MACHINERY JURNAL TEKNOLOGI TERAPAN
VOL.4 NO.2, JUNI 2023

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

PENGUJIAN KEKASARAN *MOLDING* BERBASIS *ADDITIVE MANUFACTURING* MENGGUNAKAN 3D *PRINTING* MATERIAL *ACRYLONITRILE BUTADIENE STYRYNE*

Fenoria Putri[1)]*, Mohammad Fauzan Pratama[2)], Almadora Anwar Sani[1)]
[1)]Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya
[2)]Mahasiswa Prodi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Sriwijaya
*e-mail Korespondensi: putripolsri@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Received:
07/09/2022

Accepted:
13/04/2023

Online-Published:
17/06/2023

ABSTRAK

Perkembangan teknologi bergerak dengan sangat cepat, Mesin adalah salah satu teknologi yang diciptakan, dari mesin yang telah ada diinovasikan sesuai kebutuhan zaman salah satunya 3D Printing. Mesin ini memiliki kecanggihan khusus, yakni mampu mencetak dalam bentuk prototype yang wujudnya dengan gambar pada rancangan dalam sebuah aplikasi CAD/CAM, Dari uraian tersebut peneliti mencoba mengalih fungsikan 3D printing yang biasanya untuk mencetak prototype menjadi alat pencetak molding serta mencari nilai kekasaran mold yang diproduksi menggunakan material Acrylonitrile Butadiene Styrene. Alasan dilakukan pengujian ini dikarenakan biaya produksi mold lebih murah daripada menggunakan alat pencetak molding yang biasa digunakan secara umum, tingkat presisi lebih tinggi dibanding pembuatan molding menggunakan mesin konvensional. Metode analisis menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui pengaruh terhadap perlakuan pada faktor lain dalam kondisi terkendali. Dimana mold dihasilkan diuji kekasaran permukaannya. Dari hasil pengujian akan didapat data yang digunakan dalam bentuk Analisa data statistika, yang dilakukan menggunakan Analisis of Varians (ANOVA). Analisa yang sudah diterapkan, disimpulkan bahwa layer height: low, standart, high berpengaruh pada kekasaran molding yang dicetak , Dan dapat dibuktikan dengan F_{hitung} 13,026 > F_{tabel} 2,56. dengan signifikan 0,014 < 0,05. Hasil kekasaran terendah dicetak menggunakan layer height: 0,16 mm/s (high quality)

***Kata Kunci** : 3D Printing, Molding, Acrylonitrile Butadiene Styrene*

ABSTRACT

Technological developments move very quickly. Machines are one of the technologies that were created, from existing machines being innovated according to the needs of the times, one of which is 3D Printing. This machine has a special sophistication, which is capable of printing in the form of a prototype whose form is with a drawing on the design in a CAD/CAM application. using Acrylonitrile Butadiene Styrene material. The reason for this test is because the cost of mold production is cheaper than using a molding machine that is commonly used in general, the level of precision is higher than making molding using conventional machines. The method of analysis used the experimental method to determine the effect of treatment on other factors under controlled conditions. Where the resulting mold is tested for surface roughness. From the test results, the data used will be obtained in the form of statistical data analysis, which is carried out using the Analysis of Variance (ANOVA). The analysis that has been applied, concluded that the layer height: low, standard, high has an effect on the roughness of the printed molding, and it can be proven by F_{count} 13.026 > F_{table} 2.56. with a significant 0.014 < 0.05. The lowest roughness results are printed using a layer height: 0.16 mm/s (high quality)

