

# EKPLORASI TEKNIK UNTUK *FINISHING* PRODUK HASIL 3D *PRINTING* FDM DENGAN MATERIAL ABS DAN PLA

Rio Ferdinand<sup>1,\*</sup>, Michael Limahelu<sup>2</sup>, M. Fachrur Rozi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Desain Produk, Fakultas Desain, Universitas Pelita Harapan

\*rio.ferdinand@uph.edu

**ABSTRAK.** *Additive Manufacturing* (AM), atau *prototyping* telah banyak digunakan dalam mengembangkan sebuah produk. Tujuan utama AM adalah untuk mengurangi waktu dan biaya dalam pengembangan produk. Dalam 40 tahun terakhir, perkembangan teknologi AM telah menambah efisiensi produksi hampir 90%. Salah satu teknologi AM yang saat ini marak digunakan adalah 3D *Printing* FDM. Sistem ini bekerja dengan menggunakan ekstrusi *plastic*. Namun hasil *printing* belum memiliki *finishing* yang cukup baik, dan memerlukan *treatment post printing* (*finishing*) yang sesuai. Karena kondisi ini, FDM *printing* umumnya digunakan hanya untuk studi bentuk dan sistem, bukan untuk menghasilkan produk akhir yang dapat digunakan secara langsung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi teknik *finishing* yang optimal dan terukur. Sehingga hasil dari 3D *printing* FDM dapat digunakan sebagai produk akhir dan dapat meningkatkan efisiensi produksi.

**Kata kunci:** terdiri dari 3-5 kata

**ABSTRACT.** *Additive Manufacturing* (AM), or *prototyping* has been widely used in developing a product. AM's main goal is to reduce time and costs in product development. In the past 40 years, the development of AM technology has increased production efficiency by almost 90%. One of the AM technologies currently being used is FDM 3D Printing.

*This system works by using plastic extrusion. However, the printing results do not come in smooth surfacing, and require the appropriate treatment post printing (finishing). That's why FDM printing is commonly used only for the study of shapes and systems, instead for producing end products that can be used directly.*

*This study aims to explore the optimal and measurable method of finishing techniques. Hopefully that the results of 3D printing FDM can be used as end product and improve production efficiency.*

**Keywords:** 3D Printing, Finishing, Efficiency

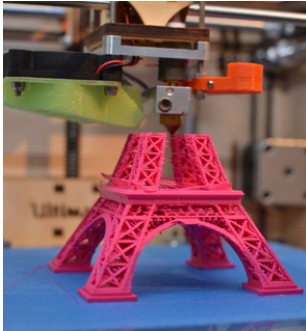
## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

*Additive Manufacturing* (AM), adalah metode pendekatan pengembangan produk untuk meminimalisasi resiko yang mungkin terjadi dalam produksi sebuah produk. Proses ini dikenal juga sebagai (*rapid prototyping*), dimana produk yang akan diproduksi dapat dipelajari secara lebih mendetail baik dari sisi bentuk, maupun fungsinya. Sehingga dapat diperhitungkan secara presisi mengenai teknik produksi dan resiko nya. Tujuan utama AM untuk industry adalah untuk mempercepat proses pengembangan produk (*save time*) dan menghindari kesalahan produksi (*save cost*). Konsumen akan mendapatkan *benefit* secara tidak langsung, melalui ketika produk yang ada di *market* memiliki *value* yang lebih baik dan harga yang lebih terjangkau. (3D Printing and Additive Manufacturing, Chapter I).

AM terbagi menjadi 3 kategori, yaitu *Liquid Based*, *Solid Based*, dan *Powder Based*. Namun metode *Solid Based*, khususnya sistem *Fused Deposition Modeling* (FDM) merupakan metode yang paling populer, karena sistem kerja yang sederhana, material cukup mudah didapat dan harga yang terjangkau. Sistem ini bekerja dengan melelehkan *filament* plastik sampai dengan suhu tertentu, kemudian ekstruder bergerak sesuai dengan bidang kerja X,Y dan Z yang diinginkan. Filamen ini umumnya memiliki bahan dasar *plastic* seperti ABS, PLA, dan PET dengan diameter 1.75mm.

