

## Pengaruh *Layer Height* Dan *Printing Speed* Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Hasil *Additive Manufacturing*

Arif Rochman Fachrudin<sup>1)</sup>, Fina Andika Frida Astuti<sup>2)</sup>  
<sup>1,2)</sup>Politeknik Negeri Malang, Malang  
Arifrochman.f@polinema.ac.id

### Abstrak

Kekasaran permukaan merupakan salah satu aspek kritis dalam hasil produksi dari teknologi pencetakan 3D *Printing*. Teknologi ini telah menjadi pusat perhatian dalam berbagai sektor manufaktur karena kemampuannya dalam menciptakan objek tiga dimensi dengan cepat dan akurat. Namun, kekasaran permukaan yang muncul pada produk 3D *Printing* dapat memengaruhi kualitas, fungsionalitas, dan estetika produk. Penelitian ini dilakukan melalui metode eksperimental untuk menguji dan mengamati fenomena yang relevan dengan lebih mendalam dan terperinci. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekasaran permukaan hasil produk 3D *Printing* tipe FDM dengan bahan filamen PLA. Variasi yang digunakan adalah *printing speed* 50; 75 ; 100 mm/s dan *layer height*: 0,1 ; 0,15 dan 0,20 mm. Hasil penelitian ini adalah, semakin besar nilai *printing speed* pada semua *layer height* maka semakin besar nilai kekasaran permukaan dan semakin besar nilai *layer height* pada semua *printing speed* maka semakin besar nilai kekasaran permukaan. Kekasaran permukaan terkecil dengan nilai 8,364  $\mu\text{m}$  didapatkan pada *printing speed* dengan kecepatan 50 m/s dan pada *layer height* yang paling kecil yaitu 0,1 mm.

**Kata Kunci:** *layer height*, *printing speed*, 3D *Printing*, PLA, kekasaran permukaan.

### Abstract

*Surface roughness is one of the critical aspects in the production results of 3D Printing technology. This technology has become the center of attention in various manufacturing sectors because of its ability to create three-dimensional objects quickly and accurately. However, the surface roughness that appears on 3D Printing products can affect the quality, functionality and aesthetics of the product. This research was carried out using experimental methods to test and observe relevant phenomena in more depth and detail. This research aims to determine the surface roughness of FDM type 3D Printing products using PLA filament material. The variations used are printing speed 50; 75 ; 100 mm/s and layer height: 0.1 ; 0.15 and 0.20 mm. The results of this research are, the greater the printing speed value at all layer heights, the greater the surface roughness value and the greater the layer height value at all printing speeds, the greater the surface roughness value. The smallest surface roughness with a value of 8.364  $\mu\text{m}$  was obtained at a printing speed of 50 m/s and the smallest layer height is 0.1 mm.*

**Keywords:** *layer height*, *printing speed*, 3D *printing*, PLA, *surface roughness*.

### Pendahuluan

Teknologi pencetakan tiga dimensi (3D *Printing*) telah mengalami perkembangan pesat dalam beberapa dekade terakhir (Lubis et al., 2016). Pencapaian ini telah membuka pintu bagi berbagai inovasi dalam berbagai sektor, mulai dari manufaktur hingga kedokteran (Calignano et al., 2020). Meskipun demikian, kekasaran permukaan pada

produk hasil *3D Printing* tetap menjadi tantangan yang signifikan dalam upaya menghasilkan produk berkualitas tinggi (Fauzi Hanafi et al., 2021).

Kekasaran permukaan adalah karakteristik fisik dari permukaan suatu objek yang mempengaruhi tekstur, estetika, fungsionalitas, dan interaksi dengan lingkungan sekitarnya (Taufik et al., 2020). Dalam konteks pencetakan 3D, kekasaran permukaan merujuk pada ketidakrataan atau tidak halusya permukaan pada objek yang dicetak. Faktor-faktor yang menyebabkan kekasaran ini meliputi berbagai aspek seperti metode pencetakan, parameter pencetakan, geometri objek, jenis bahan, serta ketelitian dan ketepatan mesin pencetak.