***Keywords** : 3D Printing, Molding, Acrylonitrile Butadiene Styrene*

© 2023 The Authors. Published by Machinery: Jurnal Teknologi Terapan (Indexed in SINTA)

doi:
doi.org/10.5281/zenodo.8048540

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

1 PENDAHULUAN

Pada era 4.0 di dalam industri menggunakan teknologi salah satunya 3D *Printing.* Mencetak 3D adalah proses pencetakan berbagai geometri atau bentuk objek padat/3D dapat diproduksi dari *file digital*. Penciptaan diselesaikan dengan cara membuat lapisan/*Layer* berturut-turut dari material tertentu sampai dengan seluruh objek terbuat. Masing-masing pada lapisan tersebut mewakili potongan yang melintang horizontal seperti diiris tipis (Bhatia, 2015). Pada tahun 1980 an Chuck Hull merupakan orang pertama menciptakan 3D *printing* dari 3D *Systems Corp*. Sejak dari waktu itu, 3D *Printing* terus berkembang maju lebih canggih dan digunakan di berbagai negara secara luas. 3D *printing* memproduksi menggunakan *printing* khusus agar dapat menghasilkan bentuk objek berupa tiga dimensi. Mesin 3D mempunyai kecanggihan, yaitu mampu mencetak suatu objek yang wujud nya sama dengan desain pada perancangan menggunakan aplikasi CAD/CAM. (Syah, 2021). *Molding* adalah sebuah proses produksi dengan membentuk bahan mentah menggunakan sebuah rangka kaku atau model yang disebut sebuah *mold*. *Mold/molding* sendiri dapat didefinisikan sebagai cetakan, atau proses yang dipergunakan dalam industri manufaktur untuk mencetak material (Pratiknyo, 2012).

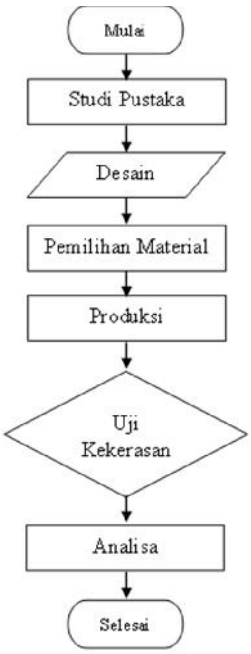
Pada Proses mencetak produk, terdapat berbagai persiapan untuk menghasilkan produk optimal. diantaranya yaitu sisi tampilan produk, efisiensi waktu dan proses Ketika mencetak, pengaruh berbagai unsur lain yang sumbernya bukan dari proses manufaktur (Saifuddin, 2018). *Software Ultimaker Cura* berfungsi untuk mengetahui alur proses nilai dari 3D model di komputer hingga menjadi benda nyata. Setelah objek 3D diproduksi, kemudian di *convert* dalam bentuk *file stl* supaya dapat melakukan proses *slice* (Basri dkk, 2020).

Dari uraian tersebut peneliti mencoba mengalih fungsikan 3D *printing* yang biasanya untuk mencetak *prototype* menjadi alat pencetak *molding* serta mencari nilai kekasaran *mold* yang diproduksi menggunakan material *Acrylonitrile Butadiene Styrene*. Alasan dilakukan pengujian ini dikarenakan biaya produksi *mold* lebih murah daripada menggunakan alat pencetak *molding* yang biasa digunakan secara umum (*CNC* dll), tingkat presisi lebih tinggi dibanding pembuatan *molding* menggunakan mesin konvensional., *mold* yang dihasilkan dari 3D *printing* berjenis cetakan alir/sistem tuang (*extrusion molding*) sehingga dapat di pakai masyarakat umum karena mudah dimengerti dibandingkan dengan jenis cetakan yang biasa digunakan yaitu jenis cetakan injeksi (*injection molding*) . Maka, penelitian ini mengambil judul tentang "pengujian kekasaran *molding* berbasis *additive manufacturing* menggunakan 3D *printing* material *acrylonitrile butadiene styryne*"

2. BAHAN DAN METODA

2.1 Diagram Alir yang digunakan pada penelitian

Pada penelitian ini agar dapat menjawab sebuah permasalahan yang diangkat, penulis menggunakan metode meliputi observasi, yang dijelaskan pada Gambar 1.