Namun FDM memiliki kelemahan yaitu hasil akhir belum memiliki permukaan yang cukup halus. Hasil akhir yang terlihat kasar dan belum final ini, membuat 3D *printer* FDM biasanya digunakan untuk eksplorasi atau studi saja, dan bukan sebagai *prototype* akhir yang siap pakai.



Gambar 1. Sistem Ekstrusi FDM  
 (Sumber: <https://infograph.venngage.com>)



Gambar 2. Hasil Akhir FDM  
 (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Hal ini lah yang mendasari penelitian, dengan tujuan untuk mencari metode yang ideal dan terukur untuk melakukan proses *finishing* untuk hasil produk dari sistem printer FDM.

**Landasan Teori**

Teknologi AM berkembang secara pesat,. Dalam waktu 40 tahun terakhir, teknologi ini telah berkembang menjadi semakin cepat (efisiensi waktu) dan semakin baik (kompleks). Perkembangan ini membuat desainer produk dapat mengembangkan produk dengan lebih cepat, presisi dan efisien. Serta memungkinkan untuk memproduksi produk dengan tingkat presisi yang baik, dalam jumlah yang *relative* sedikit, namun tetap dalam harga yang terjangkau.

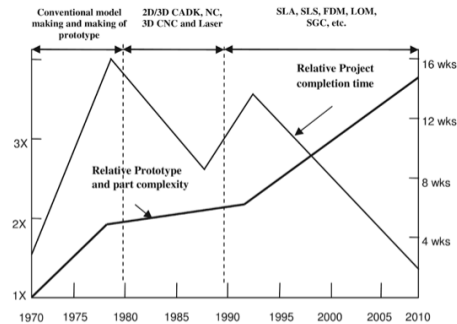
Namun pada tahun 2009, *patent* dalam penggunaan teknologi ekstrusi plastik FDM telah berakhir. Kondisi ini mendorong banyaknya pengembangan 3D *Printer* FDM yang lebih terjangkau. Makerbot, adalah salah satu perusahaan pioner dalam pengembangan ini. Hal ini membuat teknologi 3D printing menjadi terjangkau bagi desainer, maupun untuk kebutuhan pendidikan.

**Manfaat Perkembangan AM**

**1. Hemat Waktu**

AM berfungsi untuk mempersingkat waktu pengembangan produk (*Product*

*Development*) Untuk mengembangkan produk (skala kompleksitas 3) di tahun 1970 akan membutuhkan waktu 16 minggu. Dengan perkembangan teknologi AM di tahun 2010 , hanya mebutuhkan 2 minggu Penghematan waktu berkisar antara 50%–90%. Penghematan waktu produksi biasanya sejalan dengan penghematan biaya.



Gambar 3. Perkembangan Rapid Prototyping

**2. Menambah Nilai Produk**

Produk desainer dimungkin kan untuk membuat bentuk yang lebih sesuai dengan keinginan pasar dan minim halangan teknis. Selain itu produk dapat dirancang secara lebih akurat dan lebih cepat.

**3. Mengurangi Komponen Biaya Produksi**

Melalui AM, ada beberapa proses produksi yang dapat dihemat. Misalnya spesialis pembuatan *sample* model, pengurangan jumlah part, pengurangan proses perakitan, dan sebagainya.

**4. Berbagai keuntungan tidak langsung lainnya, seperti :**

1. *Marketing*: Memperkecil kemungkinan produk akhir tidak laku ( tidak sesuai *demand*), Harga produk akhir lebih kompetitif.
2. *Supply Chain*: Mengurangi biaya tenaga kerja (*outsourcing*, spesialis, etc), mengurangi biaya *logistic* , mengurangi jarak antara *production line* dengan *customer*.
3. Bagi *Customer*/Pengguna: Produk yang ditawarkan akan memiliki fitur dan teknologi yang lebih baik dengan harga yang ditawarkan lebih terjangkau.
4. Produk terbaru yang dikeluarkan kan lebih cepat.

