

ANALISIS KEAKURATAN DIMENSI HASIL CETAK 3D PRINTING CORE XY BERBAHAN ABS TERHADAP KECEPATAN DAN TEMPERATUR

M. Ichsan Alfiansyah^{1)*}, Almadora Anwar Sani^{2)*}, Indra Gunawan²⁾ Yogi Eka Fernandes²⁾

¹Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara, Bukit besar, Palembang, 30139, Indonesia

²Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang, 30139, Indonesia

*email korespondensi: almadora@polsri.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Received:
28/07/23

Received in revised:
18/10/23

Accepted:
26/03/24

Online-Published:
30/06/24

ABSTRAK

3D Printing adalah sebuah alat yang mencetak hasil dalam bentuk cetakan, tetapi tidak sama dengan printing biasanya yang mencetak data dalam sebuah kertas ataupun lembaran lainnya. Dengan adanya alat dari 3D printing sebuah perusahaan tidak perlu membuat sebuah prototype tanpa harus menghabiskan modal ataupun material. Dalam penelitian ini, dibahas tentang keakuratan dimensi hasil cetak terhadap parameter Kecepatan dan Temperatur pada material ABS. Pada proses penelitian ini material yang dipakai adalah Acrylonyte Butadine Styrene (ABS) yang kemudian akan dibentuk menjadi spesimen dengan variasi 5 ukuran desain yang berbeda. Dengan menggunakan kecepatan cetak yaitu 60mm/s, 65mm/s, 70mm/s, serta 75mm/s dan temperatur 240°C. Pada penelitian ini, didapatkan hasil 20 spesimen dari setiap desain 4 spesimen, kemudian hasil cetak dilakukan analisa menggunakan metode ANOVA Satu Arah dengan dibantu perhitungan menggunakan software SPSS. Hasil analisa didapatkan nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ sehingga tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap faktor parameter. Kecepatan cetak bisa memakai 75mm/s atau lebih sehingga membuat waktu cetak semakin cepat.

Kata Kunci : 3D Printing, Filamen ABS, Anova

© 2024 The Authors. Published by
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan
(Indexed in SINTA)

doi:
<http://doi.org/10.5281/zenodo.12736207>

ABSTRACT

3D Printing is a tool that prints results in printed form but is different from printing usually that prints data on a paper or other sheet. With the tools of 3D printing, a company does not need to make a prototype without having to spend capital or materials. In this study, it is discussing about the accuracy of the printed dimensions against the Speed and Temperature parameters of ABS material. In this research process, the material used is Acrylonyte Butadine Styrene (ABS) which will then be formed into specimens with variations of 5 different design sizes. By using print speeds of 60mm/s, 65mm/s, 70mm/s, and 75mm/s and a temperature of 240°C. In this study, the results of 20 specimens were obtained from each design of 4 specimens, then the prints were analyzed using the One-Way ANOVA method with the help of calculations using SPSS software. The results of the analysis obtained the value of $F_{calculate} < F_{table}$ so that there is no significant influence on the parameter factor. Print speed can be 75mm/s or more, making print time faster.

Keywords : 3D Printing, Filamen ABS, Anova

1 PENDAHULUAN

Terdapat satu teknik 3D Printing merupakan *Fused Deposition Modeling* (FDM). Adanya teknologi 3D Printing, beberapa perusahaan akhirnya bisa membuat sebuah *prototype*, karena adanya 3D Printing

perusahaan tidak perlu menghabiskan bahan baku maupun material [1]. Proses cetak manufaktur 3D *Printing* merupakan metode manufaktur baru yang dilakukan dengan menumpuk bagian-bagian material hingga dapat dikatakan masuk di dalam kategori *additive manufacturing*. Penggunaan teknologi 3D *Printing* sangat besar yang mana tidak hanya melibatkan di bidang *manufaktur* tetapi juga pada bidang *aeronautika*, kesehatan medis, 3D *modelling* dan masih banyak lagi. (Andriyansyah et al., 2021). Dalam proses langkah pengerjaan *Printing* 3D menggunakan teknik FDM, keakuratan ukuran hasil cetak menjadi hal yang sangat penting yang dapat mempengaruhi kualitas. Parameter yang mempengaruhi hasil akurasi ukuran ialah *layer thickness*, *build orientation*, *raster orientation*, *extrusion temperature*, dan *print speed* [3]