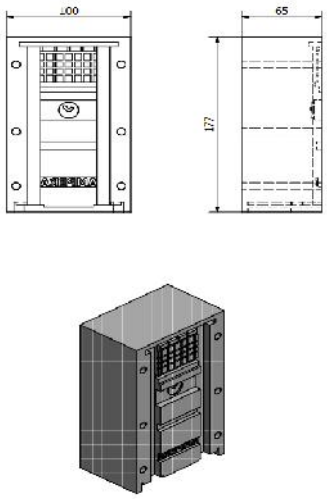


Gambar 1. Diagram Alir

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

2.2 *Desain Molding*

Pada pembuatan desain *Molding* yang dibuat menggunakan *Autodesk Inventor Pro 2021* peneliti memilih jembatan AMPERA karena, Jembatan AMPERA merupakan salah satu destinasi wisata Sumatera Selatan khususnya di Kota Palembang. Sehingga melatar belakangi peneliti ingin memproduksi miniatur Jembatan AMPERA tersebut.



Gambar 2. *Desain Molding* yang akan di produksi

2.3 G*code*

Setelah file dengan format .stl dibuat, file tersebut di *convert* ke *software ultimaker cura* untuk dijadikan *file Gcode*, spesifikasi *gcode* yang dipakai dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi G*code* yang dibuat

Spesifikasi	***Low Quality***	***Standard Quality***	***High Quality***
Layer Height	0,28 mm	0,20 mm	0,16 mm
Infill Density	20%	20%	20%
Infill Patern	Cubic	Cubic	Cubic
Printing Temperature	240^{o}C	240^{o}C	240^{o}C
Build Plate Temperature	105^{o}C	105^{o}C	105^{o}C
Print Speed	50 mm/s	50 mm/s	50 mm/s

2.4 Alat dan bahan penelitian

kami memiliki alat serta bahan yang digunakan pada saat pembuatan dan pengukuran adalah seperti berikut ini:

2.4.1 Alat

a) Laptop
b) 3D Printing
c) *Autodesk® Inventor®*
d) *Ultimaker Cura*
e) *TR 200*

2.4.2 Bahan

a) *Filament ABS*

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

2.5 Kekasaran pada Permukaan

Dalam proses sebuah produksi untuk mengukur kekasaran permukaan benda Parameter yang sering digunakan yaitu kekasaran rata-rata (Ra). Ra lebih sensitif terhadap penyimpangan/perubahan yang timbul pada proses pemesinan. Rata-rata pada suatu permukaan tergantung dengan proses bagaimana pengerjaannya. Berikut berbagai contoh kekasaran rata-rata sesuai proses pengerjaannya (Setiawan. 2021).

Tabel 2. Tingkat kekasaran permukaan rata-rata ISO-1302, 2001 (Setiawan. 2021)

Proses Pengerjaan	Selang (N)	Harga Ra (μm)
Flat and cylindrical lapping	N1-N4	0,0025-0,2
Superfinishing diamond turning	N1-N6	0,0025-0,8
Flat and cylindrical grinding	N1-N8	0,0025-3,2
Face and cylindrical turning milling and reaming	N5-N12	0,0025-5,0
Drilling	N10-N11	12,5-25,0
Shaping, Planning, Horizontal milling	N6-N12	0,8-50,0
Sandcasting and forging		
Extruding, cold rolling, drawing	N10-N11	12,5-25,0
Die casting	N6-N8	0,8-3,2
	N8-N7	0,8-1,6

2.5.1 Pengujian Kekasaran

Kekasaran merupakan ukuran dari tekstur permukaan. Tingkat kekasaran yang dimiliki oleh suatu material tidak cukup menggunakan indra praba, apalagi hanya dilihat secara kasat mata. Harus ada acuan dan parameter - parameter yang digunakan peneliti untuk mengetahui seberapa kasar material tersebut. Adapun penyebabnya beberapa macam faktor diantaranya yaitu parameter pemotongan, geometri, dan dimensi pahat. Kualitas hasil suatu produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan benda kerja (Salbiah, 2021).