**Kategori AM**

Pembagian metode proses AM sangat bervariasi. Tergantung dari jenis proses, material, maupun perusahaan pembuat teknologi tersebut. Namun untuk memudahkan,

penulis mengikuti pembagian kategori sesuai dengan buku referensi yang digunakan. Pembagian kategori Metode Proses AM adalah sebagai berikut

#### 1. Liquid Based

Prinsip kerja: material *liquid* (tinta) di *print* ke bidang kerja. Material *liquid (resin based)* setelah terkena *treatment* UV akan mengeras dan memiliki ketebalan (*curing*). Kemudian platform akan bergerak naik/ turun mengikuti bentuk yang diinginkan.

#### 2. Solid Based

Prinsip kerja: material solid seperti *plastic* dalam bentuk lembaran, kawat, atau pellet di cairkan dengan menggunakan pemanas (*extruder head*). Kemudian platform akan bergerak naik/ turun mengikuti bentuk yang diinginkan. Metode FDM termasuk dalam kategori ini .

#### 3. Powder Based

secara prinsip mirip dengan *solid liquid based*, namun material yang digunakan berbentuk bubuk (*resin based*). Material bubuk ini di *treatment* dengan menggunakan laser sehingga mengeras sesuai dengan bentuk yang diinginkan.

### FDM Printing

Fused Deposition Modelling (FDM) printing di kembangkan pertama kali pada tahun 1992, oleh perusahaan Stratasys Ltd. FDM menggunakan sistem ekstrusi material (*plastic based*) menjadi bentuk 3 dimensi. Tujuan utama dari pengembangan teknologi FDM adalah untuk membuat 3D *printer* dengan teknologi dan harga yang terjangkau.

#### Kelebihan hasil printing FDM:

1. Fungsional. Dengan menggunakan *filament* ABS, komponen dapat memiliki fungsi dan kekuatan seperti produk asli.
2. Minim limbah, karena *support* menggunakan bahan yang sama.
3. Bagian *support* mudah untuk dilepas
4. Mudah dibersihkan
5. Memiliki volume yang lebih besar.

#### Kekurangan FDM:

1. Akurasi. Ada kemungkinan perubahan struktur (menyusut).
2. Proses yang cukup lama, jika dibandingkan dengan metode AM lainnya
3. Hasil akhir kasar karena berlapis.

### Prinsip Kerja FDM

Sesuai dengan namanya *Fused Deposit Material*, sistem ini bekerja dengan cara:

1. Ekstruder dipanaskan sampai dengan suhu tertentu (umumnya di angka 180 – 220 derajat *celcius*)
2. *Filament plastic* dilelehkan dengan cara melewati ekstruder yang sudah dipanaskan.
3. Panel akan menahan plastik yang sudah dilelehkan, kemudian bergerak mengikuti bentuk produk akhir.
4. Extruder akan membangun (*build*) secara berlapis (*layered*) mengikuti sumbu x.

### Permasalahan yang ada:

Sistem kerja 3D Printer FDM akan berlapis. Sehingga membutuhkan proses finishing (*postprocessing*). Teknik dan metodenya pun beragam.

Pembatasan masalah:

1. *Printing* menggunakan 3D Printer Makerbot Replikator 2
2. Filamen menggunakan PLA dan ABS dengan diameter 1.75.
3. Benda yang di print adalah cover lampu motor Daymaker dengan bentuk menyerupai setengah bola.
4. Finishing menggunakan kertas amplas dengan *grid* (100-240-400-500-1000)
5. Penggunaan jenis pelarut Acetone dan Alkohol , dengan teknik penggunaan : di oles (*wipe*) dan di tetes (rendam)
6. Pengukuran menggunakan alat ukur GlossMeter.

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memaksimalkan hasil akhir 3d *Printing* FDM, menjadi produk yang siap pakai. Serta mengurangi waktu, biaya dan limbah yang dihasilkan selama pengembangan produk. Khususnya di tahapan *prototyping*.

