

**UJI KETELITIAN CETAK PRODUK BUJUR SANGKAR 3D PRINTER**

**ANET A8**

**(SKRIPSI)**

**Disusun Oleh :**

**Gilang Farhandhika Utama**

**1855021003**



**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2023**

## **ABSTRAK**

### **UJI KETELITIAN CETAK PRODUK BUJUR SANGKAR 3D PRINTER**

**ANET A8**

**Oleh**

**Gilang farhandhika utama**

Printer 3D di Indonesia mulai digemari di dalam dunia industri Indonesia, karena dengan menggunakan printer 3D pembuatan *prototype* yang biasanya memakan waktu yang lama dapat dibuat dalam waktu yang lebih singkat. Namun di Indonesia sendiri masih minim sekali informasi tentang hasil dari proses 3D printing seperti berapakah kekuatan benda yang dihasilkan dari proses tersebut, keakurasiannya, dan lain-lain. Informasi seperti itu sangatlah penting untuk diketahui, agar *prototype* yang akan dibuat sesuai dengan apa yang diharapkan. Pada penelitian kali ini penulis membuat produk berbentuk bujur sangkar dikarenakan bentuk dari bujur sangkar sendiri memiliki dimensi yang cukup banyak. Maka dari itu penulis membuat produk berbentuk bujur sangkar untuk mendapatkan dimensi yang cukup banyak.

**Kata Kunci:** 3D Printer, Bujur sangkar, *prototype*

***ABSTRACT***

***PRINTING ACCURACY TEST OF 3D PRINTER SQUARE PRODUCTS  
ANET A8***

***By***

**Gilang Farhandhika Utama**

**3D printers in Indonesia are starting to be popular in the Indonesian industrial world, because by using a 3D printer, prototyping, which usually takes a long time, can be made in a shorter time. However, in Indonesia, there is very little information about the results of the 3D printing process, such as the strength of the objects produced by the process, their accuracy, and so on. Information like that is very important to know, so that the prototype that will be made is in accordance with what is expected. In this study, the authors made a square-shaped product because the shape of the square itself has quite a lot of dimensions. Therefore the author makes a square-shaped product to get a lot of dimensions.**

***Keywords:*** 3D Printer, Square, prototype

**UJI KETELITIAN CETAK PRODUK BUJUR SANGKAR 3D PRINTER**

**ANET A8**

**Oleh**

**Gilang Farhandhika Utama**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Judul Skripsi : **UJI KETELITIAN CETAK PRODUK  
BUJUR SANGKAR 3D PRINTER ANET A8**

Nama Mahasiswa : *Gilang Farhandhika Utama*

Nomor Pokok Mahasiswa : **1855021003**

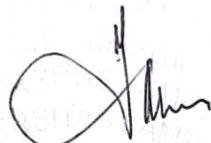
Jurusan : **Teknik Mesin**

Fakultas : **Teknik**



Komisi Pembimbing 1

Komisi Pembimbing 2



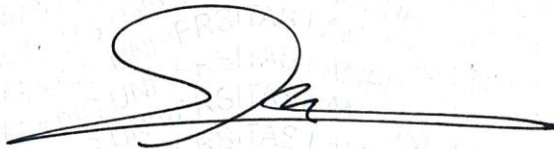
**Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, M.T.**  
NIP. 196405062000031001



**Achmad Yahya TP, S.T., M.T.**  
NIP. 198002052005011002

Ketua Jurusan  
Teknik Mesin

Ketua Program Studi S1  
Teknik Mesin



**Dr. Amrul, S.T., M.T., Ph.D**  
NIP. 19710331199903100



**Novri Tanti, S.T., M.T.**  
NIP. 197011041997031002

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

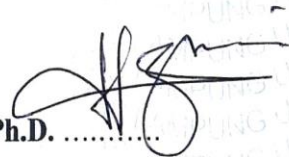
Ketua Penguji : **Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, M.T**



Anggota Penguji : **Achmad Yahya TP, S.T., M.T.**



Penguji Utama : **Gusri Akhyar Ibrahim, S. T., M. T., Ph.D.** .....



2. Dekan Fakultas Teknik



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**

NIP. 197509282001121002

Tanggal lulus ujian skripsi: **16 Januari 2023**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain. Sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebut dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 7 Januari 2023



Gilang Farnandhika Utama  
1855021003

17/02/2023 12:50

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Lampung pada tanggal 3 Juni 2000, yang merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Kalimo dan Ibu Nur Sa'adah. Penulis memulai pendidikan pertama kali di Taman Kanak-kanak (TK) Pembina dan menyelesaikannya pada tahun 2006, lalu menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 3 Way Urang pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Kalianda dan menyelesaikannya pada tahun 2015. Selanjutnya penulis menyelesaikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Kalianda pada tahun 2018.

Selanjutnya pada tahun 2018 penulis tercatat sebagai mahasiswa Universitas Lampung pada Fakultas Teknik yang diterima melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SMMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin sebagai anggota Kaderisasi pada tahun 2019. Pada tahun 2020, penulis aktif dalam kegiatan Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin sebagai anggota divisi Minat dan Bakat dan juga penulis aktif dalam kegiatan sosial di daerah asalnya dan termasuk dalam anggota Himpunan Mahasiswa Unila Kalianda. Pada tahun 2021 penulis melakukan kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT. Suri Tani Pemuka Unit Lampung dalam satuan kerja Produksi dengan judul “Efisiensi *Thermal Mesin Dryer* di PT. Suri Tani Pemuka Unit Lampung”. Kemudian penulis melakukan penelitian yang berjudul “Uji Ketelitian Cetak Produk Bujur Sangkar 3D Printer Anet A8” dimana dilakukannya penelitian ini untuk menyelesaikan tugas akhir di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik.



## MOTTO

**“Usaha dan keberanian tidak cukup tanpa adanya tujuan dan arah perencanaan”**

(Jhon F. Kennedy)

**“Dunia itu tempat berjuang, istirahat itu di surga”**

(Syekh Ali Jaber)

**“*Menjadi Kaya*”**

(Dewi Yuliana)

**“ORANG YANG MERAH KESUKSESAN TIDAK SELALU ORANG YANG PINTAR. ORANG YANG SELALU MERAH KESUKSESAN ADALAH ORANG YANG GIGIH DAN PANTANG MENYERAH”**

(Susi Pudjiastuti)

**“Saya hanya sekedar tumpukan sampah apabila tanpa do’a dan sosok ibu dalam hidup saya”**

(Gilang Farhandhika Utama)

## **PERSEMBAHAN**

Dengan Penuh Rasa Syukur Kepada Allah Subhanahu wa ta'ala,  
karya ini

dipersembahkan kepada :

### **Kedua Orang Tuaku**

Bapak dan Ibu

Terimakasih untuk segala do'a dan usaha yang selalu diberikan  
demi kesuksesan putranya hingga mampu menyelesaikan  
pendidikan di tingkat Universitas sebagai Sarjana Teknik Mesin

### **Dewi Yuliana Indriyati**

Terimakasih atas segala dukungan, motivasi serta saran yang  
telah diberikan sehingga dapat tetap bertahan dalam keadaan  
suka maupun duka

**Bapak H Drs. Kalimo, M.M., Ibu Hj Nur Sa'adah, S. Pd., Calon  
istriku Dewi Yuliana Indriyati, Keluarga Besar dan Teman-  
Teman kosan bli Made Gita**

Terimakasih atas segala dukungan yang telah diberikan.

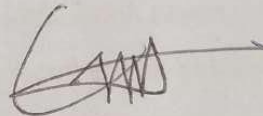
Almamater Tercinta

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kupanjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya dan kesehatan yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Uji Ketelitian Cetak Produk Bujur Sangkar 3D Printer Anet A8”. Tujuan dari penulisan skripsi ini yaitu sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar S1 dan untuk melatih mahasiswa dalam berfikir cerdas dan kreatif dalam menulis karya ilmiah. Penulis menyadari masih ada banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis meminta kritik dan saran yang dapat membangun dalam pembuatan skripsi ini.