Parameter pengukuran kekasaran permukaan umumnya menggunakan tiga buah parameter, yaitu Ra, R_z, dan R_{maks}. Ra adalah nilai rata-rata kekasaran, R_z adalah nilai rata-rata maksimum kekasaran dan R_{maks} adalah nilai maksimum kekasaran permukaan. Perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui nilai Ra dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$Ra = \frac{a + b + c... + n}{n} \quad (1)$$

Keterangan:
Ra = Kekasaran rata-rata (μm)
a = Nilai hasil uji kekasaran 1 (μm)
b = Nilai hasil uji kekasaran 2 (μm)
c = Nilai hasil uji kekasaran 3 (μm)
n = Jumlah banyaknya data

2.5.2 Alat Uji Kekasaran

Ada banyak sekali jenis-jenis pengukuran kekasaran permukaan, salah satunya yang terdapat pada Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya yaitu tipe *Surface Roughness* TR200. Adapun spesifikasi alat *surface roughness* TR200 antara lain:

Tabel 3. Spesifikasi *surface roughness* TR200 (Setiawan, 2021)

Model	TR200
Roughness Parameter	Ra, Rz, Rt, Rp, Rmax, Rv, R3z, RS, RSm, RSk, Rmr
Assessed Profiles	*Primary Profil* (P)
Mode	TR200
Unit	Mm, inch
Display Resolution	0,01 ηm
Measuring Range	Ra: 0,025-12,5 ηm
Cut Off Length	0,25 mm/ 0,8 mm/ 2,5 mm/ Auto

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

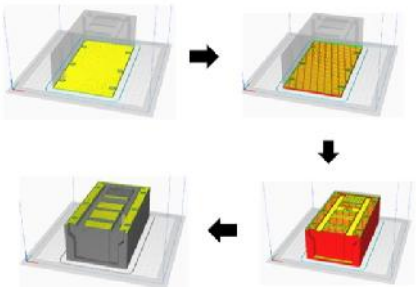
Max. Driving Length	17,5 mm/0,7 inch
Min. Driving Length	1,3 mm/0,051 inch
Accuracy	≤+10%
Power	*Li-ion Battery Rechargeable*
Dimension (L x W x H)	141 x 56 x 48 mm
Weight	480 gram

2.6 Metode Analisa Penelitian

Untuk melakukan pengujian kekasaran dilakukan beberapa tahap antara lain yaitu :

2.6.1 Proses Pembuatan *Molding*

1) *Desain molding* menggunakan *software Autodesk inventor*, lalu *save* dengan *format File* .ipt.
2) *Convert File* .ipt ke *Software Ultimaker Cura* untuk dijadikan G*code*.
3) Masukkan G*code* ke dalam 3D *printing*.
4) 3D printing mulai memanas *bed* serta *nozzle* sesuai dengan G*code* yang di buat.
5) 3D *Printing* mulai mencetak dengan tahapan: *base layer, infill, model, top layer.*



Gambar 3. Simulasi Pembuatan *mold* dari *software ultimakercura*

2.6.2 Proses Pembuatan Spesimen Uji

Peneliti membuat potongan-potongan bagian dari *mold* yang dicetak: atap, badan dan jalan dari *Mold* yang di cetak untuk dilakukan pengujian kekasaran.

Gambar 4. Spesimen uji Atap *Low, Standart, High*

Gambar 5. Spesimen uji badan *low, standart, high*

Gambar 6. Spesimen uji jalan *low, standart, high*

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

2.6.3 Metode Analisis

Metode analisis pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode tersebut agar dapat mengetahui pengaruh perlakuan terhadap faktor lain pada kondisi yang terkontrol. Produk yang dihasilkan oleh 3D *printing* (*mold)* dapat di analisa dengan uji kekasaran permukaan pada *mold*. Dari hasil pengujian akan didapat hasil dalam bentuk data statistika, untuk di analisa data tersebut menggunakan *Analisis of Varians* (ANOVA)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Dari pengujian pada sampel uji maka dapat dilihat data hasil uji tersebut pada Tabel 4 sampai dengan Tabel 6.