Diharapkan hasil penelitian dapat menjadi panduan bagi masyarakat yang ingin mendapatkan hasil akhir 3D *Printing* yang lebih halus dan siap pakai (*end product*)

### METODE PENELITIAN

#### Alur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan pendekatan pengukuran secara kualitatif dan kuantitatif. Pengukuran kualitatif dengan pendekatan seberapa halus permukaan benda (*smoothness*). Pengukuran kuantitatif dilakukan secara terukur dengan menggunakan alat ukur tingkat kilap permukaan (*Gloss Meter*)

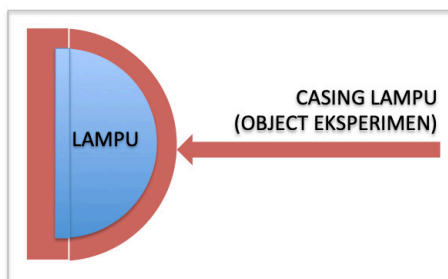


Gambar 4 Diagram Alus Penelitian  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Objek Penelitian adalah penutup lampu motor (*casing* lampu). Pemilihan objek ini berdasarkan pertimbangan kompetensi peneliti dan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan perancangan motor. Dan kebutuhan eksplorasi penelitian.



Gambar 5. Objek Penelitian  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)



Gambar 6. Casing Lampu  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

### Persiapan Objek Penelitian

Untuk dapat membuat casing, diperlukan dimensi dari produk lampu yang ada secara digital. Pada tahap dilakukan pengukuran secara manual dengan alat ukur sigmat. Namun dalam prosesnya ditemukan kendala. Khususnya dalam mengukur bentuk lengkung, menjadi tidak presisi.

### 3D Scanning

Teknologi 3D *scanning* di gunakan untuk mendapatkan data ukuran yang lebih akurat. Peneliti menggunakan *software* Autodesk Revit 360, yang bekerja dengan menggunakan kamera dari *handphone*. Hasil dari 3d *Scan*

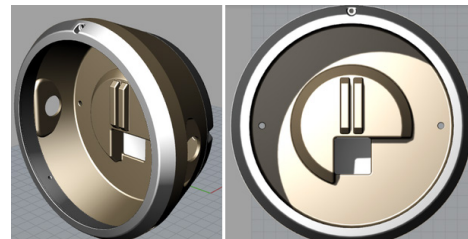
pada tahap awal kurang maksimal. Tetapi setelah 3x percobaan, peneliti mendapatkan hasil scan yang lebih baik. Selanjutnya hasil *scanning* ini digabungkan dengan pengukuran manual.



Gambar 7. Hasil 3D Scan Tahap  
(Sumber: Dokumen Pribadi)

### 3D Model Objek Penelitian

Hasil akhir yang optimal didapat dengan menggabungkan kedua metode pengukuran, yaitu manual dengan menggunakan sigmat dan digital dengan menggunakan 3d *scanning*. Dengan menggunakan data pengukuran lampu yang lebih akurat, tim dapat membuat File Digital Lampu, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan Objek Penelitian yaitu Casing Lampu.



Gambar 8. 3D Modelling Objek Penelitian  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Persiapan Objek Penelitian sebelum *printing* membutuhkan waktu yang lebih lama dari perencanaan awal. Hal ini disebabkan oleh kurang memadainya alat ukur yang digunakan pada tahap awal. Namun tim peneliti berhasil mengeksplorasi penggunaan 3D *Scanner*, sehingga hasil yang didapatkan cukup optimal.

### 3D Printing Objek Penelitian

Secara keseluruhan, tes *printing* dilakukan sampai 6x untuk mendapatkan *sample* akhir yang dapat digunakan untuk eksperimen dengan 2 jenis material yang berbeda, yaitu ABS dan PLA.



