

Analisa Awal Kekasaran Permukaan Hasil Produksi Mesin Cetak Tiga Dimensi Terhadap Pengaruh Variasi Grit Size Sand Paper

Rahman Hakim^{a*}, Nanang Ali Sutisna^{b#}

^aJurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam
Jalan A. Yani, Batam Center, Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia.

*E-mail: hakim@polibatam.ac.id

^bProgram Studi Teknik Mesin, Universitas Presiden
Jl Ki Hajar Dewantara, Jababeka Education Park, Cikarang, West Java, 17550, Indonesia

#E-mail: nanang.ali@president.ac.id

Abstract

The three-dimensional printing one of FDM (Fused Deposition Modeling) type by using PLA material (Polylactid Acid) which is classified as polymer material generally has a rough surface. It requires final work to make the surface smoother. The purpose of this experiment is to find out which size of Grit Size can produce the lowest surface roughness value or in other words has the highest surface smoothness value. One way is to use paper sand with variations in the Grit Size level that is usually displayed in the numeric code on the scrub paper label. In this experiment, we used Grit Size with a size of 1000CW, 1200CW and 1500CW. The test parameters on the three-dimensional printing machine with the Leapfrog Creatr HS brand use PLA with a diameter of 1.75mm, with a Nozzle and Base Plate temperature of 230°C and 30°C, and have a feedrate and infill density of 70%. After three attempts to retrieve the data, we got the results which by using sand paper with grit size 1500CW had the lowest surface roughness (Ra) value, which was 4.392 μm (N8).

Keywords: Leapfrog creatr HS; polylactid acid (PLA); sand paper; surface roughness (Ra)

Abstrak

Hasil produksi cetak tiga dimensi tipe FDM (Fused Deposition Modeling) dengan menggunakan material PLA (Polylactid Acid) yang tergolong material polymer pada umumnya mempunyai permukaan yang kasar sehingga memerlukan pekerjaan akhir untuk membuat permukaannya lebih halus lagi. Tujuan percobaan ini ialah untuk mengetahui ukuran Grit Size mana saja yang bisa menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang paling rendah atau dengan kata lain mempunyai nilai kehalusan permukaan yang paling tinggi. Salah satu caranya ialah dengan menggunakan kertas gosok dengan variasi tingkat Grit Size yang biasa ditampilkan pada kode angka pada label kertas gosok. Pada percobaan kali ini, kami menggunakan Grit Size dengan ukuran 1000CW, 1200CW dan 1500CW. Parameter uji pada mesin cetak tiga dimensi dengan merek Leapfrog Creatr HS ini menggunakan PLA berdiameter 1.75mm, dengan temperatur Nozzle dan Base Plate sebesar 230°C dan 30°C, serta mempunyai feedrate dan infill density masing-masing sebesar 70%. Setelah dilakukan percobaan sebanyak tiga kali pengambilan data, kami dapatkan hasil yang dimana dengan menggunakan sand paper dengan grit size 1500CW mempunyai nilai kekasaran permukaan (Ra) yang paling rendah, yaitu sebesar 4,392 μm (N8).

Kata kunci: Leapfrog creatr HS; polylactid acid (PLA); kertas gosok; nilai kekasaran permukaan (Ra)

1. Pendahuluan

Penggunaan teknologi *Fused Deposition Modeling* (FDM) mengalami perkembangan yang signifikan, tidak hanya sebatas pada pengujian di laboratorium [1], [2], namun sudah kearah yang lebih praktis digunakan oleh masyarakat, baik untuk pemodelan tiga dimensi dibidang *action figure*, *medical needs* [3] bahkan sampai ke bidang property [4], khususnya teknologi *Additive Manufacturing* (AM) atau lebih dikenal sebagai teknologi printer tiga dimensi yang menggunakan bahan baku *polymer* [5]. Penerapan teknologi pemodelan tiga dimensi dengan menggunakan material *polymer* ini sering digunakan oleh klub aeromodelling untuk pembuatan *spare parts* mesin yang sudah *discontinue* maupun *import*, pembuat maket perumahan didalam *showcase* kaca, maupun pembuatan pengganti gypsum untuk penyangga tulang yang retak [3], [5], [6].