Kekasaran permukaan memiliki peran yang signifikan dalam banyak aplikasi, termasuk manufaktur, di mana kekasaran permukaan dapat mempengaruhi kualitas produk dan kinerja suatu komponen. Dalam industri seperti otomotif, kedirgantaraan, dan medis, penting untuk mengontrol dan mengukur kekasaran permukaan agar sesuai dengan standar kualitas yang ditentukan. Sebagai contoh, dalam industri otomotif, kekasaran permukaan dapat mempengaruhi gesekan, keausan, dan kinerja keseluruhan komponen mesin dan peralatan (Bika Pratama, 2021).

Berbagai metode pencetakan 3D, seperti Fused Deposition Modeling (FDM) (Hasdiansah & Herianto, 2018), Stereolithography (SLA), dan Selective Laser Sintering (SLS), memiliki karakteristik yang unik dalam membentuk objek (Abdillah & Ulikaryani, 2019). Hasil cetakan dari masing-masing metode ini cenderung memiliki tingkat kekasaran permukaan yang berbeda-beda. Misalnya, cetakan FDM dapat memiliki lapisan-lapisan yang terlihat jelas, sementara cetakan SLA mungkin menghasilkan permukaan yang lebih halus dan rinci.

Pentingnya mengelola kekasaran permukaan hasil *3D Printing* dapat dilihat dari dampaknya pada berbagai aplikasi. Dalam industri manufaktur, produk dengan permukaan yang kasar mungkin mengurangi kinerja dan daya tahan suatu komponen. Di sisi lain, aplikasi artistik atau estetika juga dapat terpengaruh oleh kekasaran permukaan, karena hal ini dapat memengaruhi penampilan visual produk.

Upaya untuk mengatasi masalah kekasaran permukaan terus dilakukan (Pratama, 2022). Beberapa pendekatan termasuk modifikasi parameter pencetakan, penggunaan bahan yang lebih halus, dan penggunaan teknik pascaproduksi seperti penghalusan permukaan atau pelapisan. Pengembangan perangkat lunak simulasi juga membantu

dalam memprediksi dan mengelola kekasaran permukaan sebelum proses pencetakan dilakukan. Dalam konteks penelitian dan pengembangan, pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor-faktor yang memengaruhi kekasaran permukaan dan pengembangan teknik untuk mengatasi masalah ini akan berkontribusi pada kemajuan teknologi pencetakan 3D yang lebih lanjut. Dengan begitu, hasil produksi 3D *Printing* dapat lebih mendekati standar kualitas yang diharapkan dalam berbagai aplikasi (Putra Bowo et al., 2021).

Hakim dkk (Rahman Hakim, Ihsan Saputra<sup>1</sup>, Gilang Prabowo Utama, 2019) melakukan penelitian tentang Pengaruh Temperatur Nozzle Dan Base Plate Pada Material Pla Terhadap Nilai Masa Jenis Dan Kekasaran Permukaan Produk Pada Mesin Leapfrog Creatr 3d Printer. Variasi yang digunakan Dengan menggunakan temperatur nozzle yaitu 190°C, 205°C, 220°C dan temperatur base plate 30°C dan 50°C Hasil penelitian ini adalah hasil kekasaran permukaan pada penelitian ini terdapat pada temperatur nozzle 190°C dan temperatur base plate 30°C dengan menggunakan lem sebesar 5.709 µm, sedangkan dual nozzle terdapat pada temperatur nozzle 220°C dan temperatur base plate 30°C dengan menggunakan lem sebesar 10.6 µm..

Tofianto dkk (Tofianto et al., 2022) melakukan penelitian Pengaruh Layer Height , Nozzle Temperature dan *Printing Speed* Terhadap Tingkat Kekasaran pada Keycaps Mechanical Keyboard dengan Filamen 3d *Printing* Polyethylene Terephthalate Glycol ( PETG ). Penelitian ini mengukur kekasaran keycaps berbasis PETG (Polyethylene terephthalate glycol) dengan kombinasi parameter bebas dari tinggi lapisan, suhu nozzle, dan kecepatan pencetakan. Hasil penelitian kombinasi terbaik antara tinggi lapisan 0,12 mm, suhu nozzle 220°C, dan kecepatan cetak 60 mm/s, merupakan kombinasi parameter optimum yang memiliki kekasaran permukaan terendah sebesar 1,906 µm(Tofianto et al., 2022).

