

PENGARUH PARAMETER PROSES 3D PRINTING TERHADAP KUALITAS PROTOTYPE RUAS JARI TELUNJUK PALSU MENGGUNAKAN METODE ANOVA

Ricky Soleman Manikari, M. Sobron Y. Lubis, Rosehan

Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Indonesia

Email: ricky.515180008@stu.untar.ac.id, sobronl@ft.untar.ac.id, rosehan@ft.untar.ac.id

Abstrak

Tingkat kekasaran permukaan (*Surface Roughness*) merupakan salah satu hal penting dalam menentukan kualitas sebuah objek dalam dunia manufaktur tidak terkecuali teknologi *Additive Manufacturing*. Teknologi Rapid Prototyping kini berkembang dengan pesat di dunia. Teknologi 3D printing menjadi salah satu teknik yang kerap dipakai pada banyak sektor saat ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas prototype ruas jari telunjuk dari variasi parameter proses dengan menggunakan menggunakan metode anova dan mengetahui parameter yang terbaik untuk tingkat kekasaran permukaan. Parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu *layer heigh*, *print speed* dan *print temperature*. *Layer height* merupakan tingkat ketebalan lapisan dalam proses pencetakan 3D printing. *Print Speed* merupakan tingkat kecepatan motor printer bergerak ,kecepatan cetak menentukan seberapa cepat motor printer bergerak. *Print Temperature* merupakan tingkat suhu guna untuk melelehkan *filament* atau bahan material yang di cetak. Variasi parameter *layer height* yang digunakan pada penelitian ini yaitu 0.18 mm , 0.20 mm dan 0.22 mm. Variasi *print speed* yang digunakan yaitu 60 mm/s , 70 mm/s dan 80 mm/s . Variasi *print temperature* yang digunakan yaitu 235°C , 240°C dan 245 °C . Pengukuran kekasaran permukaan dilakukan menggunakan *Surface Roughness Tester*. Dengan batasan-batasan parameter yang ada di dalam penelitian ini, disimpulkan bahwa nilai rata-rata hasil pengukuran tingkat kekasaran permukaan cenderung meningkat (semakin kasar) jika *print speed* semakin ditingkatkan. Dan *print speed* menjadi parameter yang paling berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan.

Kata Kunci: 3D printing, *layer height*, *print speed*, *print temperature*, kekasaran permukaan

Abstract

The level of surface roughness (Surface Roughness) is one of the important things in determining the quality of an object in the manufacturing world, and Additive Manufacturing. Rapid Prototyping technology is now growing rapidly in the world. 3D printing technology is a technique that is often used in many sectors today. This study aims to determine the quality of the prototype index finger from variations in process parameters using the ANOVA method and find out the best parameters for the level of surface roughness. The parameters used in this research are layer

height, print speed and print temperature. Layer height is the level of layer thickness in the 3D printing process. Print Speed is the rate at which the printer motor moves, print speed determines how fast the printer motor moves. Print Temperature is the temperature level to melt filament or printed material. Variations of layer height used in this study are 0.18 mm, 0.20 mm and 0.22 mm. variations print speed used are 60 mm/s, 70 mm/s and 80 mm/s. variations print temperature used are 235, 240 and 245 . Surface roughness measurements were carried out using a Surface Roughness Tester. With the limitations of the parameters in this study, it is concluded that the average value of the surface roughness measurement results tends to increase (get rougher) if print speed is increased. And print speed is the parameter that most influences the level of surface roughness

Keywords: 3D Printing, layer height, print speed, print temperature, surface roughness

Pendahuluan

Teknologi *Rapid Prototyping* kini berkembang dengan pesat di dunia. *Rapid Prototyping* kerap kali digunakan dalam berbagai sektor seperti halnya dalam perancangan produk guna untuk komersil, kesenian, dan juga kesehatan. *Rapid Prototyping* adalah teknik merakit sebuah produk atau purwarupa 3D secara cepat dan terintegrasi melibatkan sistem CAD (*Computer Aided Design*) dengan sistem *Rapid Prototyping* (*3D printing, CNC*). *Rapid Prototyping* adalah proses yang digunakan untuk menghasilkan solid model dari data CAD (*Computer Aided Design*). Metode ini yaitu sebuah teknologi manufaktur baru yang memproduksi dengan metode lapis demi lapis untuk menghasilkan sebuah produk. Dengan metode ini sebuah *part* yang kompleks dapat diproduksi dengan waktu yang cepat dan biaya yang hemat. *Rapid Prototyping* memiliki potensi besar dalam memproduksi berbagai *part* untuk industri manufaktur. Dengan menggunakan *rapid prototyping* dapat dengan cepat meningkatkan keandalan produk, menghemat waktu dan juga biaya.