Polylactid Acid (PLA) merupakan salah satu jenis *thermoplastic polymer* yang paling banyak digunakan untuk pembuatan model tiga dimensi. Selain mempunyai titik leleh yang rendah yaitu pada temperature 190⁰ C [7], juga mempunyai sedikit bau yang dihasilkan jika dibandingkan dengan jenis *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) [1], [8] sebesar 240⁰ C. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Benny ditahun 2019, material ABS mempunyai nilai

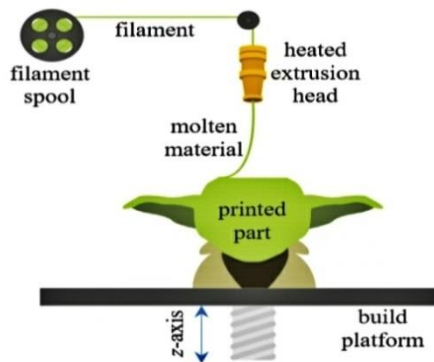
kekasaran permukaan yang paling rendah yaitu 6,15 μm pada temperatur *nozzle* dan *base plate* sebesar 260⁰ C dan 100⁰ C yang disertai dengan penggunaan lem pada *base plate*-nya [9]. Berbeda dengan material PLA mempunyai nilai kekasaran permukaan yang paling rendah yaitu 5.709 μm pada temperature *nozzle* dan *base plate* sebesar 190⁰C dan 30⁰C yang disertai dengan penggunaan lem pada *base plate*-nya [7].

Kekasaran permukaan hasil cetak tiga dimensi dengan nilai 5.709 μm secara visual masih kasar dan kurang memiliki nilai jual [10]. Salah satu cara yang akan dilakukan oleh penulis kali ini adalah dengan melakukan *post processing* dengan cara melakukan proses penghalusan permukaan produk cetak tiga dimensi dengan menggunakan *sand paper* dengan tingkatan *Grit Size* yang berbeda. Adapun tujuan penelitian perdana ini adalah untuk analisa awal nilai kekasaran permukaan pada produk mesin cetak tiga dimensi jika dilakukan proses *polishing* dengan menggunakan *sand paper* berbeda *grit size*. Penggunaan specimen uji pada percobaan kali ini ditujukan untuk membuat produk akhir yang mempunyai surface finish yang layak jual dan permukaan permukaannya bisa *glossy* [11]. Sebanyak tiga buah specimen uji, dilakukan dan digunakan perumusan nilai rata-rata untuk mendapatkan kesimpulan data yang akan dibandingkan.

2. Material dan Metode Penelitian

2.1. Pembuatan Spesimen Uji

Proses pembuatan specimen dilakukan dengan proses layer by layer. Seperti dijelaskan pada Gambar 1, prinsip kerja dari printer tiga dimensi dimulai dari gulungan material PLA di dalam *spool* yang diteruskan di *nozzle* sampai pada build plat form, atau biasa dikenal sebagai *base plate*. Dimensi dari specimen yang akan digunakan pada percobaan ini adalah dengan ukuran 100 mm x 20 mm, berbentuk jajaran genjang.



Gambar 1. Prinsip kerja 3D printing *Fused deposition modeling* (FDM) [11].

2.2. Penentuan Parameter *Experimental Study*

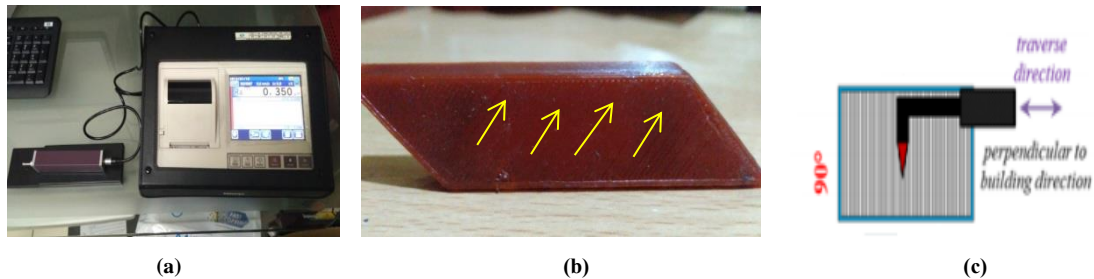
Parameter pengujian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut (a) mesin cetak tiga dimensi, merk: Leapfrog Creatr HS tipe dual-nozzle, (b) material filament jenis PLA dengan diameter 1,75 mm, (c) temperatur *nozzle* 220⁰ C, temperature *base plate* 30⁰ C [7] dan menggunakan *sand paper* dengan *grit size* yang berbeda mulai dari 1.000; 1.200; dan 1.500. Sebagai data pembanding, nilai kekasaran permukaan secara umum untuk proses *extrusion* mempunyai nilai kekasaran permukaan sebesar 0,16 μm sampai dengan 5,0 μm [12]. Oleh karena itu, melalui experiment ini diharapkan mempunyai nilai kekasaran permukaan sama atau bahkan lebih rendah dari 0,16 μm