Taufik dkk, (Taufik et al., 2020) melakukan penelitian tentang Pengaruh *Printing Speed* Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Hasil Additive Manufacturing Dengan Polylactic Acid Filament. Variasi *printing speed* variasi *Printing Speed* ini diatur di mesin 3D *Printing* yaitu 50% (spesimen ke-1), 100% (spesimen ke-2), dan 150% (spesimen ke-3). Hasil penelitian disimpulkan bahwa nilai rata-rata hasil pengukuran tingkat kekasaran permukaan atau surface roughness (Ra) cenderung meningkat (semakin kasar) jika *printing speed* semakin ditingkatkan.

Dari beberapa penelitian diatas menunjukkan bahwa banyak parameter parameter yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan yang perlu diteliti lebih lanjut. Oleh karena itu dalam penelitian ini difokuskan pada pengaruh layer high dan *printing speed* terhadap kekasaran permukaan.

### Metode

Penelitian ini dilakukan dengan eksperimen yang bertujuan untuk menganalisis dan mengukur tingkat kekasaran permukaan dari benda yang dicetak menggunakan teknologi *3D Printing*. Kekasaran permukaan adalah sifat fisik yang menggambarkan sejauh mana permukaan suatu objek tidak halus atau tidak rata. Metode ini penting untuk memahami sifat permukaan dari produk *3D Printing*, yang dapat memengaruhi kinerja, tampilan, dan kemampuan interaksi dengan lingkungan atau komponen lain. Berikut adalah tahapan umum dalam penelitian eksperimen tentang hasil *3D Printing* untuk pengujian kekasaran:

1. Pemilihan Material dan Konfigurasi Cetak: Penelitian dimulai dengan memilih material yang akan diuji dan mengatur konfigurasi cetak 3D yang sesuai. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah PLA, sesuai yang ditunjukkan gambar1. Parameter yang digunakan adalah *layer heigh* dan *printing speed*. *Printing speed* yang digunakan yaitu menggunakan: 30 mm/s ; 50 mm/s ; 75 mm/s dan 100 mm/s. *Height Layer* yang digunakan, yaitu menggunakan 0.10 mm, 0.15 mm, 0.20 mm, 0.25mm. Variabel kontrol yang digunakan: ukuran nozel *3D Printing* 0,4 mm, ukuran filamen PLA 1,75 mm, nozel temperatur 200<sup>0</sup> C, print bed temperatur 60<sup>0</sup> C, orientasi horisontal, dimensi spesimen, yaitu 126 mm x 12,7 mm x 5 mm, daerah yang diuji kekasaran adalah 2 sisi pada spesimen.



Gambar 1. Filamen PLA

2. Pembuatan Sampel Uji: Dari benda yang dicetak, dibuatlah spesimen yang mewakili area atau fitur yang ingin diuji kekasarannya. Spesimen ini harus memiliki bentuk dan ukuran standar untuk memastikan hasil uji yang konsisten dan dapat dibandingkan (Budiono, 2015). Pembuatan spesimen dengan menggunakan mesin 3D *Printing*, yang ditunjukkan pada gambar 2. Mesin 3D *Printing* yang digunakan adalah tipe FDM (*Fused Deposition odeling*) dengan konstruksi kartesian dengan diameter nosel 0,4 mm yang ditunjukkan pada gambar 2. Spesifikasi dari 3D *Printing* yang digunakan ditunjukkan pada tabel 1.



Gambar 2 3D *Printing*

Tabel 1. Spesifikasi 3D *Printing*

<i>Build Volume</i>	25×21×21 cm (9.84"×8.3"×8.3")
<i>Layer height</i>	0.05 - 0.35 mm
<i>Nozzle</i>	0.4 mm default, wide range of other diameters/nozzles supported
<i>Filament diameter</i>	1.75 mm
<i>Supported materials</i>	Wide range of thermoplastics
<i>Max travel speed</i>	200+ mm/s
<i>Max nozzle temperature</i>	300 °C / 572 °F
<i>Max heatedbed temperature</i>	120 °C / 248 °F

3. Pengukuran Kekasaran: Pengukuran kekasaran permukaan dilakukan menggunakan alat pengukur kekasaran (*surface roughness tester*). Metode

pengukuran yang umum digunakan adalah metode profilometer atau interferometer. Alat ini akan mengukur profil permukaan dan memberikan parameter kekasaran seperti Ra (rata-rata kekasaran), Rz (tinggi kerutan terbesar), atau parameter lainnya. Alat uji kekasaran ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Alat Uji Kekasaran (*Surface Tester*)