Berdasarkan data angka kecelakaan kerja di industri manufaktur menyatakan bahwa di Indonesia, dalam 2 tahun terakhir, dilaporkan telah terjadi kenaikan kecelakaan kerja yang sangat signifikan, naik sebesar 55.2% dari tahun sebelumnya, yakni sebanyak 114.000 kasus di tahun 2019 menjadi 177.000 kasus di tahun 2020. Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Nasional (BPJS Kesehatan) atau yang sebelumnya dikenal sebagai PT. Jamsostek mencatat, kurang lebih setiap harinya sebanyak 12 pekerja di Indonesia mengalami cacat permanen dan 7 pekerja meninggal dunia akibat dari kecelakaan di tempat kerja, dengan kecelakaan kerja terbesar disumbang oleh sektor manufaktur dan konstruksi sebesar 63,6%; sektor transportasi 9,3%; sektor kehutanan 3,8%, pertambangan 2.6% dan sisanya sebesar 20,7%. Dengan melihat tingginya tingkat kecelakaan kerja tersebut, maka diperlukan upaya maksimal untuk mencegah agar kecelakaan kerja tidak terjadi Kembali.

Merujuk dari permasalahan diatas maka diperlukan tindakan pasca kecelakaan kerja yang mengakibatkan hilangnya bagian tubuh dari pekerja di industri manufaktur. Oleh karena ini, dengan adanya teknologi *Rapid Prototyping* yang dilengkapi dengan

sistem CAD (*Computer Aided Design*) serta *3D Printing* diharapkan dapat menanggulangi atau membuat sebuah replika bagian tubuh yang hilang agar dapat memaksimal kerja dari tubuh seorang korban kecelakaan kerja, seperti contoh nya kecelakaan kerja yang mengakibatkan hilangnya jari jemari para korban.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan data primer, material atau *filament* yang digunakan adalah ABS. Desain eksperimen memiliki ukuran panjang total 52.73 mm, diameter luar 20mm dan diameter dalam ruas 16mm. Teknologi printing yang digunakan yaitu FDM. Dalam FDM, Sebuah objek dibentuk dengan cara melelehkan material (resin) lalu di tempatkan lapis demi lapis sehingga membentuk sebuah objek yang di inginkan. Eksperimen dilakukan sebanyak 9 kali dengan variasi *layer height*, *print speed* dan *print temperature*. *Layer height* 0.18, 0.20, 0.22, *print speed* 60 mm/s, 70 mm/s, 80 mm/s dan *print temperature* 235°C , 240 °C , 245 °C . Kemudian dilakukan pengukuran tingkat kekasaran permukaan dan akurasi dimensi.



Gambar 1
Flowchart Penelitian

Penjelasan alur kerja penelitian adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur dan pengumpulan data

Merupakan tahap awal dalam mencari sumber bacaan terkait topik penelitian, analisa dan perolehan data yang berkaitan dengan topik penelitian. Pengumpulan data yaitu mengumpulkan data terkait desain eksperimen seperti ukuran *prototype* ruas jari telunjuk serta parameter proses 3d printing yang berkaitan dengan topik penelitian.

2. Pembuatan Desain

Tahap ini merupakan proses pembuatan desain *prototype* ruas jari telunjuk dengan menggunakan Autodesk Fusion 360

3. Persiapan Alat dan Bahan

Dalam tahap ini, menentukan bahan atau material *filament* yang digunakan. Menentukan variasi parameter untuk proses 3d printing pada penelitian ini.

4. Pengujian spesimen

Pengujian spesimen atau hasil produk 3d printing dengan menggunakan *surface roughness tester* yaitu untuk mengetahui tingkat kekasaran permukaan pada produk dan mengukur akurasi dimensi dengan menggunakan jangka sorong

5. Analisa Data

Analisis data berupa hasil uji tingkat kekasaran permukaan serta mencari parameter proses yang terbaik untuk mendapatkan hasil kekasaran permukaan yang paling baik.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini:

- a. Mesin 3D Printing *Adventure 3 Flashforge*



Gambar 2
Mesin 3D Printing

- b. *Filament* / bahan

Filament / bahan yang digunakan yaitu *Filament* dengan material ABS.