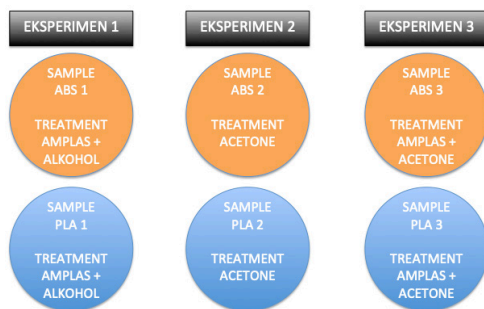
Gambar 9. Sample ABS 1,2,3  
 (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)



Gambar 10. Sample PLA 1,2,3  
 (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

**Metode Eksperimen**

Eksperimen dilakukan dengan memperhalus permukaan layer dengan amplus secara bertahap, mulai dari grit kasar nomor 100, 240, 400, 500 kemudian 1000. Setiap *sample* ditreatment selama 5 menit, kemudian dilakukan pengukuran perubahan GPU nya.



Gambar 11. Metode Eksperimen  
 (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Setiap sample ABS 1, ABS 2, ABS 3 dan PLA 1, PLA 2, PLA 3 akan dilakukan perlakuan :

1. Setiap objek akan diukur index GPU
2. Dihaluskan dengan kertas amplus kasar-halus, dan dilakukan pengukuran index GPU secara bertahap
3. Ditreatment dengan kimia (*acetone* dan *alcohol*) kemudian dilakukan pengukuran index GPU secara bertahap

**HASIL EKSPERIMEN**

Eksperimen ABS 1 (Amplus + Alkohol)

GPU awal treatment amplus : 2.6 GPU  
 GPU akhir treatment amplus : 24.3 GPU  
 GPU awal treatment alkohol : 24.3 GPU  
 GPU akhir treatment alkohol : 6.4 GPU

Catatan :

Permukaan sangat halus tetapi tidak mengkilap. Alkohol menurunkan GPU secara signifikan.

Eksperimen PLA 1 (Amplus + Alkohol)

GPU awal treatment amplus : 1.2 GPU  
 GPU akhir treatment amplus : 5.5 GPU  
 GPU awal treatment alkohol : 5.5 GPU  
 GPU akhir treatment alkohol : 3.7 GPU

Catatan :

Permukaan tidak halus dan tidak mengkilap. Alkohol menurunkan GPU tetapi tidak signifikan.

Eksperimen ABS 2 (Acetone)

GPU awal treatment Acetone : 3.2 GPU  
 GPU akhir treatment Acetone : 13.6 GPU

Catatan :

Acetone dapat menaikkan GPU cukup signifikan (10 GPU)

Layer tetap terlihat jelas (kurang halus)

Acetone yang ditetes dapat melarutkan permukaan ABS

Eksperimen PLA 2 (Acetone)

GPU awal treatment Acetone : 3.9 GPU  
 GPU akhir treatment Acetone : 1.5 GPU

Catatan :

Acetone dapat menaikkan GPU cukup signifikan (10 GPU)

Layer tetap terlihat jelas (kurang halus)

Acetone yang ditetes dapat melarutkan permukaan ABS

Eksperimen ABS 3 (Amplus + Acetone)

GPU awal treatment amplus : 3.0 GPU  
 GPU akhir treatment amplus : 17.0 GPU  
 GPU awal treatment Acetone : 17.0 GPU  
 GPU akhir treatment Acetone : 41.3 GPU

Catatan :

Permukaan kasar dan tidak mengkilap.

Acetone menurunkan GPU dan membuat permukaan menjadi doff /flat

Eksperimen PLA 3 (Amplus + Acetone)

GPU awal treatment amplus : 2.8 GPU  
 GPU akhir treatment amplus : 5,4 GPU  
 GPU awal treatment Acetone : 5.4 GPU  
 GPU akhir treatment Acetone : 4.1 GPU

Catatan :

Permukaan kasar dan tidak mengkilap.