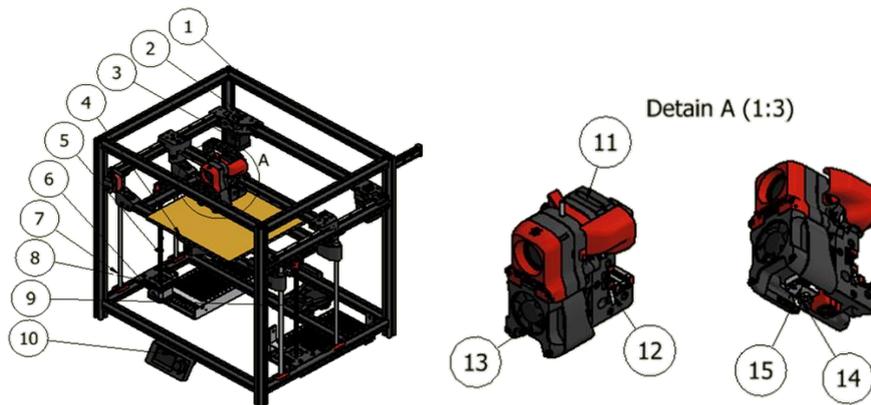
Menurut Pristiansyah hasil pengujian mengenai hasil cetak akurasi dan ukuran ini pada mesin *Printing* 3D FDM sudah beberapa kali di uji menggunakan filamen ABS. Pengaruh dari *layer thickness*, *orientation angle*, dan *shell thicknes* bisa mempengaruhi ketepatan ukuran dari objek cetak. Menurut [5] pada proses riset serta penyempurnaan FDM, pastinya terdapat berbagai macam variable dan variasi parameter bermaksud untuk menciptakan hasil tiga dimensi dengan capaian akurasi dan hasil ketelitian hampir sama dengan desain aslinya juga bisa diaplikasikan seperti perancangan yang diharapkan. Teknologi FDM (*Fused Deposition Modeling*) juga terdapat kekurangan di karenakan teknologi ini memakai proses dalam pengerjaannya disebut *building per layer* jadi permukaan yang dihasilkan dapat dirasakan dan dilihat garis yang menggambarkan batas antar baris pada setiap hasil cetak. Bahan yang digunakan pada *Printing* 3D jenis FDM yaitu material polimer termoplastik yang akhirnya dibentuk menjadi filamen. Material cetak yang paling sering digunakan sendiri ialah *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) serta *Polylactic Acid* (PLA). [7] Pada dasarnya sistem ekstrusi dan pemanasnya bertujuan untuk membawa bahan kerja ke dalam pencetakan yang mana sudah dilakukan pemanasan menggunakan ekstruder dan lalu masuk ke *nozzle* pembentuk. *Nozzle* ini bergerak bersamaan dengan motor, tergantung pada bentuk dari setiap 3D *Printing*. [8]. Awal mula barang yang akan di buat secara massa sangat membutuhkan sebuah *prototype* awal sehingga dapat melihat apakah dari produk tersebut yang sudah di buat telah memenuhi kriteria yang di harapkan dan siap untuk di pasarkan secara massal. Untuk pembuatana *prototyping* tersebut, alternatifnya pengguna mesin 3D *Printing*. [9]