Penulis



Gilang Farhandhika Utama

17/02/2023 12:50

## SANWACANA

Assalamu'alaikum wr wb, puji dan syukur penulis ucapkan keharidat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala rahmat dan karunia yang telah dilimpahkanNya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan mempersembahkan judul "Uji Ketelitian Cetak Produk Bujur Sangkar 3D Printer Anet A8" dengan sebaik-baiknya, sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas semua bimbingan, motivasi dan bantuan baik moral maupun materi oleh banyak pihak, untuk itu dengan segala ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih antara lain kepada:

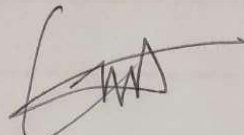
1. Bapak tercinta H Drs. Kalimo, M.M. dan Ibu tercinta Hj Nur Sa'adah, S. Pd. atas segala nasehat yang telah diberikan, atas semua kasih sayang yang tulus, atas segala pengorbanan dan perjuangan untuk memberikan pendidikan yang terbaik untuk anak anaknya, serta air mata do'a yang tulus yang terus menerus mengalir untuk mendo'akan anak-anaknya.
2. Adikku tercinta Dwi Salsabillah Syafiah yang selalu memberikan do'a dalam setiap langkahku.
3. Terimakasih kepada mbah kakung dan mbah putri atas doa nya.
4. Cintaku Dewi Yuliana Indriyati yang selalu memberikan yang terbaik untukku, selalu menemani penulis suka maupun duka dan juga selalu menemani dan membantu dalam menyusun kata kata bijak. Terimakasih sudah menjadi manusia yang paling berharga dalam hidupku dari penulis menyusun laporan KP hingga lulus.
5. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T.,M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Amrul, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
7. Ibu Novri Tanti, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Lampung.

8. Bapak Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, M.T. selaku dosen pembimbing utama tugas akhir ini, yang banyak memberikan waktu, arahan, semangat, serta motivasi bagi penulis.
9. Bapak Achmad Yahya TP, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua Tugas Akhir yang telah memberikan ide, arahan dan juga waktu bagi penulis.
10. Bapak Ir. Gusri Akhyar Ibrahim, S.T., M.T., Ph.D. sebagai pembahas Tugas Akhir yang memberikan kritik dan saran yang sangat bermanfaat bagi penulis.
11. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung berkat ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan kepada penulis selama menjalani masa studi diperkuliahan.
12. Staf akademik serta Asisten Laboratorium yang telah banyak membantu kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Keluarga besar Hi Indian Ratu Latifah yang memberikan dukungan moril dan materil.
14. Sahabatku Sahid, Rizky Ramadhan, Rizqy, Made Gita, David, Jonathan Tebu yang telah memberikan dukungan, dan berbagi ilmu dalam penyelesaian skripsi ini.
15. *Black Cobra* family yang memberikan motivasi serta menemani suka maupun duka.
16. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (Himatem).
17. Rekan-rekan penelitian Lab. Produksi Teknik yang telah membantu dan berbagi ilmu dalam penyelesaian Tugas Akhir.
18. Seluruh rekan-rekan Teknik Mesin angkatan 2018 Universitas Lampung.
19. Dan untuk seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
20. Penulis yang telah banyak memberikan waktu sehingga selesainya penulisan laporan ini.

Penulis menyadari dalam penyajian laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran membangun sangat diharapkan guna perbaikan kedepannya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, 16 Januari 2023

Penulis,



Gilang Farhandhika Utama  
NPM. 1855021003

17/02/2023 12:51

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>MENGESAHKAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RIWATAR HIDUP</b> .....	<b>viii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>ix</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xx</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4

<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Mesin 3D Printer .....	5
2.2 Parameter Pada Percetakan 3D .....	9
2.3 Filament .....	10
2.4 Akurasi Dimensi .....	15
2.5 Aplikasi Mesin Cetak 3D.....	16
2.6 Komponen Komponen Pada 3D Printer Anet A8.....	19
2.7 Pengujian Jalan 3D Printer .....	25
2.8 Performa Hasil 3D Printer .....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	29
3.2 Alat dan Bahan .....	30
3.3 Alur Penelitian .....	32
3.4 Desain Dimensi Penelitian .....	34
3.5 Prosedur Penelitian .....	35
3.6 Material dan Pengukuran Spesimen .....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
4.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	36
4.2 Hasil Visual Cetak 3D Printer .....	38
4.3 Analisa Taguchi .....	51
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>61</b>
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran .....	61



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis Jenis Printer 3D Direct Printer 3D .....	6
Gambar 2.2 Jenis Jenis Printer 3D Binder 3D Printer .....	7
Gambar 2.3 Jenis-jenis Printer 3D <i>Photopolymerization</i> .....	8
Gambar 2.4 Jenis-jenis printer 3D Sintering.....	8
Gambar 2.5 Filament PLA .....	12
Gambar 2.6 Filament ABS.....	14
Gambar 2.7 Persentase Pengaplikasian Mesin Cetak 3D .....	16
Gambar 2.8 Organ Hati yang di Cetak Menggunakan Mesin Cetak 3D.....	17
Gambar 2.9 Produk Prosthesis yang Dibuat Dengan Mesin Cetak 3D.....	17
Gambar 2.10 Duplikasi Gigi dengan Mesin Cetak 3D .....	18
Gambar 2.11 Komponen Mesin Cetak 3D Printer Anet A8 .....	18
Gambar 2.12 <i>Printer Bed</i> .....	19
Gambar 2.13 <i>Extruder</i> .....	20
Gambar 2.14 <i>Nozzle</i> .....	21
Gambar 2.15 <i>Motor Stepper</i> .....	21
Gambar 2.16 Rangka Mesin Cetak 3D .....	22
Gambar 2.17 Pengontrol Kerja Mesin Cetak 3D .....	23
Gambar 2.18 Model Mekanisme Perpindahan Mesin Cetak 3D.....	23
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> .....	29
Gambar 3.2 Desain bujur sangkar .....	30
Gambar 3.3 Sketsa Objek Cetak .....	35

Gambar 4.1 Desain bujur sangkar .....	37
Gambar 4.2 Plot Pengukuran Terhadap Gambar Bujur Sangkar Bagian Bawah Dan Atas Spesimen A Dari Tabel 4.2 .....	45
Gambar 4.3 Plot Pengukuran Terhadap Gambar Ketebalan Spesimen A Dari Tabel 4.2.....	45
Gambar 4.4 Plot Pengukuran Terhadap Gambar Bujur Sangkar Bagian Bawah Dan Atas Spesimen E Dari Tabel 4.6 .....	46
Gambar 4.5 Plot Pengukuran Terhadap Gambar Ketebalan Spesimen E Dari Tabel 4.6.....	46
Gambar 4.6 Plot Pengukuran Terhadap Gambar Bujur Sangkar Bagian Bawah Dan Atas Spesimen I Dari Tabel 4.10.....	47
Gambar 4.7 Plot Pengukuran Terhadap Gambar Ketebalan Spesimen I Dari Tabel 4.10.....	47
Gambar 4.8 Grafik <i>S/N Ratio</i> Bujur Sangkar Bagian Bawah.....	53
Gambar 4.9 Grafik Rata-Rata <i>S/N Ratio</i> Bujur Sangkar Bagian Atas.....	55
Gambar 4.10 <i>S/N</i> Grafik <i>S/N Ratio</i> Bujur Sangkar Bagian Tebal.....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian .....	27
Tabel 3.2 Variasi Parameter Penelitian .....	31
Tabel 3.3 Data Pengukuran Spesimen .....	35
Tabel 3.4. Data Deviasi .....	35
Tabel 4.1. Notasi Gambar Sketsa .....	36
Tabel 4.2 Pengukuran Spesimen A. ....	39
Tabel 4.3 Pengukuran Spesimen B. ....	40
Tabel 4.4 Pengukuran Spesimen C .....	41
Tabel 4.5 Pengukuran Spesimen D .....	41
Tabel 4.6 Pengukuran Spesimen E.....	42
Tabel 4.7 Pengukuran Spesimen F.....	42
Tabel 4.8 Pengukuran Spesimen G .....	43
Tabel 4.9 Pengukuran Spesimen H.....	44
Tabel 4.10 Pengukuran Spesimen I.....	44
Tabel 4.11 Deviasi Dimensi 50 Kali Pembesaran Menggunakan <i>Profile projector</i> .....	47
Tabel 4.12 Persentase Deviasi 50 Kali Pembesaran .....	50
Tabel 4.13 S/N Ratio Dimensi Bujur Sangkar Bagian Bawah.....	52
Tabel 4.14 Varians ANOVA.....	53
Tabel 4.15 S/N Ratio Dimensi Bujur Sangkar Bagian Atas. ....	54
Tabel 4.16 Varians ANOVA.....	55
Tabel 4.17 S/N Ratio Dimensi Bujur Sangkar Bagian Tebal.....	56
Tabel 4.18 Varians ANOVA.....	58