Tabel 1. Tabel Standar Kekasaran Permukaan Multi Proses [12]

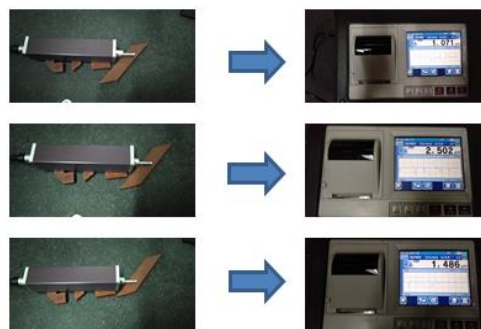
Manufacturing No./Process	0.012	0.025	0.050	0.100	0.200	0.400	0.800	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100	200
1 Sand casting															
2 Permanent mould casting															
3 Die casting															
4 High pressure casting															
5 Hot rolling															
6 Forging															
7 Extrusion															
8 Flame cutting, sawing & chipping															
9 Radial cut-off sawing															
10 Hand grinding															
11 Disc grinding															
12 Filing															
13 Planing															
14 Shaping															
15 Drilling															
16 Turning & Milling															
17 Boring															
18 Reaming															
19 Broaching															
20 Hobbing															
21 Surface grinding															
22 Cylindrical grinding															
23 Honing															
24 Lapping															
25 Polishing															
26 Burnishing															
27 Super finishing															

2.3. Proses Pengambilan Data

Data kekasaran permukaan diambil sebanyak tiga kali, dan dirata-rata dengan menggunakan persamaan (1). Pada Gambar 2, menjelaskan tentang alat uji kekasaran permukaan, dan arah pergerakan probe yang tegak lurus dengan arah serat. Gambar 3 menjelaskan tentang cara pengambilan data specimen uji sebanyak tiga kali pengambilan data yang selanjutnya akan dirata-rata.



Gambar 2. (a) Surface Roughness Tester, Mitoyo SJ-310 (b) Spesimen uji dan arah penarikan probe kekasaran permukaan, (c) Arah pergerakan probe tegak lurus dari arah serat specimen uji. [11]



Gambar 3. Dokumentasi pengambilan data kekasaran permukaan pada specimen uji

2.4. Pengolahan Data

Sebanyak tiga kali pengambilan data kekasaran permukaan, diolah dengan ilmu statistic, rata-rata sederhana. Setelah itu akan dibandingkan hasil rata-ratanya dengan nilai rata-rata dari *Grit Size* yang lainnya. Sedangkan untuk membandingkan hasil rata-rata dari *multi-variable* dirumuskan dengan menggunakan Standar Deviasi.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{n} \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2)$$

2.5. Pembuatan Produk Akhir

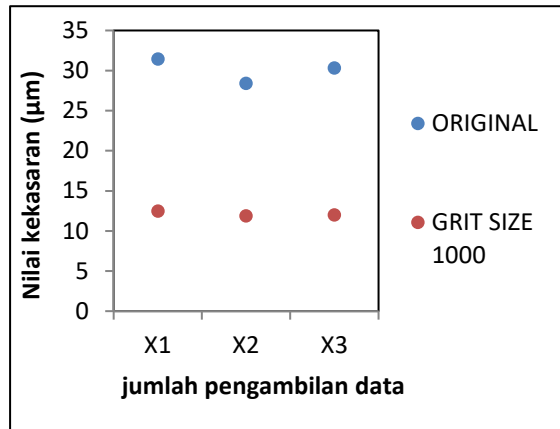
Setelah didapatkan hasil kekasaran permukaan yang terendah setelah dilakukan *post processing* dengan *sand paper*, maka akan dilanjutkan ke rencana awal yaitu membuat produk jadi yang siap jual di masyarakat. Gambar 4 menjelaskan tentang produk akhir berbentuk jam dinding raksasa yang berfungsi sebagai *art of de wall* di rumah tangga.