Perkembangan teknologi 3D *Printer* ialah teknologi dalam bidang *manufaktur* dalam global Revolusi 4.0. Mesin 3D *Printer* sendiri juga termasuk kedalam konsep *Additive Manufacturing*. Hal itu berbeda dari halnya *CNC* (*Computer Numerically Control*) yang dalam konsepnya termasuk melakukan *subtractive manufacturing*. [10] Ada banyak jenis teknologi *rapid prototyping* yang umum digunakan saat ini salah satunya ialah mesin 3D *Printing* yang memiliki kekurangan dan kelebihan tersendiri, terurama pada parameter yang mana seperti *layer thickness*, *system accuracy*, dan *operation speed*. [11]. Seiring berjalannya waktu teknologi 3D *Printing* tersebut, tidak hanya dibutuhkan dalam global industri juga dipakai pada masa pembelajaran. 3D *Printer* ialah bentuk kemajuan teknologi baru di dalam dunia pendidikan, 3D *Printer* juga memperlancar dalam proses pembelajaran di dunia pendidikan secara pembelajaran. [12]. Pada era sekarang 3D *Printer* telah mulai berkembang di negara Indonesia, di karenakan 3D *Printer* dapat membuat hasil cetak *prototyping* dengan bentuk dan ukuran yang kompleks dalam waktu relatif singkat dibandingkan dengan mesin-mesin konvensional, walaupun masih terdapat kekurangan dalam hal yang lainnya. [13]. Hasil produk cetak 3D *Printing* mampu menngurangi kebutuhan penggunaan modal mahal dan pekerja terampil untuk menciptakan desain *prototype*, membuat proses akan lebih mudah, terjangkau, dan menekan biaya efisien yang diinginkan. [14]

Dari uraian diatas tujuan dilakukan penelitian ini untuk mengetahui akurasi cetak mesin 3D *Printing* yang dibuat dengan kecepatan yang tepat sehingga menghasilkan hasil cetak yang sesuai dengan ukuran yang diinginkan dan penelitian ini sangat berguna untuk melihat keberhasilan rancang bangun yang dibuat dengan membuat mesin 3D *Printing* Core XY. Kebaharuan dari penelitian ini adalah membahas tentang analisis keakuratan dimensi hasil cetak 3D *printing core xy* berbahan ABS terhadap kecepatan dan temperatur.

2. BAHAN DAN METODE

Pada proses penelitian menggunakan mesin *Printing* 3D Core XY (Gambar 1) untuk mencetak spesimen dengan lima desain dan kecepatan berbeda. *Spesimen* yang dicetak di desain menggunakan *software Autodesk Inventor 2020*. Untuk mencetak spesimen diperlukan membuat *g-code* dibantu *software Repetier Host*.

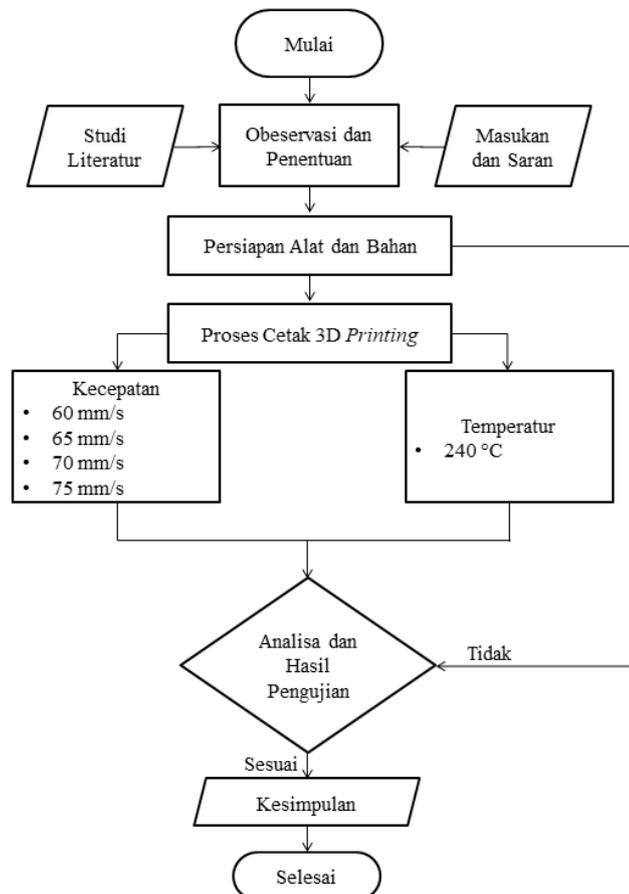


Gambar 1. Mesin 3D Printing Core XY

Keterangan :