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri Indonesia 3D Printer sudah mulai digemari, karena dengan memakai printer 3D pembuatan *prototype* yang biasanya menggunakan waktu yang lama dapat dibuat dalam waktu yang lebih singkat. Namun di Indonesia sendiri masih minim sekali informasi tentang hasil dari proses 3D printing seperti berapakah kekuatan benda yang didapatkan dari proses tersebut, keakurasiannya, dan lain lain. Informasi seperti itu sangatlah penting untuk dipahami, agar *prototype* yang akan di buat sesuai dengan apa yang diharapkan. 3D Printer adalah salah satu terobosan inovasi terbaru dalam dunia teknologi sesuai dengan era industri 4.0. Menurut (More, 2013) telah melakukan penelitian, mengatakan bahwa 3D Printer adalah sebuah alat fabrikasi komputer desktop atau manufaktur aditif yang dipakai untuk proses *prototyping* dimana membuat benda nyata dari desain 3D. Teknologi yang umum dipakai dalam 3D Printer adalah *Selective Laser Sintering* (SLS) dan *Fused Deposition Modeling* (FDM). (Al-Maliki, 2015).

Metode yang dipakai penulis, kali ini pada proses 3D printing adalah metode *fused deposition modeling* (FDM). Metode ini bekerja dengan cara mengekstrusi material filamen yang telah meleleh melewati temperatur rekristalisasinya melalui sebuah *nozzle*, lalu produk akan terbentuk secara lapis demi lapis yang dibentuk melalui gerakan relatif dari meja mesin atau *bed*. Metode FDM begitu populer dipakai karena metode ini mudah untuk dipakai, biaya operasional rendah dan ramah lingkungan untuk produk-produk *prototyping* sebagai proses manufaktur dalam aplikasi industri. Pembuatan sebuah *prototype* dengan memakai sebuah mesin printer 3D diawali dengan membuat sebuah desainnya terlebih dahulu dengan memakai *Software* desain seperti *solidwork*, autocad, 3D

max dan lain lain. Lalu hasil desain dari *Software* yang dipakai tersebut diubah ke dalam idea Maker untuk dibesarkan atau dikecilkan ukurannya sesuai dengan yang dibutuhkan. Lalu diubah kembali kedalam *Software* printer 3d, dimana bentuk file yang dapat dipakai di dalam *Software* 3D printer adalah STL (*StereoLithography*). Lalu file tersebut dapat diubah dari 2 dimensi menjadi 3 dimensi.

Karakteristik komponen yang didapatkan memakai metode FDM (*fused deposition modeling*) atau metode yang bekerja dengan cara mengekstrusi material filamen yang telah meleleh melewati temperatur rekristalisasinya melalui sebuah *nozzle*, lalu produk akan terbentuk secara lapis demi lapis yang dibentuk melalui gerakan relatif dari meja mesin ialah mempunyai kekuatan yang tinggi, presisi yang relatif baik, tidak membutuhkan finishing setelahnya serta dapat menghemat bahan baku karena tidak ada residu yang didapatkan. (Srivatsan, 2016). Proses dan kinerja dari 3D printer sendiri bergantung pada berbagai parameter yang penting seperti waktu pembuatan, akurasi dimensi, kualitas permukaan, dan karakteristik mekanis dari bagian yang dibuat. *Layer* yang terbentuk pada saat proses pencetakan berlangsung juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kecepatan gerak printer (*print speed*) yang berfungsi sebagai pengatur dalam membuat pola, faktor *layer height* sebagai pengatur ketebalan dari setiap *layer*, dan faktor *printing temperature*. (Ivandiaz, 2020).

Untuk kesulitan dalam membuat bentuk bujur sangkar sendiri ialah dalam membentuk sudut pada produk yang akan dicetak. Lalu sampai saat ini informasi mengenai hasil akhir dari cetak 3D printer seperti nilai keakurasian dari benda kerja yang didapatkan dan nilai lainnya yang masih terbilang sangat minim. Padahal informasi informasi tersebut sangat penting untuk dipahami. Oleh karena itu perlu dilakukannya uji performansi hasil cetak 3D Printer memakai *profile projector*, penulis juga memakai metode Taguchi dan juga memakai stasitik ANOVA agar mengetahui apakah hasil cetak tersebut sempurna atau tidak, bisa melihat nilai dari keakurasiannya dan juga hasil dimensi untuk membandingkan dimensi langsung dengan dimensi pada gambar.

Pada penelitian kali ini penulis membuat produk berbentuk bujur sangkar dikarenakan bentuk dari bujur sangkar sendiri mempunyai dimensi yang cukup banyak. Maka dari itu penulis membuat produk berbentuk bujur sangkar untuk memperoleh dimensi yang cukup banyak.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hubungan faktor faktor *infill print speed*, *layer height* dan *layer speed* dengan keakurasian bentuk dan dimensi sehingga memperoleh hasil yang optimasi saat melihat melalui *profile projector*?
2. Apa yang dapat mempengaruhi hasil cetak produk 3D Printer Anet A8?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui kemampuan kerja dari 3D Printer Anet A8 dalam membuat produk berbentuk bujur sangkar dengan faktor faktor *infill print speed*, *layer height* dan *layer speed* agar memperoleh hasil yang optimal.
2. Mengetahui bahwa parameter yang mempengaruhi hasil cetak produk 3D Printer Anet A8.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitiannya ini ialah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui performansi kerja mesin 3D Printer Anet A8 dalam membuat produk berbentuk bujur sangkar.
2. Dapat mengetahui parameter mesin 3D printer Anet A8 dalam membuat produk.

## 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah ini ialah sebagai berikut:

1. Temperature maximal di *extruder* ialah 260 °C.
2. Temperature maximal pada *bed* ialah 110 °C.
3. Untuk dimensi sendiri tinggi maximal yang bisa diproduksi pada 3D Printer Anet A8 ialah 29,5 cm lalu untuk panjang dan lebarnya sendiri ialah masing masing 22 x 22 cm.

## 1.6 Sistematika

Adapun sistematika penulisan dari penelitian ini adalah:

### I. Pendahuluan

Pendahuluan yang menjelaskan secara garis besar latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah

### II. Tinjauan Pustaka

Pada bab ini memuat teori mengenai hal-hal yang berkaitan dengan penelitian ialah *infill print speed*, *layer height* dan *layer speed*.

### III. Metodologi Penelitian

Pada bab ini terdiri atas waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, alur penelitian, metode penelitian, desain eksperimen, dan data yang akan diambil.

### IV. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini berisikan data informasi hasil penelitian dan pembahasan.