Gambar 4. Pengukuran kekasaran permukaan spesimen

#### Spesifikasi Surface Roughness Tester AMTAST SRT-6210:

- Display : 4 digit , 10 mm LCD , dengan backlight biru
- Parameter : Ra , Rz , Rq , Rt
- Measuring Range : Ra , Rq : 0.005-16.00um/0.020-629.9uinch , Rz , Rt : 0.020-160.0um/0.078-6299uinch
- Akurasi : Tidak lebih dari + -10 %
- Fluktuasi nilai tampilan : Tidak lebih dari 6 %
- Sensor : Uji Prinsip : jenis Induktansi ; Radius Probe Pin : 5 $\mu$ m ;
- Bahan Probe Pin : Diamond ;
- Dynamo – pengukuran Probe : 4mN ( 0.4gf )
- Probe Angle : 90 °
- Vertikal Vertical Radius of Guiding Head : 48mm

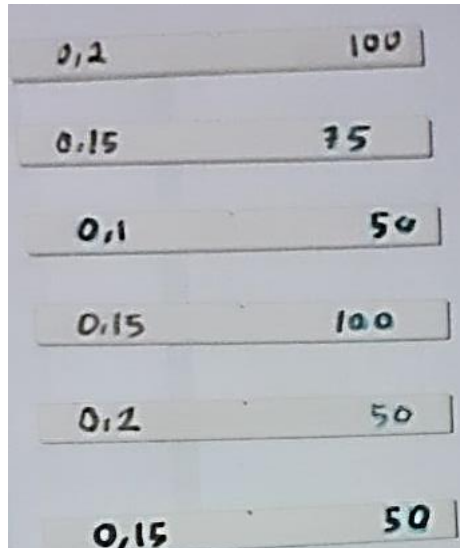
Proses pengukuran kekasaran ditunjukkan pada gambar 4:

4. Analisis Data: Data kekasaran yang diperoleh dari pengukuran diolah dan dianalisis. Hasil pengukuran ini memberikan informasi tentang seberapa halus atau kasar permukaan benda yang dicetak.
5. Perbandingan dan Evaluasi: Hasil uji kekasaran dapat digunakan untuk membandingkan kualitas cetakan 3D dalam berbagai kondisi atau untuk memastikan bahwa produk memenuhi standar kekasaran yang diperlukan untuk aplikasinya. Kekasaran permukaan yang optimal tergantung pada tujuan penggunaan produk.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil

Spesimen hasil produksi 3D *Printing* untuk pengujian kekasaran ditunjukkan pada gambar 5:



Gambar 5 Spesimen uji kekasaran

Dari pengujian kekasaran spesimen yang diproduksi dari 3D *Printing* dihasilkan data data sebagai berikut pada tabel 2:

Tabel 2. Hasil Penelitian

NO	Printing Speed (mm/s)	Layer Height (mm)	Kekasaran (Ra)	Rata-rata Kekasaran (Ra)
1	50	0,10	8,364	8,364
2	75		10,978	10,978
3	100		12,13	11,462
4	50	0,15	8,45	8,49
5	75		11,235	11,397
6	100		13,01	13,13
7	50	0,20	9,98	9,53
8	75		12,231	12,342
9	100		15,03	15,63