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1) Frame | 9) Bed |
| 2) Baut M5 10mm | 10) Lcd Monitor |
| 3) Motor Nema 23 | 11) Motor Nema |
| 4) Bed | 12) Limit Switch |
| 5) Lead Screw | 13) Cooland Exstruder |
| 6) Motor Nema 17 | 14) Nozzle |
| 7) Poros Stainless Ø8mm | 15) Exstruder |
| 8) Motor Nema 17 | |

Untuk mengetahui masalah yang terdapat pada judul penelitian ini dan mengetahui alur dari penelitian yang dibuat, maka akan di jelaskan pada *flow chart* Gambar 2.



Gambar 2. Flow Chart

2.1 Alat dan Bahan dalam Penelitian

Dalam proses penelitian adapun persiapan yang dilakukan dengan menyiapkan alat dan bahan penelitian, yang dibutuhkan pada saat penelitian berlangsung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Gambar
1	3D Printer Core XY	
2	Laptop	
3	Jangka Sorong	
4	Software Autodesk® Inventor®, Repetier Host dan SPSS IBM	
5	Memori Card	
6	Filamen ABS	

2.2 Metode Analisa dalam Penelitian

Dalam melakukan analisa penelitian akurasi dimensi terhadap produk cetak *Printer 3D*, ada beberapa langkah yang harus di siapkan, diantaranya:

2.2.1 Proses Cetak *Printer 3D Core XY*

Adapun persiapan yang dilakukan sebelum membuat spesimen, diantaranya sebagai berikut :

- 1) Membuat desain spesimen dengan menggunakan *software* yang telah ditentukan
- 2) Mengubah format *file* dari .ipt berubah menjadi .STL
- 3) Membuka *software repetier host* untuk membuat *g.code*
- 4) Memasukkan *memori card* ke laptop untuk memindahkan *file* yang sudah dibuat *g.code* nya
- 5) Kemudian, Memasukkan *memori card* ke dalam *Printer 3D*
- 6) Terakhir, mulai mencetak dengan mesin.

2.2.2 Langkah – langkah pengukuran yang dilakukan

Berikut ialah langkah – langkah yang dilakukan untuk mengukur hasil spesimen yang telah dibuat diantaranya sebagai berikut :

- 1) Mempersiapkan serta mengecek hasil cetak yang akan dilakukan pengukurannya.
- 2) Mempersiapkan catatan untuk mencatat nilai yang didapat proses pengukuran.
- 3) Mengecek kembali peralatan ukur dengan menggunakan jangka sorong dan *micrometer* dengan nilai ketelitian 0.01 mm.
- 4) Setelah semua hasil cetak diukur dilanjutkan dengan analisa data dengan perhitungan ANOVA (*Analisis of Variance*) dibantu dengan menggunakan *software IBM SPSS*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari proses cetak 3D *Printing Core XY* berbahan ABS dengan variasi 5 desain yang tidak sama, lalu di ukur memakai alat ukur yang selesai ditetapkan, bisa dilihat pada Tabel 1 ukuran spesimen dan Tabel 2 Hasil cetak spesimen 3D *Printing Core XY*

Tabel 2. Data Sheet Filamen ABS

<i>Diameter</i>	1.75 mm
<i>Toerlance</i>	± 0.03 mm
<i>Net Weight</i>	1 kg
<i>Print Temperature</i>	220 – 240°C
<i>Bed</i>	80 - 100°C

Tabel 3. Ukuran dimensi spesimen

Tinggi (mm)	Panjang (mm)	Lebar (mm)
30,0	Ø30 (bawah)	Ø15 (atas)
30,0	30	30
30,0	30	15
37,5	65	Ø15
20,0	50	20