### V. Simpulan dan Saran

Ingin disampaikan dari penelitian ini.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Mesin 3D Printer

Pencetakan 3D adalah salah satu dari berbagai proses di mana materi bergabung atau dipadatkan di bawah kontrol komputer untuk membuat objek tiga dimensi pembuatan berlapis. Menurut Jacobs, Paul Francis (1992) juga disebut *prototyping* cepat atau manufaktur aditif adalah perkembangan *revolusioner* di bidang proses manufaktur dalam dua dekade terakhir. Tidak seperti material yang dikeluarkan dari stok dalam proses pemesinan, manufaktur berlapis membangun volume padat dari model CAD dengan menambahkan lapisan bahan demi lapis secara berturut-turut. Karena bagian dibuat lapisan demi lapis, membangun orientasi memainkan peran penting dalam proses pembuatan berlapis karena dapat meningkatkan kualitas bagian dalam hal akurasi dan penyelesaian permukaan, mengurangi volume dukungan yang diperlukan, mendukung bidang kontak dan waktu pembangunan. Ini juga mempengaruhi kekuatan bagian dan biaya produksi.

Pada tahun 1984 Charles Hull menciptakan sebuah teori ialah teori *stereolithography* ialah proses pencetakan yang memungkinkan membuat objek 3D yang akan dibuat dari data digital. Teori *stereolithography* populer sampai akhir tahun 1980an. 3D printing adalah bentuk teknologi manufaktur aditif dimana mesin akan membuat benda berbentuk tiga dimensi dengan cara membuat dengan meletakkan lapisan material secara berturut-turut. Mesin Printer 3D juga dikenal sebagai *Additive Manufacturing* (AM), mengacu pada proses yang dipakai untuk membuat objek tiga dimensi dimana lapisan material dibentuk di bawah kendali komputer untuk membuat objek. Benda bisa hampir sama bentuk atau geometri dan biasanya diproduksi dengan memakai data model digital dari

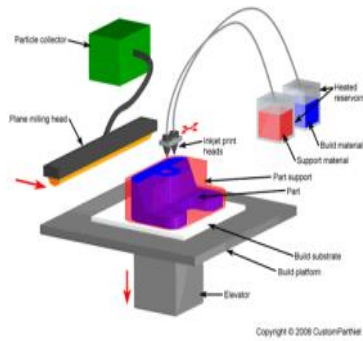


model 3D atau sumber data elektronik lainnya seperti file *Additive Manufacturing File* (AMF).

Pada 3D Printer salah satu jenis file yang sering digunakan dan dapat dibaca adalah *StereoLithography* (STL). Untuk menciptakan sebuah objek membutuhkan model 3D secara digital yang didapatkan dengan memindai satu set model 3D, atau menggambar dengan memakai program 3D desain seperti misalnya program Autocad, 3dMax, SketchUp, Inventor dan lainnya, serta juga dapat dengan men-download dari internet. Dalam sejarahnya 3D Printer pertama yang bekerja dengan baik dibuat pada tahun 1984. 3D Printer sendiri sudah dipakai didunia industri secara luas seperti dalam dunia arsitektur, otomotif, militer, industri, medis, fashion, sistem informasi, geografis sampai *biotech* atau penggantian jaringan tubuh manusia. Dikarnakan pada saat itu teknologi 3D Printer semakin berkembang. Adapun jenis-jenis 3D Printer yang sering dipakai sebagai berikut:

### **2.1.1 Direct and Binder Printer 3D**

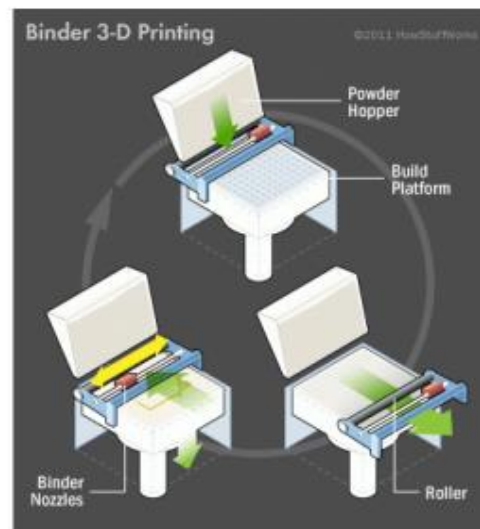
Printer 3D jenis direct mempunyai cara kerja memakai teknologi Inkjet. Pada Printer 2D pun teknologi ini sudah digunakan pada tahun 1960. Meskipun teknologi Inkjet dipakai ke dalam printer 3D cara kerjanya pun hampir mirip ketika dipakai ke dalam printer 2D. Dimana Inkjet bergerak maju mundur sambil mengeluarkan cairan. Dan yang membedakan adalah printer 2D Inkjet hanya bergerak secara horizontal, sedangkan printer 3D Inkjet juga bisa bergerak secara vertikal maupun diagonal sambil mengeluarkan cairan tapi bukan tinta seperti printer 2D melainkan polimer plastik.



Gambar 2.1 Jenis-Jenis Printer 3D Direct Printer 3D

Sumber: (<http://www.insinyoer.com>)

Sedangkan printer 3D jenis binder dalam proses kerjanya sama memakai *nozzle* Inkjet untuk menuangkan cairan dalam membentuk setiap lapisan. Tetapi mempunyai perbedaan dengan jenis lainnya yaitu direct, dimana jenis binder untuk melakukan suatu pencetakan memakai dua bahan terpisah yang berbentuk bubuk kering dan lem cair. Dengan cara kerja, pertama bubuk kering dilakukan penuangan lalu diberilem cair agar terjadi pengikatan, begitupun seterusnya hingga proses selesai.

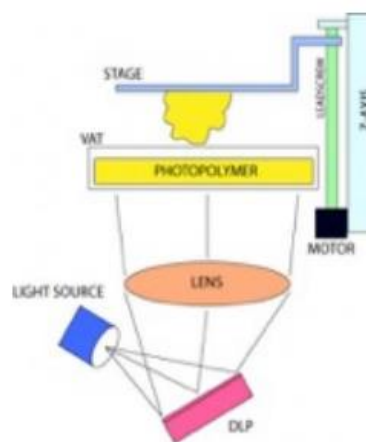


Gambar 2.2 Jenis-Jenis Printer 3D Binder Printer 3D

Sumber: (<http://www.insinyoer.com>)

### 2.1.2 Photopolymerization dan Sintering

*Photopolymerization* jika diamati dari penamaannya berasal dari kata photo yang berarti cahaya dan polimer yang mempunyai arti senyawa kimia plastik. Jadi dapat dikatakan sebagai jenis printer 3D yang mempunyai cara kerja dengan meneteskan cairan plastik lalu diberipenyinaran laser berupa ultraviolet dan selama proses penyinaran ini sanggup merubah cairan menjadi bentuk padat.



Gambar 2.3 Jenis-Jenis Printer 3D *Photopolymerization*

Sumber: (<http://www.insinyoer.com>)

Sedangkan 3D Printer jenis *sintering* dalam proses kerjanya menggunakan partikel padat diberi proses penyinaran. Dan proses semacam ini biasa disebut dengan *Selective laser sintering* (SLS) yaitu proses 3D Printer yang bekerja memakai laser untuk mencairkan bubuk plastik lalu mencair dan membeku kembali membentuk lapisan yang ingin dicetak. Jenis *sintering* sangat kompatibel untuk membuat benda yang berasal dari logam. Karena proses manufaktur pada logam sering membutuhkan cara dari bentuk padat lalu cair kemudian padat kembali. Keuntungan yang didapatkan dari proses *sintering* ialah tingkat presisi yang tinggi (Putra, 2018).