Gambar 3
Filament / Bahan

c. *Surface Roughness Tester*

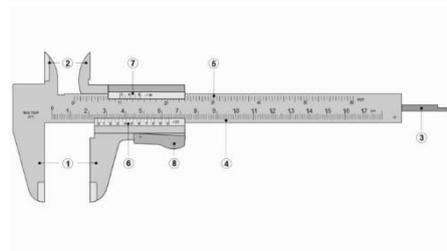
Surface Roughness Tester adalah alat untuk mengukur tingkat kekasaran permukaan dari tiap variasi parameter proses



Gambar 4
Surface Roughness Tester

d. Jangka Sorong

Jangka Sorong 0.05mm digunakan untuk mengukur akurasi dimensi yaitu perubahan panjang dan diameter dari setiap variasi parameter proses.



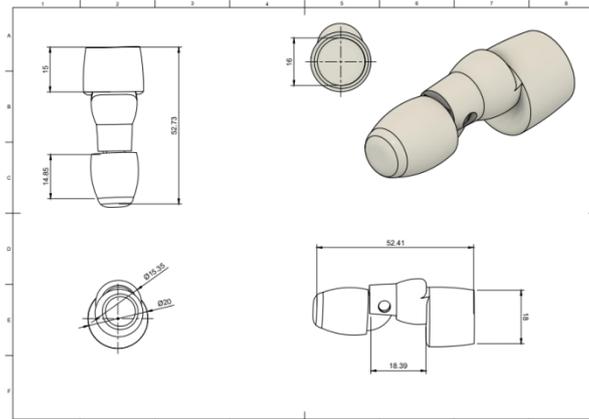
Gambar 5
Jangka Sorong

e. *Software*

Software yang digunakan dalam pembuatan desain eksperimen yaitu Autodesk Fusion 360.

Hasil Dan Pembahasan

Desain eksperimen yang digunakan pada penelitian ini di sajikan pada gambar berikut ini.



Gambar 6
Desain Eksperimen

Didapatkan hasil 3D printing yang telah di proses dan disajikan pada gambar berikut.



Gambar 7. Hasil 3D printing

Dari hasil proses perancangan 3D printing dengan variasi parameter proses didapatkan 9 sample uji.



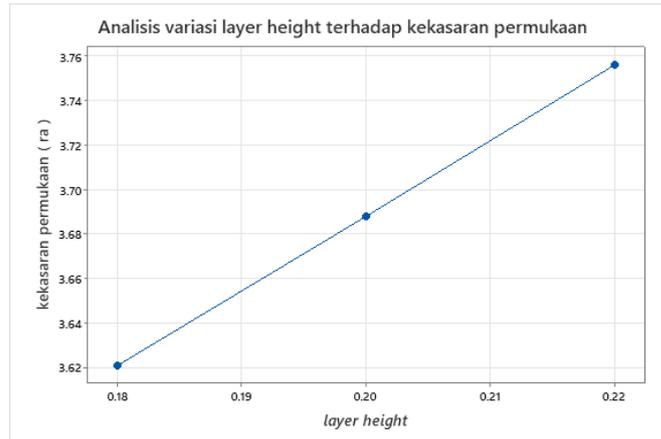
Gambar 8
Sample uji sebanyak 9 buah

Dari 9 sample uji dilakukan pengujian tingkat kekasaran permukaan dan akurasi dimensi. Didapatkan hasil uji tingkat kekasaran permukaan dan akurasi dari tiap variasi parameter proses pada tabel berikut ini.

Tabel 1
Tabel Hasil Uji Tingkat Kekasaran Permukaan Dan Akurasi Dimensi

Eksp.	Faktor			Nilai Kekasaran (μm)				Akurasi Dimensi	
	Layer Height	Print Speed	Print Temperature	Ra1	Ra2	Ra3	Means	Diameter (mm)	Panjang (mm)
1.	0.18 mm	60 mm/s	235 °C	9.073	0.204	0.219	3.165	16.02	26.62
2.	0.18 mm	70 mm/s	240 °C	10.279	0.273	0.752	3.768	16.04	26.66
3.	0.18 mm	80 mm/s	245 °C	10.894	0.589	0.495	3.992	16.16	26.64
4.	0.20 mm	60 mm/s	240 °C	9.753	0.551	0.240	3.514	16.18	26.62
5.	0.20 mm	70 mm/s	245 °C	10.567	0.132	0.193	3.630	16.02	26.78
6.	0.20 mm	80 mm/s	235 °C	10.709	0.302	0.377	3.796	16.24	26.60
7.	0.22 mm	60 mm/s	245 °C	10.703	0.281	0.185	3.723	16.04	26.68
8.	0.22 mm	70 mm/s	235 °C	10.301	0.217	0.175	3.564	16.00	26.64
9.	0.22 mm	80 mm/s	240 °C	10.816	0.592	0.726	4.044	16.28	26.68