Tabel 4. Hasil cetak 3D *Printing Core XY*

No	Desain	Parameter Terukur		Nilai Parameter Respon (mm)		
		<i>Printing Temperature</i>	<i>Print Speed (mm/s)</i>	Panjang	Lebar	Tinggi
1	1	240°	60	29,31	15,56	29,98
2		240°	65	29,25	15,50	39,80
3		240°	70	30,31	15,67	29,98
4		240°	75	30,22	15,48	29,94
5		240°	60	30,09	30,13	30,23
6	2	240°	65	30,20	30,14	30,26
7		240°	70	30,18	30,19	30,17
8		240°	75	30,17	30,15	30,02
9	3	240°	60	29,68	29,40	15,30
10		240°	65	29,16	29,38	15,22
11		240°	70	29,53	29,44	15,15
12		240°	75	29,65	29,39	15,21
13	4	240°	60	64,50	37,71	14,83
14		240°	65	64,61	37,64	15,00
15		240°	70	64,51	37,55	14,93
16		240°	75	64,55	37,41	14,87
17		240°	60	50,20	20,67	19,90
18	5	240°	65	50,23	20,48	19,96
19		240°	70	50,13	20,41	20,35
20		240°	75	50,04	20,37	19,92

Tabel 4 merupakan hasil dari proses cetak mesin 3D *Printing Core XY*, pada area X, area Y, dan area Z, dengan variasi ukuran dan desain yang berbeda. Sehingga didapatkan hasil seperti tabel di atas. Seluruh hasil diukur menggunakan alat ukur yang telah sudah ada meliputi panjang, lebar dan tinggi.

3.1 Analisis Data Hasil Pengukuran

Untuk mengidentifikasi analisis dampak dengan parameter Kecepatan dan *Temperatur* pada hasil cetak 3D *Printing Core XY* tersebut, maka dari dari itu harus dilakukan analisis data hasil ukur dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Pada penelitian ini akan melakukan perhitungan dengan dibantu melalui perangkat lunak *IBM SPSS Statistic* buat mempermudah perhitungan *Analysis of Variace* (ANOVA) menggunakan metode “*One Way*”. Adapun hipotesa (H_0) yang diuji tak terdapat dampak dari faktor terhadap

penyimpangan gerak sumbu dab (H_1) yg diuji berpengaruh asal faktor terhadap defleksi motilitas sumbu. (Fenoria Putri et al., 2023)

Untuk mengetahui efek faktor terhadap nilai respon asal spesimen uji yang dibuat mengacu pada standarisasi spesimen uji keakuratan dimensi, dilakukan analisis data yang terjadi pengukuran menggunakan *analysis of variance (One-Way ANOVA)*.

Asal data akibat pengukuran di Tabel 2 dapat dianalisis pengaruh dari faktor Kecepatan serta *Temperatur* akibat cetak 3D *Printing Core XY* dengan *Analysis of Variance (ANOVA)* yang dibantu menggunakan aplikasi IBM *SPSS Statistic*. hasil asal ANOVA ditunjukkan di Tabel 3, 4, 5, 6, serta 7 seperti berikut :

Tabel 5. Hasil ANOVA dari spesimen desain 1

ANOVA					
Dimensi	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.013	3	.004	0,002	.403
Within Groups	.031	8	.004		
Total	.044	11			

Tabel 6. Hasil ANOVA dari spesimen desain 2

ANOVA					
Dimensi	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.435	3	.145	0.092	1.000
Within Groups	545.652	8	68.206		
Total	546.087	11			

Tabel 7. Hasil ANOVA dari spesimen desain 3

ANOVA					
Dimensi	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.071	3	.024	0.000	1.000
Within Groups	540.400	8	67.550		
Total	540.471	11			

Tabel 8. Hasil ANOVA dari spesimen desain 4

ANOVA					
Dimensi	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.148	3	.049	0.000	1.000
Within Groups	4991.489	8	623.936		
Total	4991.637	11			

Tabel 9. Hasil ANOVA dari spesimen desain 5

ANOVA					
Dimensi	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.040	3	.013	0.000	1.000
Within Groups	2386.981	8	298.373		
Total	2387.021	11			

Asal tabel diatas dihasilkan akibat perhitungan anova dari spesimen uji analisis keakuratan dimensi. dengan ini bisa dilakukan pengujian hipotesanya sebagai berikut.