Gambar 2.4 Jenis-Jenis Printer 3D *Sintering*

Sumber: (<http://www.insinyoer.com>)

## 2.2. Parameter Pada Percetakan 3D

Selama proses pencetakan menggunakan 3D Printer, parameter merupakan salah satu referensi yang dipakai untuk mengatur nilai pada mesin untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Pada mesin cetak 3D Printer, parameter dimasukkan melalui perangkat lunak slicer untuk menghasilkan bahasa pemrograman ialah G-code, mesin akan membaca sebagai perintah untuk membuat suatu objek yang sudah ditentukan sebelumnya. Parameter yang terkandung pada mesin cetak 3D Printer ialah sebagai berikut:

1. Tinggi lapisan adalah ketebalan setiap lapisan.
2. Lebar ekstrusi adalah lebar material yang telah diekstraksi melalui *nozzle*. Nilai lebar ekstrusi harus lebih besar dari ketinggian *layer*.
3. Suhu *nozzle* adalah suhu yang berfungsi untuk memanaskan filamen menjadi bahan semi-padat.
4. Pola pengisian adalah pola pengisian inti objek. Mengisi inti objek hanya dapat dilakukan jika kepadatan isi kurang dari 100%. Pola pengisian umumnya *rectangular*, *line* dan *honeycomb*.
5. *Fill density* adalah nilai kerapatan isian pada inti objek. Nilai kerapatan isian berkisar antara 0 sampai 100%.

6. *Bed temperature* adalah suhu yang dipakai pada papan yang berfungsi sebagai tempat meletakkan atau menempelkan bahan yang didapatkan dari ekstrusi atau *extruder*. Papan kontrol motor *stepper*.
7. *Brim width* adalah lapisan yang berfungsi untuk menambah lebih banyak parameter ke lapisan pertama sebagai basis. *Brim width* dipakai untuk memberi lebih banyak area permukaan sehingga objek dapat menempel pada *bed* dan menjaga sudut cetak dari permukaan *bed*.
8. *Speed* adalah kecepatan saat proses membuat suatu objek. Pengaturan kecepatan default mempunyai tiga kecepatan yang harus dipertimbangkan, ialah *default printing speed* (kecepatan pencetakan), *first layer speed* (kecepatan lapisan pertama) dan *infill speed* (kecepatan pengisian). (Marbun, 2020).

### 2.3. Filamen

Menurut Sulayman (2015) teknologi ini diminati dan dipakai secara luas oleh Industri Rekayasa dan Jasa untuk membantu kelancaran dalam membuat produk baru maupun usahanya karna mudah digunakan dalam membuat suatu produk dengan memakai *Rapid Prototyping*. Suatu organisasi atau perguruan tinggi pun harus mempunyai pengetahuan yang baik apabila ingin memanfaatkan keunggulan yang dimiliki oleh teknologi *Rapid Prototyping*, hal ini penting karena dalam rangka meningkatkan daya saing suatu perguruan tinggi dalam teknologi. Salah satu jenis *Rapid Prototyping* yang mudah ditemukan saat ini adalah 3D Printer. 3D Printer bekerja dengan proses kerjanya membuat secara lapis demi lapis dengan mengandalkan komponennya seperti *heater nozzle*. Saat ini belum banyak Perguruan Tinggi yang fasih memanfaatkan keunggulan teknik 3D Printer. Maka dari itu perlu dilakukan suatu penelitian yang berkaitan dengan teknologi tersebut, karena selain untuk kepentingan penelitian juga dapat dipakai untuk meningkatkan kapasitas Laboratorium, khususnya Laboratorium *Computer Aided Design (CAD)*.

Untuk mencetak benda kerja atau spesimen menggunakan 3D Printer diharuskan banyak mengenal tentang jenis-jenis filamen. Banyak jenis filamen yang beredar

saat ini, tetapi bahan yang saling sering dipakai adalah seperti *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) dan *Polylactic Acid* (PLA). Permasalahannya adalah belum dapat menentukan filamen mana yang terbaik untuk dipakai. Sebelum mencetak spesimen menggunakan 3D Printer diharuskan memahami kriteria filamen seperti dari segi tingkat titik leleh, kepresisian ukuran produk, kekuatan tekan dan kekuatan tarik. Untuk memahami filament mana yang sangat kuat terhadap beban bending tersebut ialah dengan cara meneliti 3D Printer untuk mengetahui pengaruh suhu pada *heater nozzle* terhadap kekuatan bending pada hasil 3D printer filamen ABS dan PLA.

### 2.3.1. PLA (*Polylactic Acid*)

Filament *Polylactic Acid* (PLA) adalah termoplastik *biodegradable*, terbuat dari pati jagung. Selain pemakaian untuk filament 3D, PLA juga dipakai sebagai implan medis, kemasan makanan dan peralatan makanan sekali pakai. Keunggulan lebih dari PLA adalah mudah dicetak.

Kelebihan dari filamen PLA juga dapat dipanaskan hingga meleleh pada suhu 120 °C-200 °C tanpa harus memanaskan alas printer *bed* terlebih dahulu. Tetapi disarankan alas printer *bed* mempunyai panas 60 °C. PLA tidak terlalu sensitif terhadap perubahan suhu. Jika beberapa model printer 3D mempunyai desain yang tidak tertutup pada bagian pencetaknya kemungkinan besar pemakaian PLA akan lebih baik. Kekurangan apabila menggunakan filament PLA ialah memiliki sifat lengket dan mengembang saat sedang dipanaskan, karna hal itu dapat menyebabkan penyumbatan pada *nozzle* printer 3D. Kemudian untuk mengatasi masalah tersebut ialah berikan sedikit minyak pada ujung *nozzle*, kemudian baca kembali pengaturan pada setiap petunjuk printer mengenai setting panas dan lainnya, kelebihan dari filamen PLA sendiri yaitu tidak perlu cemas mengenai hasil cetak pada printer *bed* saat dilepaskan hasil cetakaan tersebut tidak akan pecah dan tidak mengalami penyusutan. PLA sedikit lebih rapuh dibandingkan dengan plastik lainnya. Namun jika dijatuhkan dengan sengaja dibebepada bagian saja barulah akan terjadinya retakan, untuk retakan sendiri juga

tergantung desain dan ketebalan dari hasil cetakan tersebut. Kemudian hasil cetakan tersebut akan rusak apabila dilakukannya *stress test* atau sengaja di bengkokkan pada benda hasil printer 3D memakai filamen PLA.

Asap dari proses pencetakan 3D memakai PLA Jika kebetulan mencium aroma asap dari PLA ini kemungkinan anda akan kaget karena aromanya, mungkin ini berkaitan dengan bahan yang terkandung pada filamen PLA ialah dari pati jagung. Filamen PLA adalah bioplastik yang dapat didaur ulang dan pemakaian filamen PLA ini sangat cocok dibentuk sebagai kotak, sebagai hadiah, model figure, bagian-bagian *prototipe*. Pemakaian PLA ini tidak terlalu sensitif dengan suhu ruangan dan tidak larut juga dengan air. Untuk model-model dengan kerumitan atau detail yang lebih tinggi PLA bisa menghandle nya dengan baik walaupun ABS bisa melakukannya akan tetapi, butuh settingan yang sesuai dan temperatur printer yang sesuai. Jika membuat suatu object dengan pemakaian pada suhu lebih dari 60°C dibenturkan atau dijatuhkan maka jangan memakai filament PLA.

Karakteristik secara umum dari PLA adalah tidak beracun, menyempit pada saat dipanaskan sehingga cocok dipakai sebagai bahan pembungkus dapat dipakai untuk aplikasi pencetakan Printer 3D. Namun disisi lain suhu transisi yang relatif rendah menjadikan material ini cocok dipakai untuk aplikasi yang bersentuhan dengan cairan panas yang berlebih. Dengan demikian aplikasi yang cocok dengan PLA adalah dipakai untuk membuat prototipe perangkat medis, yang sangat menarik adalah PLA dapat mengalami degradasi atau pelapukan pada waktu tertentu. Menurut beberapa literature waktu pelapukannya berkisar antara 6 hingga 24 bulan. Dengan kondisi ini, sampah botol yang dibuat dengan PLA akan mengalami pelapukan sehingga menjadi lebih ramah lingkungan.