Gambar 4. Produk akhir aksesoris rumah tangga - jam dinding raksasa

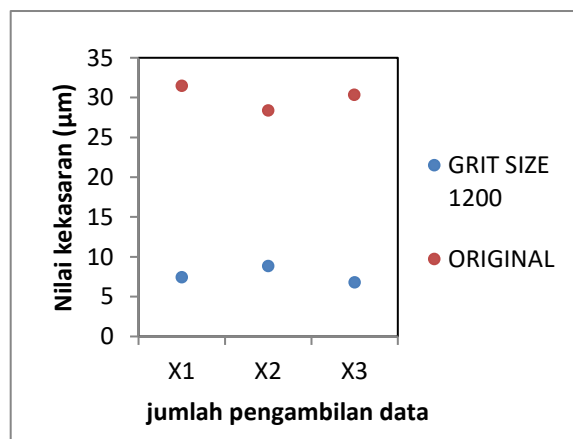
3. Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan proses pengambilan data sebanyak tiga kali replikasi, didapatkan hasil sebagai berikut. Pada Gambar 5 dapat disimpulkan bahwa produk original yang telah di amplas menggunakan *sand paper* dengan *Grit Size* 1.000 yang diukur berdasarkan tiga titik pengukuran, dan didapatkan rata-rata Ra sebesar 12.120 μm . Hal ini memang terdapat perbedaan secara signifikan jika dibandingkan dengan nilai rata-rata Ra produk Original hasil cetak tiga dimensi sebesar 30.045 μm .



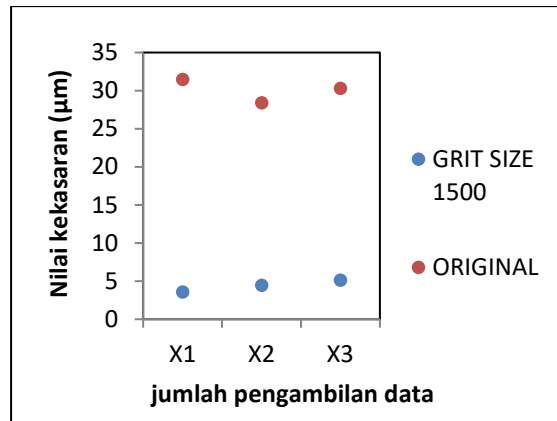
Gambar 5. Nilai surface roughness (Ra) produk *original* yang telah diampas menggunakan *sand paper* dg *grit size* 1.000 CW

Sedangkan pada Gambar 6 didapatkan hasil bahwa produk original yang telah di amplas menggunakan *sand paper* dengan *Grit Size* 1.200 yang diukur berdasarkan tiga titik pengukuran, dan didapatkan rata-rata Ra sebesar 6.665 μm . Hal ini memang terdapat perbedaan secara signifikan jika dibandingkan dengan nilai rata-rata Ra produk Original hasil cetak tiga dimensi sebesar 30.045 μm .



Gambar 6. Nilai surface roughness (Ra) produk *original* yang telah diampas menggunakan *sand paper* dg *grit size* 1.200 CW

Gambar 7 di dapatkan hasil bahwa produk original yang telah di amplas menggunakan *sand paper* dengan *Grit Size* 1.500 yang diukur berdasarkan tiga titik pengukuran, dan didapatkan rata-rata Ra sebesar 4.392 μm . Hal ini memang terdapat perbedaan secara signifikan jika dibandingkan dengan nilai rata-rata Ra produk Original hasil cetak tiga dimensi sebesar 30.045 μm .



Gambar 7. Nilai surface roughness (Ra) produk *original* yang telah diampelas menggunakan *sand paper* dg *grit size* 1500CW

Tabel 2 merupakan perbandingan nilai rata-rata *surface roughness* Ra, baik dalam kondisi *original*, maupun sudah dilakukan proses penghalusan permukaan dengan menggunakan *sand paper* dg *grit size* 1000CW, 1200CW dan 1500CW. Dari tabel tersebut didapatkan hasil nilai kekasaran permukaan yang paling rendah adalah ada pada *Grit Size* 1500CW sebesar 4.392 µm dengan standar deviasi (s) sebesar 11.440.

Tabel 2. Tabel perbandingan nilai kekasaran permukaan produk cetak tiga dimensi dengan *grit size* 1000CW, 1200CW dan 1.500 CW.