Penetapan hipotesa, Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ (H_0) yang diuji tidak ada pengaruh yang signifikan dari faktor, terhadap analisis keakuratan dimensi dan jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ (H_1) yang diuji berpengaruh signifikan asal faktor, terhadap analisis keakuratan dimensi. F_{hitung} di dapat berasal nilai hasil Anova pada tabel di atas serta F_{tabel} di dapat dengan membaca tabel statistika menggunakan taraf signifikansi 0,05 df (jumlah variable) = 3 dan df 3 (n-k-1) yaitu 12 - tiga -1= 8 di setiap desain. Nilai F_{hitung} dan F_{tabel} dapat dilihat pada Tabel 10:

Tabel 10. Nilai F_{hitung} dan F_{tabel}

No	Nilai	Desain				
		1	2	3	4	5
1	F_{hitung}	0.002	0.092	0.000	0.000	0.000
2	F_{tabel}	4.07	4.07	4.07	4.07	4.07

Dari data yang didapat, didapatkan hasil analisis *Anova* Satu Arah sebagai berikut :

- a. F_{hitung} 0.002 < F_{tabel} 4.07 pada desain 1
- b. F_{hitung} 0.092 < F_{tabel} 4.07 pada desain 2
- c. F_{hitung} 0.000 < F_{tabel} 4.07 pada desain 3
- d. F_{hitung} 0.000 < F_{tabel} 4.07 pada desain 4
- e. F_{hitung} 0.000 < F_{tabel} 4.07 pada desain 5

Dari perhitungan *One-Way ANOVA* diatas dapat diambil hasil dari semua desain yang telah diuji $F_{hitung} < F_{tabel}$, yang artinya (H_0) diterima, sehingga hasil dari spesimen yang diuji tidak ada pengaruh yang signifikan dari faktor terhadap analisis keakuratan dimensi. Untuk penelitian selanjutnya kualitas hasil cetak yang permukaannya tidak rata sehingga disarankan penelitian selanjutnya dilanjutkan dengan mencari faktor yang menyebabkan permukaan hasil cetak yang tidak rata.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dan analisis keakuratan dimensi hasil cetak 3d *printing core xy* berbahan abs terhadap kecepatan dan *temperatur*, maka dari itu dapat diambil kesimpulan yaitu dari hasil analisis yang dilakukan dengan metode analisis *ANOVA* yang sudah diterapkan, maka dari itu dapat menyimpulkan bahwa keakuratan dimensi pada hasil cetak 3D *Printing Core XY* dengan faktor Kecepatan dan *Temperatur* yang berbeda dengan 5 desain yang berbeda tidak terdapat pengaruh yang signifikan. Dimana semua desain yang telah diuji mempunyai nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$. Hasil analisis menyebutkan bahwa ketepatan operasional mesin bisa memakai kecepatan 75mm/s sehingga dapat membuat waktu cetak akan lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. E. Ramadhan, M. Darsin, S. I. Akbar, And D. Yudistiro, "Akurasi Dimensi Produk Filamen 3d Printing Berbahan Polipropilen Menggunakan Mesin Ekstrusi," *J. Teknosains*, Vol. 11, No. 2, P. 162, 2022, Doi: 10.22146/Teknosains.63878.
- [2] D. Andriyansyah, A. Jamaldi, I. Taufik, P. Studi Teknik Mesin, And A. Teknologi Warga Surakarta, "Evaluasi Akurasi Dimensi Pada Objek Hasil 3d Printing."
- [3] H. A. Pamasaria, T. H. Saputra, A. S. Utama, And C. Budiyanoro, "Optimasi Keakuratan Dimensi Produk Cetak 3d Printing Berbahan Plastik Pp Daur Ulang Dengan Menggunakan Metode Taguchi," *Jmpm (Jurnal Mater. Dan Proses Manufaktur)*, Vol. 4, No. 1, Pp. 12–19, 2020, Doi: 10.18196/Jmpm.4148.
- [4] Pristiansyah; Hardiansyah; Sugiyarto, "Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur Optimasi Parameter Proses 3d Printing Fdm Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filament Eflex," *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, Vol. 11, No. 01, Pp. 0–7, 2019.
- [5] A. I. Pramudi, "Analisis Pengaruh Internal Geometri Terhadap Sifat Mekanik Material Pla Dipreparasi Menggunakan 3d Printing," *Skripsi Tek. Mesin, Fak. Teknol. Ind. Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, Pp. 1–57, 2017.
- [6] A. Aris Setiawan *Et Al.*, "Optimasi Parameter 3d Printing Terhadap Keakuratan Dimensi Dan Kekasaran