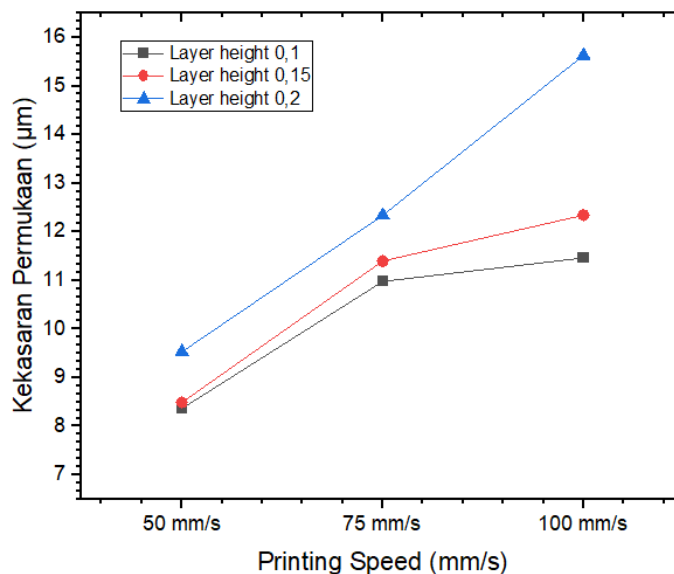
### Pembahasan

#### a. Hubungan *Printing Speed* terhadap Kekasaran Permukaan

Hubungan antara *printing speed* terhadap kekasaran permukaan ditunjukkan pada gambar 5. Kekasaran permukaan terbesar pada *printing speed* kecepatan 100 mm/s yaitu dengan nilai kekasaran 15,63 um Kekasaran permukaan terkecil 8,3 um didapatkan pada



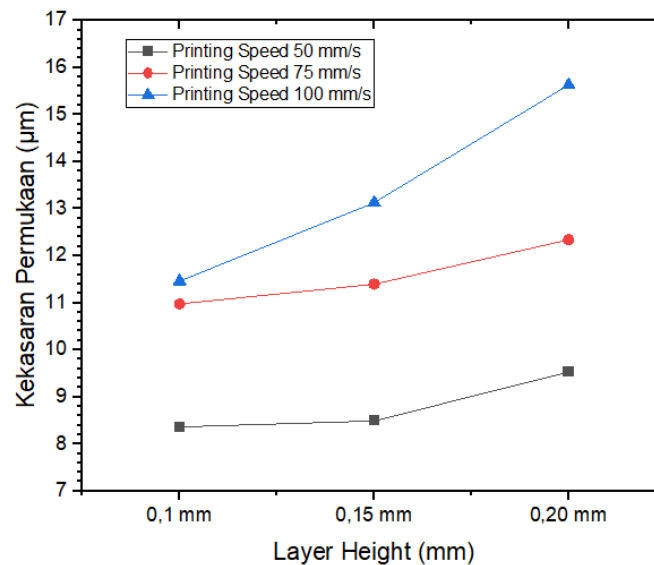
*printing speed* dengan kecepatan paling rendah, yaitu 50 mm/s. Semakin besar nilai *printing speed* pada semua *layer height* maka semakin besar nilai kekasaran permukaan, atau semakin kasar. Kondisi tersebut disebabkan ketika meningkatkan kecepatan pencetakan, ada lapisan plastik cetakan tidak memiliki cukup waktu untuk meleleh dengan baik dan menyebar merata di atas lapisan sebelumnya. Hal ini dapat menghasilkan permukaan yang tidak rata dan kasar.



Gambar 5 Hubungan *Printing Speed* terhadap Kekasaran Permukaan

#### **b. Hubungan *Layer Height* terhadap Kekasaran Permukaan**

Gambar 6 menunjukkan hubungan antara *layer height* terhadap kekasaran permukaan ditunjukkan pada gambar 4.1. Kekasaran permukaan terbesar pada *layer height* paling besar (0,25 mm), yaitu dengan nilai kekasaran 15,63 µm. Kekasaran permukaan terkecil 8,364 µm didapatkan pada *layer height* yang paling kecil yaitu 0,1 mm. Semakin besar nilai *layer height* pada *printing speed* maka semakin besar nilai kekasaran permukaan, karena dengan bertambahnya *layer height* maka susunan permukaan akan semakin jauh jaraknya sehingga menyebabkan permukaan semakin semakin kasar, sebaliknya dengan *layer height* semakin kecil maka jarak antar puncak kekasaran semakin dekat sehingga permukaan menjadi lebih halus.



