	230	40	750	0,20	750

Hasil cetak dari 10 percobaan tersebut akan diukur tingkat kepresisiannya menggunakan Jangka Sorong dan untuk kecepatan kita menggunakan settingan pada Mesin 3D Printing. Pengukuran kepresisian dilakukan sebanyak tiga kali ($p \times l \times t$) untuk tiap sampelnya kemudian dirata-ratakan. Hal tersebut dilakukan agar kesalahan pada saat proses pengukuran dapat dikurangi. Hasil cetak dari setting parameter proses dapat dilihat pada Gambar 5, dan proses pengukuran sampel dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 5. Sampel Hasil Cetak.



Gambar 6. Proses Pengukuran Dengan Jangka Sorong

Proses pengukuran kepresisian seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 6 dimulai dari mempersiapkan sampel uji, kemudian mengukur kepresisian Panjang, Lebar dan Tinggi tiap sample dengan Jangka Sorong. Hasil pengukuran sampel uji ditunjukkan oleh Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, maka hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Kepresisian hasil cetak sangat berpengaruh terhadap ketebalan layer per layer dan kecepatan cetak.
2. Semakin kecil nilai selisih $\Delta A1A2$ untuk $p \times l \times t$, maka tingkat kepresisian hasil cetak semakin tinggi.
3. Parameter ketebalan layer dengan nilai 0,18 mm memiliki kecepatan 300 mm/s mempunyai kepresisian yang paling tinggi dan tingkat kepresisiannya yang lebih baik dibandingkan dengan ketebalan layer per layer 0,16 mm dan ketebalan layer per layer paling tebal 0,2 mm pada setiap kecepatan cetak yang diuji.
4. Nilai kepresisian paling rendah ditunjukkan oleh sampel 5.
5. Nilai deviasi rata rata $p \times l \times t$ paling tinggi terdapat pada pengukuran kepresisian sampel 3.
6. Parameter proses yang berpengaruh pada kepresisian dan kecepatan cetak yang paling baik adalah sampel 5, dengan nilai kecepatan cetak 300 mm/s dan ketebalan layer 0,18 mm.

Hasil pengukuran sampel uji menggunakan jangka sorong dengan 10 sampel uji menampilkan sebuah kejadian yang tidak terduga pada parameter tebal layer per layer dengan nilai 0,2 mm dengan kecepatan 550 mm/s masih mempunyai tingkat kepresisian yang cukup baik yang ditunjukkan pada sampel 9. Nilai yang didapat dari proses pengukuran kepresisian menunjukkan sampel dengan nilai variasi tersebut memiliki tingkat kepresisian yang berbeda-beda. Untuk kecepatan cetak dan kepresisian suatu objek dapat dipertimbangkan parameter – parameter yang akan digunakan pada proses cetak dan set up pada software slicing mesin 3D printing agar mendapatkan kecepatan cetak dan kepresisian yang paling baik.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan analisis data hasil pengukuran kepresisian, maka dapat disimpulkan bahwa nilai kepresisian dan kecepatan hasil cetak mesin 3D Printing FDM dengan *fillament* PLA (*Poly*lactic/*Poly*lactide *Acid*) yang paling rendah adalah pada sampel 5, tingkat kepresisian yang paling tinggi pada sampel 3. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mempertimbangkan dalam mencetak suatu objek dengan kecepatan cetak dan memiliki kepresisian yang baik agar mendapatkan produk yang lebih cepat dari sebelumnya dan juga dengan menggunakan parameter – parameter tersebut dapat mengurangi pemakaian bahan pada saat proses cetak, pada mesin 3D printing biasanya memiliki ketebalan layer per layer 0,20 mm dan kecepatan 100 mm/s, dengan menggunakan parameter tersebut dapat mengurangi bahan filament pada proses cetak karena memiliki ketebalan layer per layer 0,18 mm kecepatan cetak

300 mm/s dan memiliki nilai kepresisian paling tinggi 0,161 mm dari nilai rata-rata (P x L x T) pada sampel 5. Pada proses cetak suatu objek menggunakan teknik FDM pada 3D printing ini mempunyai tingkat kekasaran permukaan yang kurang baik, karena proses pencetakan menggunakan prinsip layer demi layer. Diharapkan dengan adanya penelitian ini tingkat kepresisian dan kecepatan cetak suatu objek dapat lebih baik dengan yang sebelumnya.

Pada penelitian ini tentang pengaruh getaran dan kecepatan cetak objek hasil dari *fillament* PLA yang dicetak menggunakan mesin 3D *Printing* dengan teknik FDM ini diharapkan akan terus dikembangkan agar mendapatkan kepresisian dan kecepatan yang lebih tinggi, terutama bagi pengguna 3D *Printing*. Tahap pengembangan dapat dimulai dari menambahkan parameter-parameter yang sangat berpengaruh terhadap kepresisian hasil cetak dengan *fillament* yang sama, hal yang sangat di inginkan yaitu tingkat kepresisian dan kecepatan cetak yang cepat di bandingkan sebelumnya atau dengan menggunakan parameter sama tetapi *fillament* yang dipilih berbeda, kecepatan cetak di tingkatkan dan layer per layer di variasikan dengan parameter yang sebelumnya.

References

- [1] Pham, D., Gault R. A., 1998, A Comparison of Rapid Prototyping Technologies, International Journal of Machine Tools & Manufacture, 38 (1998) 1257–1287.
- [2] Sood, A. K., Ohdar, R. K. and Mahapatra, S. S., (2009), Improving dimensional accuracy of Fused Deposition Modelling processed part using grey Taguchi method, Materials and Design. Elsevier Ltd, 30(10), pp. 4243–4252. doi: 10.1016/j.matdes.2009.04.030.
- [3] Pristiansyah., Herianto (2018), Pengaruh Parameter 3D Printing Terhadap Transparansi Produk yang Dihasilkan, Seminar Nasional Inovasi Teknologi, UN PGRI Kediri, 24 Februari 2018.e-ISSN: 2549-7952.
- [3] Lanzotti, Antonio., et al., 2015, The Impact of Process Parameters On Mechanical Properties of Parts Fabricated in PLA with An Open-Source 3-D Printer, Rapid Prototyping Journal, Vol. 21 Iss 5 pp.
- [4] Carneiro, O.S., et al., 2016. Fused Deposition Modeling with Polypropylene, Materials & Design, 83 (2015) 768–776.

Keterangan definisi pada tabel 3 diatas :

p =ukuran panjang

l = ukuran lebar

t = ukuran tinggi

A1 = Ukuran sampel uji (dalam perancangan 3D dalam satuan mm)

A2 = Pengukuran presisi menggunakan sampel uji (dalam satuan mm)

$\Delta A1A2$ = Selisih antara A1 dan A2 (dalam satuan mm)

$X\Delta A1A2$ = Rata – rata dari $\Delta A1A2$ (dalam satuan mm).

Xdeviasi = Rata – rata dari deviasi p x l x t (dalam satuan mm).

PX $\Delta A1A2$ = Rata – rata dari $X\Delta A1A2$ p x l x t (dalam satuan mm).

Stopwatch (dalam menit) = Pengukuran waktu cetak menggunakan penunjuk waktu atau stop watch.

Software slicing 3D (proses untuk menentukan koordinat objek) (dalam menit) =

lama waktu dibutuhkan pada proses pencetakan dalam software.

3D-printing (dalam menit) = lama pengerjaan / waktu yang dibutuhkan pada proses pencetakan