Kelebihan *Polylactic Acid* (PLA) yang bersifat *biodegradable* dan mempunyai karakteristik yang sangat mirip dengan *polypropylene*,

*polyethylene*, atau *polystyrene* yang bisa diproduksi dari peralatan manufaktur yang sudah ada sehingga bisa menekan biaya produksi. Dengan demikian filamen PLA mempunyai volume produksi yang besar di bidang bioplastik. Suhu cetak umum PLA adalah antara 180 °C hingga 220°C. Bahan ini sedikit fleksibel, namun menghasilkan cangkang luar yang harus dari benda tercetak. PLA lebih disukai untuk membuat benda yang lebih kecil. PLA lebih dipilih untuk dipakai pada bidang pendidikan terutama di sekolah tahap dasar karena aman, tidak mengandung racun dan mempunyai aroma yang wangi sehingga cocok dipakai peserta didik. (Ramadhani, 2019)



Gambar 2.5 Filament PLA (*Polylactic Acid*)

Sumber: (<https://m.made-in-china.com>)

### 2.3.2. ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*)

*Acrylonitrile butadiene styrene* (ABS) adalah terpolimer yang dibuat oleh polimerisasi stirena dan akrilonitril dengan adanya polibutadiena. Proporsi dapat bervariasi dari 15 hingga 35% akrilonitril, 5 hingga 30% butadiena dan 40 hingga 60% stirena. Hasilnya adalah rantai panjang polibutadiena berselang-seling dengan rantai poli (stirena-ko-akrilonitril) yang lebih pendek. Kelompok nitril dari rantai tetangga, menjadi kutub, menarik satu sama lain dan mengikat rantai bersama-sama, membuat ABS lebih kuat dari polistirena murni. *Styrene* memberikan permukaan yang mengkilap dan tahan. Polibutadiena



memberikan ketangguhan bahkan pada suhu rendah. Sifat mekanis yang sangat penting dari ABS adalah ketahanan dan ketangguhan impact. Berbagai modifikasi dapat dilakukan untuk meningkatkan benturan, ketahanan, ketangguhan, dan ketahanan panas. Resistensi dampak dapat diperkuat dengan meningkatkan proporsi polibutadiena dalam kaitannya dengan *styrene* dan juga akrilonitril, meskipun ini menyebabkan perubahan pada properti lainnya. Resistensi dampak tidak jatuh dengan cepat pada suhu yang lebih rendah. Stabilitas di bawah beban sangat baik dengan beban terbatas. Dengan demikian, dengan mengubah proporsi komponennya ABS dapat disiapkan di tempat yang berbeda. Dua kategori utama bisa ABS untuk ekstrusi dan ABS untuk cetak injeksi, lalu resistensi dampak tinggi dan sedang 7 Polimer ABS tahan terhadap asam berair, alkali, asam hidroklorat, fosfat pekat, alkohol, minyak hewani dan nabati. Tetapi polimer ini bengkak oleh asam asetat glasial, karbon tetraklorida dan hidrokarbon aromatik dan diserang oleh asam sulfat pekat dan nitrat.

Mereka larut dalam ester, keton, etilen diklorida dan aseton. Meskipun plastik ABS dipakai sebagian besar untuk tujuan mekanis, plastik ABS juga mempunyai sifat listrik yang cukup konstan pada berbagai frekuensi. Sifat-sifat ini sedikit dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban atmosfer dalam rentang operasi temperatur yang dapat diterima. ABS mudah terbakar ketika terkena suhu tinggi, seperti api kayu. Ini akan meleleh dan lalu mendidih, di mana titik uap meledak menjadi api panas yang intens. Karena ABS murni tidak mengandung halogen, pembakarannya biasanya tidak menghasilkan polutan organik yang persisten dan produk yang sangat beracun dari pembakaran atau pirolisis adalah karbon monoksida dan hidrogen sianida. (Putra, 2019).

ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) mempunyai sifat keuletan yang tinggi, kemampuan proses yang baik dan tahan terhadap beban kejut Akan tetapi kekuatan tarik dari ABS lebih rendah dari PLA dan beberapa termoplastik lain. *Nanocrystalline cellulose* (NCC) mempunyai nilai

kristalinitas tinggi dan karakteristik yang sangat menarik untuk dapat dipakai sebagai bahan penguat dalam komposit. (Pramono, 2020).



Gambar 2.6 Filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)

Sumber: (<https://www.3dfilament.com>)

## 2.4 Akurasi Dimensi

Salah satu masalah dalam proses Pencetakan 3D *Fused Deposition Modeling* (FDM) adalah bahwa filamen plastik yang diekstrusi cenderung menyusut dari platform pencetakan. Karena penyusutan menjadi masalah yang tidak dapat dihindari untuk proses FDM, sulit untuk memperoleh bagian yang sangat akurat dengan pengulangan yang memuaskan. Ketika parameter fabrikasi dioptimalkan, efek penyusutan dapat dikurangi. Penyusutan material biasa terjadi pada termoset dan muncul selama transisi dari cairan ke kondisi padat setelah pencetakan. Ketika bahan PLA menyusut secara seragam, itu hanya akan menjadi sedikit lebih kecil. Namun, ketika bagian dari model yang menyusut, itu akan menjadi masalah besar karena model tersebut akan bengkok. Model yang bengkok akan menekuk dari plat penahan printer, retak atau berubah bentuk. (Apriansyah, 2021).

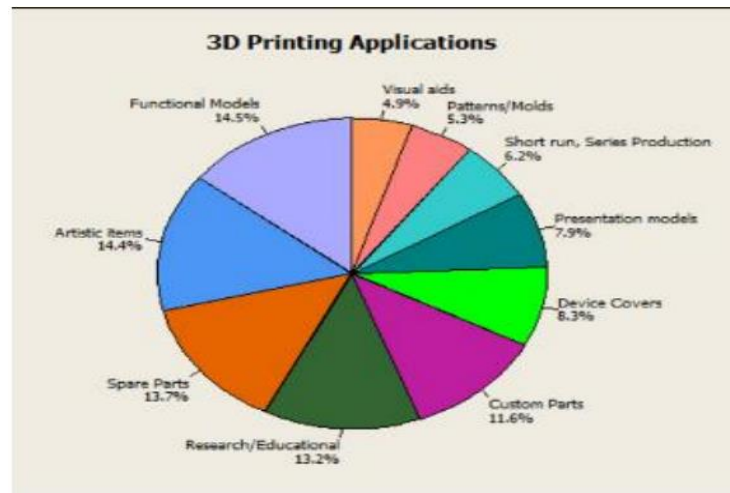
*Additive Manufacturing* adalah teknologi yang memungkinkan pembuatan objek nyata langsung dari model CAD (*Computer Aided Design*). Pembuatan objek

dilakukan dengan secara bertahap dengan menambahkan objek secara lapisan demi lapisan hingga menjadi objek utuh. (Andriansyah, 2018). Teknologi pencetakan 3D Printing banyak dipakai adalah *Fused Deposition Modeling* (FDM) keunggulan teknologi ini ialah mempunyai ketersediaan material yang baik, pergantian filamen yang mudah, biaya perawatan yang rendah dan pengoprasian tanpa pengawasan. (L.M., I. Bodi, 2015). 3D printing FDM dapat membuat berbagai bentuk seperti mangkuk dan cangkir. Namun dalam hal ini mempunyai keterbatasan terkait dengan akurasi dimensional. Akibatnya produk yang didapatkan masih belum sesuai dengan desain yang diinginkan. (Hasdiansah, 2020). Berkenaan dengan kekurangan tersebut untuk mengurangi kesalahan bentuk akibat penyusutan panas pada pembuatan komponen PLA dengan pencetakan 3D berbasis FDM diperlukan parameter proses yang tepat pada 3D printer seperti pengaturan *infill print speed*, *layer height*, dan *layer speed*. Sangat penting untuk memperoleh produk atau cetakan dengan akurasi dimensi yang baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan pengaturan parameter terbaik dan untuk mengevaluasi pengaruh perubahan parameter dalam kesalahan penyusutan bagian 3D *Printing*. Parameter seperti suhu *bed* dan faktor faktor penyusutan perlu dipertimbangkan untuk memperoleh hasil yang akurat. Dapat dilihat bahwa masing-masing parameter dapat menghasilkan nilai yang berbeda dari penyusutan. Namun, selama proses pembuatan, berbagai jenis produk biasanya menghadapi masalah dengan ketebalan yang tidak rata atau desain struktur tertentu, sehingga penyusutan produk tidak merata. Namun jika masih terjadi suatu kekurangan, kemungkinan kekurangan yang terjadi ialah kesesuaian antara model desain dengan objek penelitian atau deviasi. Deviasi yang terjadi pada penelitian ini adalah deviasi panjang dari dimensi bujur sangkar bagian bawah, bujur sangkar bagian atas dan ketebalan yang disebabkan oleh skala serta keterbatasan alat cetak dan juga kurang baiknya model digital.