Gambar 6 Hubungan antara *Layer height* terhadap kekasaran

## Simpulan dan Saran

### Simpulan

Penelitian eksperimen tentang hasil 3D *Printing* untuk pengujian kekasaran ini membantu dalam memahami karakteristik permukaan dari benda cetakan 3D, memperbaiki parameter cetakan, serta memastikan bahwa produk 3D *Printing* memenuhi persyaratan kekasaran yang ditetapkan. Dari penelitian ini dapat disimpulkan semakin besar nilai *printing speed* pada semua *layer height* maka semakin besar nilai kekasaran permukaan. Semakin besar nilai *layer height* pada semua *printing speed* maka semakin besar nilai kekasaran permukaan. Kekasaran permukaan terkecil 8,34 µm didapatkan pada *printing speed* dengan kecepatan paling rendah, yaitu 50 mm/s dan pada *layer height* yang paling kecil yaitu 0,1 mm

### Saran

Saran untuk penelitian berikutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya bisa diverifikasi mengenai kekasaran dengan parameter 3D *Printing* jenis yang lain.
2. Penelitian selanjutnya bisa dilakukan dengan filamen yang berbeda

### Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Malang atas dukungan keuangan sehingga terlaksananya penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- Abdillah, H., & Ulikaryani, U. (2019). Aplikasi 3D Printer Fused Deposite Material (FDM) pada Pembuatan Pola Cor. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 13(2), 110. <https://doi.org/10.24853/sintek.13.2.110-115>
- Bika Pratama, Y. (2021). *Analisis Kekasaran Permukaan Proses Mesin 3D Printing Pada Filamen ST-PLA Menggunakan Metode Taguchi 3D Printing Machine Surface Roughness Analysis on ST-PLA Filaments Using the Taguchi Method Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan pe.*
- Budiono. (2015). Pengujian Kuat Tarik Terhadap Produk Hasil 3D Printing Dengan Variasi Ketebalan Layer 0,2 mm Dan 0,3 mm Yang Menggunakan Bahan ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene). *Http://Eprints.Ums.Ac.Id/34935/1/NASKAH%20PUBLIKASI%20full.Pdf*, 13–15.
- Calignano, F., Lorusso, M., Roppolo, I., & Minetola, P. (2020). Investigation of the mechanical properties of a carbon fibre-reinforced nylon filament for 3d printing. *Machines*, 8(3), 1–13. <https://doi.org/10.3390/machines8030052>
- Fauzi Hanafi, A., Finali, A., & Eko P.U., R. (2021). *Bed 3D Printer Tipe Fused Deposition Modelling ( Fdm ).* 8(1), 57–61. <https://je.politala.ac.id/index.php/JE/article/download/145/103/>
- Hasdiansah, & Herianto. (2018). Pengaruh Parameter Proses 3D Printing Terhadap Elastisitas Produk Yang Dihasilkan. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi UN PGRI Kediri*, 187–192.
- Lubis, S., Djamil, S., & Yolanda, Y. (2016). Pengaruh Orientasi Objek Pada Proses 3D Printing Bahan Polymer Pla Dan Abs Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketelitian Dimensi Produk. *Sinergi*, 20(1), 27. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2016.1.005>
- Pratama, A. H. (2022). *Pengaruh Ketebalan Dan Jenis 3D Printed Core Terhadap Kekakuan Bending Komposit Sandwich Skin Serat Karbon.* 157–164.
- Putra Bowo, F., Sirwansyah Suzen, Z., & Oktriadi, Y. (2021). Pengaruh Infill Geometry, Printing Speed dan Nozzle Temperature terhadap Kekuatan Impak Menggunakan Filamen ST PLA. *Jurnal Health Sains*, 2(7), 1257–1268. <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i7.265>
- Rahman Hakim, Ihsan Saputra1, Gilang Prabowo Utama, Y. S. (2019). *Pengaruh Temperatur Nozzle dan Base Plate Pada Material PLA Terhadap Nilai Jurnal Teknologi dan Riset Terapan ( JATRA ).* June. <https://doi.org/10.30871/jatra.v1i1.1242>
- Taufik, I., Budiono, H. S., Herianto, H., & Andriyansyah, D. (2020). Pengaruh *Printing Speed* Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Hasil Additive Manufacturing Dengan Polylactic Acid Filament. *Journal of Mechanical Engineering*, 4(2), 15–20. <https://doi.org/10.31002/jom.v4i2.3412>

Tofianto, M. H. E., Djumhariyanto, D., Trifiananto, M., Syuhri, A., Triono, A., Mesin, D. T., Teknik, F., & Jember, U. (2022). *Pengaruh Layer Height , Nozzle Temperature , dan Printing Speed Terhadap Tingkat Kekasaran pada Keycaps Mechanical Keyboard dengan Filamen 3d Printing Polyethylene Terephthalate Glycol ( PETG )*. 24(4).