Tabel 4. Hasil Pengujian sampel uji coba badan

No	Standar ISO											
	***Length*: 0,8 mm x 3**				***Range*: ±40**				***Material*: ABS**			
	Sampel Uji coba Badan											
	***Low* (0,28)**				***Standard* (0,22)**				***High* (0,16)**			
	X (µm)		**Y (µm)**		**X (µm)**		**Y (µm)**		**X (µm)**		**Y (µm)**	
	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt
1	4,356	22,13	3,093	30,76	5,17	20,10	5,381	28,23	3,78	16,10	5,401	19,89
2	4,438	20,31	5,030	29,39	5,22	28,58	5,395	22,98	4,15	16,09	4,260	18,25
3	4,213	17,10	4,029	29,40	4,95	36,21	6,389	27,10	5,05	22,23	3,30	17,45
Rata-rata	4,34	19,85	4,05	29,85	5,11	28,30	5,72	26,10	4,33	18,14	4,32	18,53

Tabel 5. Hasil Pengujian sampel uji coba jalan

No	Standar ISO											
	***Length*: 0,8 mm x 3**				***Range*: ±40**				***Material*: ABS**			
	Sampel Uji coba Badan											
	***Low* (0,28)**				***Standard* (0,22)**				***High* (0,16)**			
	X (µm)		**Y (µm)**		**X (µm)**		**Y (µm)**		**X (µm)**		**Y (µm)**	
	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt
1	4,399	25,36	6,011	32,38	5,135	19,54	5,832	28,15	4,153	16,10	4,262	18,28
2	5,069	26,28	4,617	25,65	5,226	28,62	5,412	23,79	3,659	15,02	5,442	18,97
3	5,924	25,81	4,787	25,97	4,969	32,08	6,474	27,37	5,051	22,20	3,282	16,34
Rata-rata	5,13	25,59	5,14	28	5,11	26,75	5,90	26,43	4,29	17,77	4,33	18,19

Tabel 6. Hasil Pengujian sampel uji coba Atap

No	Standar ISO											
	***Length*: 0,8 mm x 3**				***Range*: ±40**				***Material*: ABS**			
	Sampel Uji coba Badan											
	***Low* (0,28)**				***Standard* (0,22)**				***High* (0,16)**			
	X (µm)		**Y (µm)**		**X (µm)**		**Y (µm)**		**X (µm)**		**Y (µm)**	
	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt	Ra	Rt
1	7,720	31,60	5,381	27,65	3,952	20,89	4,680	28,44	4,469	17,07	4,50	21,13
2	5,498	24,81	5,333	27,95	3,569	22,42	4,339	26,92	6,219	26,79	4,353	20,78
3	5,788	24,20	4,622	20,70	3,643	21,87	3,625	24,89	5,750	29,50	3,753	20,63
Rata-rata	6,34	26,87	5,11	25,43	3,72	21,73	4,21	26,75	5,48	24,45	4,20	20,85