## 2.5 Aplikasi Mesin Cetak 3D

Aplikasi mesin cetak 3D Printer sudah banyak merambah pada beberapa sektor, antara lain prosthesis, industri dental, kesehatan, aerospace, otomotif, seni, hiburan, konstruksi, perhiasan, fashion, makanan, dan pendidikan. Secara lebih detail dapat digambarkan dalam diagram pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Persentase Pengaplikasian Mesin Cetak 3D

Sumber: (Mpofo, 2014)

### 2.5.1. Kesehatan

Dalam dunia kesehatan, para dokter juga bisa memakai 3D Printer untuk membuat contoh organ tubuh manusia sebagai alat perencanaan pra-operasi ialah untuk mempermudah dalam memvisualisasikan dan merencanakan kerja organ tubuh sebelum operasi sebenarnya.

Selain itu rekayasa jaringan telah menjadi bidang penelitian yang menjanjikan, menawarkan harapan untuk melandasi kesenjangan antara kekurangan organ dan kebutuhan transplantasi. (Ozbolat, 2013). Teknologi 3D Printer dalam bidang kesehatan juga sering disebut *Bioprinting*. Tren di masa yang akan datang, *Bioprinting* ini mengarah pada proses pencetakan suatu sel maupun proses pencetakan dengan biomaterial lainnya. Teknologi *Bioprinting* dalam bidang kesehatan merupakan tantangan tersendiri yang harus terus dikembangkan. Jadi, teknologi *Bioprinting* ini sangat menjanjikan pada proses pembuatan

organ tubuh manusia secara nyata. Walaupun demikian, teknologi ini masih dalam tahap awal dan masih akan terus dikembangkan.



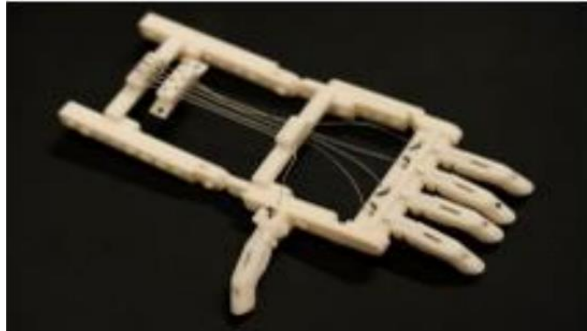
Gambar 2.8 Hasil *3D Printing* Jantung Manusia dengan Bahan Rubber

Sumber: (<https://3dprinting.ft.ugm.ac.id>)

### **2.5.2. *Prosthesis***

*Prosthesis* adalah penggantian suatu bagian tubuh yang hilang dengan perangkat buatan. Karena 3D Printer ini lah perangkat buatan bisa diciptakan. Keberadaan mesin cetak 3D Printer sangat bermanfaat dalam bidang kesehatan.

Mengenai ukuran pada proses pembuatan tubuh diharuskan menyesuaikan ukuran dari tubuh manusia yang akan memakai *prosthesis* sehingga sangat bervariasi. Pembuatan bagian tubuh dengan bantuan mesin cetak 3D Printer dapat dipastikan menggunakan ukuran yang berbeda-beda. Desain bagian tubuh hanya perlu untuk diubah ukurannya dan dilakukan pencetakan ulang.



Gambar 2.9 Produk Prosthesis yang Dibuat dengan Mesin Cetak 3D

Sumber: (Manero, 2019)

### 2.5.3. Industri Dental

3D Printer di dunia kesehatan di aplikasikan salah satunya ialah proses pembuatan gigi tiruan, gigi tiruan merupakan sebagai protesa gigi lepasan yang berguna untuk menggantikan permukaan pengunyahan dan struktur yang terdapat suatu lengkung rahang atas dan rahang bawah. Kesehatan gigi dan mulut sangat penting karna apabila mulut dan gigi mengalami gejala dapat dipastikan akan menurunnya produktivitas mengolah makanan dan nantinya akan menyebabkan sakit di organ lainnya, namun kesehatan dan mulut di Indonesia sendiri perlu diperhatikan.

Berdasarkan data hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2015 memperlihatkan, pada tahun 2010 sebanyak 23,2% penduduk Indonesia mengalami masalah kesehatan gigi dan mulut serta meningkatnya permasalahan tersebut pada tahun 2015 sebanyak 25,9%. Pada tahun 2015 terdapat 31,1% yang menerima perawatan dari perawat gigi, dokter gigi, sementara 68,9% lainnya tidak dilakukannya suatu perawatan. (Rahman, 2016).

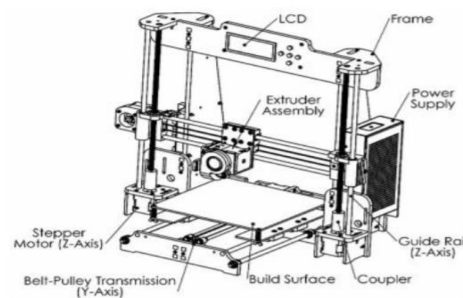


Gambar 2.8 Gigi Tiruan yang di Cetak Memakai Mesin Cetak 3 Dimensi

Sumber: (<https://www.nationalbusinesscapital.com>)

## 2.6. Komponen-komponen pada 3D Printer Anet A8

Komponen-komponen yang dipakai pada 3D Printer Anet A8 ada dua, ialah komponen utama dan pendukung.



Gambar 2.11 Komponen Mesin Cetak 3D Printer Anet A8.

Sumber: (Andriyansyah, 2021)

Berikut komponen-komponen dari mesin 3D Printer Anet A8:

### 2.6.1. Komponen-komponen utama

Adapun komponen-komponen utama pada 3D Printer Anet A8 sebagai berikut:

### 2.6.1.1. *Print bed*

Syarat yang harus dimiliki komponen *print bed* ialah harus mampu menahan beban dari produk dan mampu menahan panas hingga 120 °C. Pada beberapa jenis-jenis filamen membutuhkan panas tinggi untuk *bed* agar produk yang dibuat tetap menempel pada *bed*. *Print bed* adalah sebuah komponen yang berfungsi sebagai pemanas pada sebuah mesin 3D Printer telah dikerjakannya perancangan system control suhu *print bed* pada 3D Printer dengan cara *Auto Tunning* PID. (Zeng, 2019). Berikut foto dari *print bed* terdapat pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 *Printer Bed*

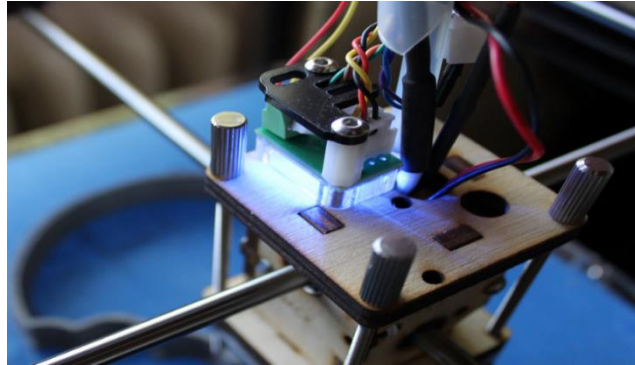
Sumber: (<https://www.matterhackers.com>)

### 2.6.1.2. *Extruder*

Mesin *ekstruder* adalah alat yang sederhana namun mempunyai keunikan tersendiri. Cara kerja dari alat ini adalah memasukkan bahan-bahan mentah yang akan diolah lalu didorong keluar melewati lubang cetakan die-die (Die itu berbentuk piringan atau silinder dengan lubang-lubang cetakan yang terletak pada bagian akhir *ekstrude* dan memiliki fungsi sebagai pencetak bahan atau adonan setelah diolah didalam *extrude*) dalam bentuk yang diinginkan. Panas atau Temperatur dari ekstruder juga memberikan pengaruh terhadap tingkat



elastisitas spesimen dari hasil proses 3D Printer. (Hasdiansah, 2018).