Permukaan Produk Menggunakan Metode Taguchi Grey Relational Analysis.”

- [7] R. A. Wicaksono, E. Kurniawan, M. K. Syafrianto, R. F. Suratman, And M. R. Sofyandi, “Rancang Bangun Dan Simulasi 3d Printer Model Cartesian Berbasis Fused Deposition Modelling,” *J. Engine Energi, Manufaktur, Dan Mater.*, Vol. 5, No. 2, P. 53, 2021, Doi: 10.30588/Jeemm.V5i2.895.
- [8] Lazuardi Akmal Islami, Dani Mardiyana, And Fabrobi Fazlur Ridha, “Analisis Struktur Aluminium Profile V-Slot Sebagai Desain Rangka Mesin 3d Printer,” *J. Tek. Mesin, Ind. Elektro Dan Inform.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 30–44, 2022, Doi: 10.55606/Jtmei.V1i2.505.
- [9] M. Dahlan, B. Gunawan, And F. S. Hilyana, “Rancang Bangun Printer 3d Menggunakan Kontroller Arduino Mega 2560,” *Pros. Snatif Ke-4*, Pp. 105–110, 2017.
- [10] H. D. Nugraha And D. P. Kosasih, “Perancangan Mesin 3d Printing Model Cartesian,” *J. Tek. Mesin Iti*, Vol. 5, No. 1, P. 29, 2021, Doi: 10.31543/Jtm.V5i1.557.
- [11] Hasdiansah And Herianto, “Pengaruh Parameter Proses 3d Printing Terhadap Elastisitas Produk Yang Dihasilkan,” *Semin. Nas. Inov. Teknol. Un Pgrri Kediri*, Pp. 187–192, 2018.
- [12] A. A. Nurul Amri And W. Sumbodo, “Perancangan 3d Printer Tipe Core Xy Berbasis Fused Deposition Modeling (Fdm) Menggunakan Software Autodesk Inventor 2015,” *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, Vol. 3, No. 2, Pp. 110–115, 2018, Doi: 10.21831/Dinamika.V3i2.21407.
- [13] D. Seprianto, “Pengaruh Diameter Nozzle Dan Tebal Layer Terhadap Ketelitian Objek Printer 3d,” *J. Tek. Mesin*, Vol. 14, No. 1, Pp. 40–46, 2021, Doi: 10.30630/Jtm.14.1.547.
- [14] R. Hakim, I. Saputra, G. P. Utama, And Y. Setyoadi, “Pengaruh Temperatur Nozzle Dan Base Plate Pada Material Pla Terhadap Nilai Masa Jenis Dan Kekasaran Permukaan Produk Pada Mesin Leapfrog Creatr 3d Printer,” *J. Teknol. Dan Ris. Terap.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–8, 2019, Doi: 10.30871/Jatra.V1i1.1242.
- [15] J. T. Mesin, P. N. Sriwijaya, M. Prodi, S. Terapan, T. Mesin, And P. N. Sriwijaya, “Pengujian Kekasaran Molding Berbasis Additive Manufacturing Menggunakan 3d Printing Material,” vol. 4, no. 2, pp. 43–50, 2023.