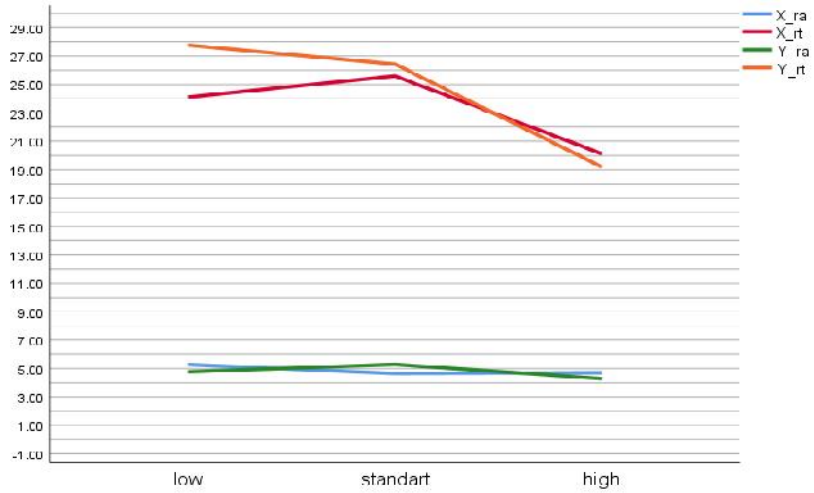
Tabel diatas merupakan hasil dari pengujian kekasaran menggunakan alat uji kekasaran TR200. Dimana pengujian dilakukan terhadap 3 titik vertikal dan horizontal dari 9 potongan sampel yang berbeda yaitu

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

3 potongan atap dari *mold low, standart, high*. 3 potongan badan dari *mold low, standart, high*. 3 potongan jalan dari *mold low, standart, high*. Dan didapatkan hasil seperti tabel di atas.

3.2 Perbandingan Hasil Uji Pada 9 Spesimen uji

Dari hasil pengujian kekasaran terhadap spesimen uji dapat dilihat di Tabel 4 sampai dengan Tabel 6 maka dapat dilihat perbandingan rata-ratanya pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik garis perbandingan kekasaran antara *low, standard, high*

Dari perbandingan tersebut peneliti menyimpulkan bahwa tingkat kekasaran paling terendah yaitu pada *mold* yang dicetak dengan kualitas *Layer Height* 0,16 "*High*"

3.3 Analisa data hasil uji kekasaran

Agar dapat mengidentifikasi analisis pengaruh parameter terhadap kekasarasn molding, maka perlu dilakukannya analisia data hasil dengan menggunakan metode *analysis of variance* (ANOVA). Disini peneliti akan melakukan perhitungan menggunakan aplikasi IPM SPSS *Statistic* 26 untuk mempermudah perhitungan *Analysis of variance* (ANOVA) dengan metode "*One Way*".

Tabel 7. Hasil ANOVA dari spesimen uji kekasaran terhadap *molding*

Model	***Sum of Squre***	***df***	***Mean Square***	***F***	***Sig.***
Regression	5,578	4	1,394	13,206	,014[b]
Residual	,422	4	,106		
Total	6,000	8			

Dari tabel diatas didapatkan hasil dari perhitungan ANOVA dari spesimen uji kekasaran terhadap *molding*. Dengan ini dapat dilakukan pengujian hipotesanya sebagai berikut:

1. Penentuan hipotesa
   Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ (H_0) yang diuji tidak ada pengaruh dari faktor terhadap kekasaran pada *molding*.
   Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ (H_1) yang diuji berpengaruh dari faktor terhadap kekasaran pada *molding*.

2. Menentukan F_{hitung}
   Dari perhitungan ANOVA yang ditunjukkan pada tabel 5 didapatkan F_{hitung} = 13,206

3. Menentukan F_{tabel}
   Kita dapat menentukan F_{tabel} dengan cara melihat tabel statistika (Dilampiran) tingkat signifikansi 0.05 dan *df* (Jumlah variabel) = 4, df 2 (n -k -1) yaitu 54 - 4 - 1 = 49 , dapat dilihat pada F_{tabel} sebesar 2,56 .