Berdasarkan tabel diatas pengujian kekasaran dilakukan pada 3 titik dan didapatkan rata-rata kekasaran permukaan yang beragam. Data kemudian diolah dengan menggunakan metode anova untuk menentukan parameter terbaik yang paling mempengaruhi kekasaran permukaan yang disajikan pada gambar 10, 12 dan 14.



Gambar 9
Analisis Variasi *Layer Height* Terhadap Kekasaran Permukaan

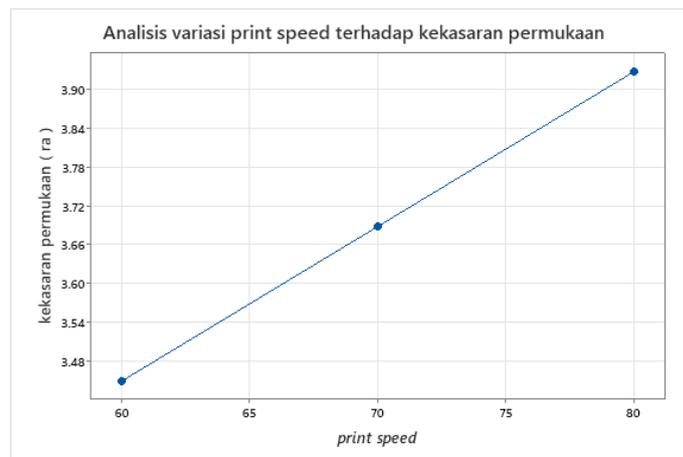
Dapat dilihat dari grafik diatas dengan *layer height* yang semakin tinggi tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat kekasaran permukaan. Dari percobaan pertama menggunakan *layer height* (0.18 mm) memiliki nilai kekasaran permukaan sebesar (3.621 μm), kemudian *layer height* ditingkatkan menjadi (0.20 mm) nilai kekasaran permukaan menjadi (3.688 μm) dan *layer height* ditingkatkan kembali menjadi (0.22 mm) nilai kekasaran permukaan meningkat menjadi (3.756 μm). Nilai kekasaran permukaan yang paling baik yaitu menggunakan *layer height* (0.18 mm) dengan nilai kekasaran (3.621 μm).

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.276072	4.90%	0.00%	0.00%

Gambar 10
Model Summary *Layer Height*

Berdasarkan gambar 10 nilai persentase R-sq yaitu sebesar 4.90% yang berarti pengaruh parameter *layer height* terhadap kekasaran permukaan sebesar 4.90% dan sisanya ada pada parameter lain.



Gambar 11
Analisis Variasi *Print Speed* Terhadap Kekasaran Permukaan

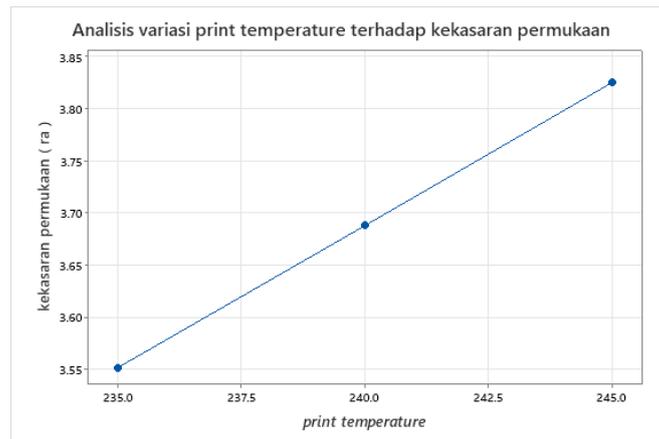
Dapat dilihat dari grafik diatas dengan *print speed* yang semakin tinggi sangat mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan. Dari percobaan pertama menggunakan *print speed* (60 mm/s) memiliki nilai kekasaran permukaan sebesar (3.450 μm), kemudian *print speed* ditingkatkan menjadi (70 mm/s) nilai kekasaran permukaan menjadi (3.688 μm), dan *print speed* kembali ditingkatkan menjadi (80 mm/s) nilai kekasaran permukaan menjadi (3.926 μm). Nilai kekasaran permukaan paling baik yaitu dengan *print speed* (60 mm/s) memiliki nilai kekasaran permukaan sebesar (3.450 μm).