Acetone menurunkan GPU dan membuat

permukaan menjadi doff /flat

Tabel 1. Hasil Eksperimen

Nama Sample	GPU Awal	GPU Setelah Amplas	GPU Setelah Acetone	GPU Setelah Alkohol
ABS 1	2.6	24.3		6.4
PLA 1	1.2	5.5		3.7
ABS 2	3.2		13.6	
PLA 2	3.9		1.5	
ABS 3	3.0	17.0	41.3	
PLA 3	2.8	5.4	4.1	

Sumber: Dokumen Pribadi, 2019

## PEMBAHASAN EKSPERIMEN

### Analisa

Analisa dilakukan secara Quantitatif dengan menggunakan alat ukur Glossmeter. Alat ini mengukur tingkat kilap ( gloss) sebuah permukaan, dengan skala index 0.01 – 96.4 (tertinggi). Sedangkan analisa Quantitaif dengan melihat dan meraba permukaan yang sudah tidak memliki layer (halus).

Tabel 2. Pembahasan Hasil Eksperimen

Nama Sample	GPU Awal	Treatment	GPU Akhir	Kehalusan Permukaan
ABS 1	2.6	24.3	6.4	Halus
PLA 1	1.2	5.5	3.7	Kasar
ABS 2	3.2		13.6	Kasar
PLA 2	3.9		1.5	Halus
ABS 3	3.0	17.0	41.3	Halus
PLA 3	2.8	5.4	4.1	Halus

Sumber: Dokumen Pribadi, 2019

### Temuan

Halus (*Smooth*) tidak paralel dengan Kilap (*Gloss*). Permukaan halus didapat dengan cara menghilangkan layer hasil *printing*. Sedangkan kilap didapat dengan treatment pada lapisan luar material.



Penggunaan Acetone dapat merubah bentuk sample ABS. Sedangkan pada PLA tidak merubah bentuk struktur.

## KESIMPULAN

Penggunaan amplas, dapat meningkatkan kehalusan (*Smoothness*) dan kilap (*Glossy*). Material ABS, lebih stabil dalam peningkatan GPU Acetone memberikan kesan *Gloss* pada Material ABS, namun dapat melarutkan material tsb. Pada material PLA, Acetone membuat GPU menjadi turun. Tetapi tidak signifikan. Alkohol, secara signifikan akan membuat GPU turun pada material ABS. Sedangkan untuk PLA tidak signifikan.

Jadi untuk mendapatkan hasil terbaik, objek yang akan *diprint* dengan 3D *Printer* harus menggunakan *printer* yang stabil. Kemudian di *Print* dengan menggunakan material ABS, treatment awal menggunakan amplas dan treatment akhir menggunakan Acetone dalam jumlah yg sedikit (hanya dibasuh) . Kondisi ini seperti dilakukan pada Sample ABS 3 (GPU meningkat dari 3.0 – 41.3)

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada LPPM dan UPH karena telah mendanai dan memfasilitasi penelitian dengan nomor : P-008/ SoD/I/2019. Serta dukungan dari Fakultas Desain, dan Jurusan Desain Produk Universitas Pelita Harapan sehingga penelitian boleh terlaksana dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chua, Kai Chee, Leong, Kah Fai. 2014. **3D Printing and Additive Manufacturing: Principles and Applications (with Companion Media Pack) Fourth Edition of Rapid Prototyping**. Taiwan: Word Scientific Publishing Company, <https://tamnhincongngh.com/may-xu-ly-san-pham-3d-tu-nhua-abs-pla-magicbox/magicbox-may-xu-ly-san-pham-in-3d-abs-pla4/>  
<https://blog.inkjetwholesale.com.au/3d-printing/3d-printing-filaments-options/>  
[https://www.engineering.com/ResourceMain.aspx?resid=191&e\\_src=relres-ecom](https://www.engineering.com/ResourceMain.aspx?resid=191&e_src=relres-ecom)  
<https://www.ponoko.com/blog/ponoko/from-design-to-powder-to-product-how-color-3d-printing-really-works/>  
<https://www.allthat3d.com/pla-vs-abs/>  
[https://www.synci.co/sla-3d-printer-/sync-innovation-sla-vs-fdm/#iLightbox\[postimages\]/0](https://www.synci.co/sla-3d-printer-/sync-innovation-sla-vs-fdm/#iLightbox[postimages]/0)  
<https://filaments.ca/products/stainless-steel->  
<https://pinshape.com/guides/3d-printing-materials/>