4. Kriteria pengujian
   Dari data yang didapat, hasil sebagai berikut :
   F_{hitung} 13,206 > F_{tabel} 2,56

ISSN : 2723-3359 (Print)
ISSN : 2776-673X (Online)

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
46	4.05	3.20	2.81	2.57	2.42	2.30	2.22	2.15	2.09	2.04	2.00	1.97	1.94	1.91	1.89
47	4.05	3.20	2.80	2.57	2.41	2.30	2.21	2.14	2.09	2.04	2.00	1.96	1.93	1.91	1.88
48	4.04	3.19	2.80	2.57	2.41	2.29	2.21	2.14	2.08	2.03	1.99	1.96	1.93	1.90	1.88
49	4.04	3.19	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.08	2.03	1.99	1.96	1.93	1.90	1.88
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.03	1.99	1.95	1.92	1.89	1.87
51	4.03	3.18	2.79	2.55	2.40	2.28	2.20	2.13	2.07	2.02	1.98	1.95	1.92	1.89	1.87

Gambar 8. F_{tabel} yang digunakan

5. Kesimpulan
   Dikarenakan F_{hitung} 13,206 > F_{tabel} 2,56. Maka (H1) diterima, yang artinya sampel yang diuji berpengaruh dari faktor terhadap terhadap kekasaran pada *molding*.

Dari hasil perhitungan *One-Way* ANOVA diatas dapat disimpulkan bahwa F_{hitung} 13,206 > F_{tabel} 2,56 yang artinya (H1) diterima, sehingga hasil dari material yang diuji berpengaruh dari faktor terhadap kekasaran *molding*.

4. KESIMPULAN

Penelitian yang sudah diterapkan, maka dari itu penulis mengambil kesimpulan:

1. Hasil analisa menggunakan ANOVA yang sudah diterapkan, penulis dapat menyimpulkan bahwa *layer height*: *low*, *standart*, *high* berpengaruh pada kekasaran *molding* yang dicetak. Dapat dibuktikan pada bab pembahasan dengan F_{hitung} 13,026 > F_{tabel} 2,56. dengan signifikan 0,014 < 0,05.

2. Dari pengujian yang telah dilakukan terdapat hasil kekasaran terendah pada *layer height*: *high quality* (0,16), yaitu dengan nilai rata- rata:
   a. X Ra: jalan 4,29 atap: 5,48. badan: 4,33
   b. X Rt: jalan 17,7 atap: 24,45 badan: 18,14
   c. Y Ra: jalan 4,33 atap: 4,20 badan: 5,72
   d. Y Rt: jalan 18,20 atap: 20,85 badan: 18.53

DAFTAR PUSTAKA

Bhatia, U. (2015). 3D printing technology. *International Journal of Engineering and Technical Research*, 3(2), 327–330.

H. Basri, dkk . 2020 . Sosialisasi Dan Pelatihan Penggunaan Mesin Cetak 3d Tipe Fdm Bagi Guru Smk Dan UMKM Sektor Industri Kreatif *Seminar Nasional AVoER XII 2020 Palembang*

Junaidi. 2010. Titik Persentase Distribusi F probabilitas: 0,05. (Online). http://junaidichaniago.wordpress.com

M. Abby Rafdi Syah. 2021. Mengenal 3D *printing*. *Journalism and Website Division Staff* - Humas Elektro ITK

Saifuddin. Usman, R. Dan Zuhaimi. 2018. "Pembuatan Gelas Dengan Bahan *Polypropylene* Menggunakan Cetakan Plastik". Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe Aceh

Salbiah, Nur. 2021. "Analisa Kekasaran Permukaan Paduan Alumunium Pada Proses Pembubutan Menggunakan Pahat Hasil *Carburizing*". Skripsi tidak diterbitkan. Politeknik Negeri Sriwijaya.

Setiawan, wahyu. 2021. Analisa pengaruh Kecepatan Putaran Mesin Bubut Terhadap Kekasaran permukaan Poros Menggunakan Pahan Bahan Pegas Daun Mobil Pada Material Alumunium Seri 6061. Tugas Akhir TMPP. Politeknik Negeri Sriwijaya.

Yuwono Budi Pratiknyo. 2012. penyiapan sumber daya di bidang *molding*. Artikel humas Universitas Surabaya (UBAYA).