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.177349	60.75%	55.15%	27.69%

Gambar 12
Model Summary *Print Speed*

Berdasarkan gambar 12 nilai persentase R-sq yaitu sebesar 60.75% yang berarti pengaruh parameter *print speed* terhadap kekasaran permukaan sebesar 60.75% dan sisa nya ada pada parameter lain. Dapat dikatakan bahwa parameter *print speed* adalah parameter yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan. Semakin tinggi tingkat *print speed* maka semakin tinggi nilai kekasaran permukaan.



Gambar 13

Analisis Variasi *Print Temperature* Terhadap Kekasaran Permukaan

Dapat dilihat dari grafik diatas dengan *print temperature* yang semakin tinggi cukup berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan. Dari percobaan pertama dengan *print temperature* (235°C) memiliki nilai kekasaran permukaan sebesar (3.552 μm), kemudian *print temperature* ditingkatkan menjadi (240°C) nilai kekasaran permukaan menjadi (3.688 μm), dan *print temperature* ditingkatkan kembali menjadi (245°C) memiliki nilai kekasaran permukaan menjadi (3.825 μm). Nilai kekasaran yang paling baik yaitu dengan *print temperature* sebesar (235°C) dengan tingkat kekasaran permukaan sebesar (3.552 μm).

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.253241	19.98%	8.54%	0.00%

Gambar 14

Modal Summary *Print Temperature*

Berdasarkan gambar 14 nilai persentase R-sq yaitu sebesar 19.98% yang berarti pengaruh parameter *print temperature* terhadap kekasaran permukaan sebesar 19.98%. Berdasarkan uraian grafik dan gambar diatas menunjukkan bahwa pada kekasaran permukaan variabel yang lebih mempengaruhi adalah *printspeed*, variabel kedua yang paling mempengaruhi adalah *print temperature*, variabel terakhir yang mempengaruhi kekasaran permukaan adalah *layer height*.

Kesimpulan

Pengaruh Parameter Proses 3D Printing terhadap Kualitas Prototype Ruas Jari Telunjuk Palsu Menggunakan Metode Anova

Dengan variasi parameter yang ada di dalam penelitian ini, bisa disimpulkan bahwa nilai rata-rata hasil pengukuran tingkat kekasaran permukaan atau *surface roughness* (Ra) kian meningkat (semakin kasar) jika *print speed* semakin ditingkatkan. Dan *print speed* menjadi parameter yang paling mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan.

BIBLIOGRAFI

- Bishoyee, Nikhilesh. *3-D Modeling and Rapid Prototyping of a Cryogenic Liquefier*. Diss. 2010.
- Excell, Jon, The rise of additive manufacturing. *The Engineer*. 2013
- Putra, Kumara Sadana, and Ulin Ranicarfita Sari. "Pemanfaatan teknologi 3d printing dalam proses desain produk gaya hidup." *Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*. STMIK Pontianak, 2018.
- Prabhakar, M. Manoj, et al. "A short review on 3D printing methods, process parameters and materials." *Materials Today: Proceedings* 45 (2021): 6108-6114.
- Husaini, Iskandar Hasanuddin, and Sandi Yudha BZ. "Perancangan Tangan Berjari Banyak sebagai Alat Bantu Tangan Manusia."
- Rahman, Maulana. *Rancang Bangun Protesis Lengan untuk Tunadaksa pada Bawah Siku (Amputasi Transradial)*. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- Valentino, Rivando, and Shobron Lubis. "Analisis Korelasi Parameter Pemotongan Proses Pembubutan Grey Cast Iron Menggunakan Metode Anova." *Jurnal Syntax Admiration* 2.2 (2021): 316-330.
- Sobron Lubis, Rosehan, and Denny Handoko. "Effect Of Rake Angle In The Turning Process On The Surface Roughnees Of Workpiece Aisi 4340 Steel."
- Setiawan, Andik Aris, Bayu Wiwo Karuniawan, and Nurvita Arumsari. "Optimasi parameter 3D printing terhadap keakuratan dimensi dan kekasaran permukaan produk menggunakan metode Taguchi Grey Relational Analysis." *Proceedings Conference on Design Manufacture Engineering and its Application*. Vol. 2. No. 1. 2018.

Copyright holder:

Ricky Soleman Manikari, M. Sobron Y. Lubis, Rosehan (2022)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