Nilai Kekasaran Permukaan (Ra)	X1 (µm)	X2 (µm)	X3 (µm)	X_bar (µm)
Original	31.445	28.384	30.306	30.045
Grit Size 1000CW	12.487	11.867	12.008	12.120
Grit Size 1200CW	7.409	8.817	6.770	7.665
Grit Size 1500CW	3.581	4.452	5.142	4.392

4. Kesimpulan

Setelah didapat hasil dari setiap metode pengujian yang berbeda dengan referensi nilai kekasaran standar proses ekstrusi 0,16 sampai dengan 5 µm dengan menggunakan parameter setting temperatur nozzle 220° C, dan *base plate* 30° C dengan menggunakan *sand paper* dengan tingkatan kekasaran (*Grit Size*) yang berbeda mulai dari 800 CW; 1.000 CW dan 1.200 CW. Didapatkan kesimpulan bahwa *sand paper* dengan *grit size* 1.000 CW memiliki nilai kekasaran permukaan (Ra) sebesar 12,120 µm, dengan standar deviasi sebesar 12.675; *sand paper* dengan *grit size* 1.200 CW memiliki nilai kekasaran permukaan (Ra) sebesar 7.665 µm, dengan standar deviasi sebesar 11.846; dan *sand paper* dengan *grit size* 1.500 CW memiliki nilai kekasaran permukaan (Ra) sebesar 4.392 µm, dengan standar deviasi sebesar 11.440. Untuk mendapatkan hasil kekasaran permukaan dibawah nilai 4.00 µm, bisa dipastikan terlebih dahulu, proses produksinya apakah menggunakan jenis dan ukuran nozzle yang atau berbeda. Karena Diameter nozzle merupakan salah satu parameter terpenting yang bisa mempengaruhi nilai kekasaran permukaan produk hasil cetak tiga dimensi.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada Universitas Presiden melalui penulis kedua yang telah membantu dana maupun penyempurnaan tulisan pada experiment pertama ini. Serta kepada Politeknik Negeri Batam yang telah memfasilitasi dan mendukung secara penuh baik sarana maupun prasarana pendukung terselesainya experiment ini.

Daftar Pustaka

- [1] D. Sulayman, "Pengaruh Suhu dari Heater Nozzle Terhadap Produk Printer 3D," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2015.
- [2] Babagowda, R. S. Kadadevara Math, R. Goutham, and K. R. Srinivas Prasad, "Study of Effects on Mechanical Properties of PLA Filament which is blended with Recycled PLA Materials," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 310, no. 1, 2018.
- [3] M. L. Smith and J. F. X. Jones, "Dual-extrusion 3D Printing of Anatomical Models for Education," *Anat. Sci. Educ.*, Vol. 11, No. 1, pp. 65–72, 2018.
- [4] D. R. Howeidy and Z. Arafat, "The Impact of Using 3D Printing on Model Making Quality and Cost in the Architectural Design Projects," *Int. J. Appl. Eng. Res.*, Vol. 12, No. 6, pp. 987–994, 2017.
- [5] K. Tappa and U. Jammalamadaka, "Novel Biomaterials Used in Medical 3D Printing Techniques," *J. Funct. Biomater.*, Vol. 9, No. 1, 2018.

- [6] D. Mitsouras *et al.*, “Medical 3D Printing for the Radiologist,” *RadioGraphics*, Vol. 35, No. 7, pp. 1965–1988, 2015.
- [7] 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, 2019.
- [8] Z. Quan *et al.*, “Printing Direction Dependence of Mechanical Behavior of Additively Manufactured 3D Preforms and Composites,” *Compos. Struct.*, Vol. 184, pp. 917–923, 2018.
- [9] B. H. Irawan, R. Hakim, H. Widiastuti, D. Kamsyah, and B. Sahputra, “Pengaruh Temperatur Nozzle dan Base Plate pada Mesin Leapfrog Creatr 3d Printer terhadap Density dan Surface Roughness Material ABS,” *J. Teknol. dan Ris. Terap.*, Vol. 1, No. 1, 2019.
- [10] A. Farzadi *et al.*, “3D Printed PLA Scaffolds to Promote Healing of Large Bone Defects,” *Sci. Rep.*, Vol. 06, No. 01, pp. 139–148, 2017.
- [11] M. S. Alsoufi and A. E. Elsayed, “How Surface Roughness Performance of Printed Parts Manufactured by Desktop FDM 3D Printer with PLA+ is Influenced by Measuring Direction,” *Am. J. Mech. Eng.*, Vol. 5, No. 5, pp. 211–222, 2017.
- [12] Z. Uddin, “Kekasaran Permukaan atau Tanda Pengerjaan pada Gambar Teknik,” *www.omesin.com*, 2018. [Online]. Available: <http://www.omesin.com/2018/08/kekasaran-permukaan-atau-tanda.html>.