Gambar 2.13 *Extrude*

Sumber: (<https://www.theregreview.org>)

### 2.6.1.3. *Nozzle*

*Nozzle* adalah komponen utama pada mesin cetak 3D. *Nozzle* sendiri berguna untuk melelehkan filamen dan mengarahkan lelehan tersebut untuk membentuk sebuah bidang sesuai dengan desain yang sudah ditentukan. Lelehan yang disebabkan oleh *nozzle* berasal dari suhu panas pada bagian *nozzle* oleh pemanas elektrik. (Saputra, 2019).

Proses kerja *nozzle* ialah *nozzle* akan menjadi panas sehingga dapat melelehkan filamen. *Nozzle* tersebut bergerak secara horizontal, vertikal yang diaturoleh komputer lalu material yang keluar dari *nozzle* akan mengeras dikarenakan suhunya yang sudah turun dan membentuk benda yang diinginkan. (Amrullah, 2018).

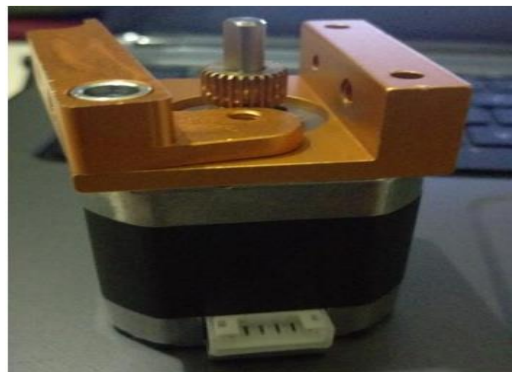


Gambar 2.14 *Nozzle*

Sumber: ([www.bilbyCNC.com.au](http://www.bilbyCNC.com.au))

#### 2.6.1.4. *Motor stepper*

*Motor stepper* dapat berputar dengan sudut step yang bisa bervariasi tergantung motor yang dipakai. Ukuran step dapat berada pada range aplikasi atau kebutuhan yang diinginkan. Menurut F. I. Pasaribu dan I. Roza (2019) Posisi putarannya relatif stabil. Dengan adanya variasi sudut step tersebut akan lebih mempermudah untuk melakukan pengontrolan serta pengontrolannya dapat langsung memakai sinyal digital tanpa perlu memakai rangkaian closed – loop feedback untuk memonitor posisinya. Dengan alasan inilah maka motor stepper banyak dipakai sebagai actuator yang menerapkan rangkaian digital sebagai pengontrol driver ataupun untuk interfacing ke piranti yang berbasis mikroprosesor.

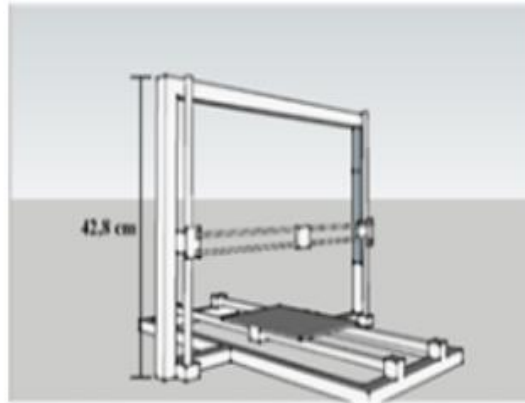


Gambar 2.15 *Motor Stepper*

Sumber: (Lubis, 2020)

#### 2.6.1.5. *Rangka/Frame*

Komponen rangka mempunyai tugas yang sangat penting untuk menggabungkan semua komponen yang dibutuhkan untuk menjadi mesin cetak 3D. Sebagian besar frame terbuat dari bahan aluminium. (Saputra, 2019).



Gambar 2.16 Rangka Mesin Cetak 3D

Sumber: (Saptono, 2020)

## 2.6.2. Komponen-komponen Pendukung

Adapun komponen komponen pendukung pada 3D Printer Anet A8 sebagai berikut:

### 2.6.2.1. *Motherboard*

Diperlukan alat alat yang mampu mengontrol semua komponen mampu bekerja sama dalam waktu yang bersamaan. Dikarnakan Proses kerja dari mesin cetak 3D Printer terdiri dari banyaknya komponen pendukung yang bekerja saling berkaitan satu sama lain. Pengontrol elektronik yang mampu mengontrol kinerja komponen pendukung tersebut ialah memakai arduino. Berikut komponen pengontrol elektronik pada 3D Printer.

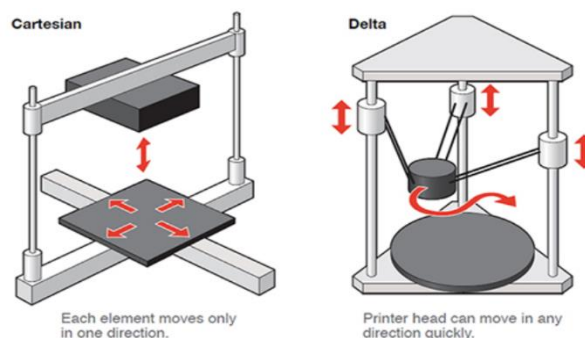


Gambar 2.17 Pengontrol Kerja Mesin Cetak 3D

Sumber: (<http://saifulrahman.lecture.ub.ac.id>)

### 2.6.2.2. Mekanik Pemindah

Cara ini sangat membantu *nozzel* untuk mencapai suatu titik koordinat kartesius yang diminta dari sistem. Dalam mesin cetak 3D Printer terdiri atas dua jenis cara ialah model cartesian dan model delta (Saputra, 2019).



Gambar 2.18 Model Cara Perpindahan Mesin Cetak 3D

Sumber: (<https://pantip.com>)

## 2.7. Pengujian Jalan 3D Printer

Model cetak 3D dapat dibuat dengan bantuan paket desain CAD (*computer aided design*) memakai Autocad dan idea Maker. Pemodelan 3D adalah proses menganalisis dan mengumpulkan data tentang bentuk dan penampilan suatu objek. Berdasarkan data ini, model 3D dari objek yang dipindai dapat diproduksi. Baik kreasi manual dan otomatis dari model cetak 3D sangat sulit bagi konsumen dibuat secara manual.

Sebelum membuat model 3D dari file stl (*StereoLithography*), harus diproses oleh perangkat lunak memakai Slicer yang mengubah model 3D menjadi serangkaian lapisan tipis, dapat mengatur ukuran, parameter dan menghasilkan file kode-G dari file stl (*StereoLithography*) yang berisi instruksi ke printer. Ada beberapa program perangkat lunak slicer yang open source yang ada, termasuk, Slic3r, KISSlicer, Cura dan ideaMaker. Printer 3D mengikuti instruksi G-code untuk meletakkan lapisan berturut-turut dari bahan cair, bubuk, atau lembaran untuk membangun model dari serangkaian penampang model. Lapisan-lapisan ini, yang sesuai dengan penampang virtual dari model CAD, bergabung atau menyatu untuk membuat bentuk akhir model.

Pada aplikasi pengolahan desain menjadi G-code seperti Idea Maker kita dapat mengatur parameter yang akan dipakai pada produk yang akan dicetak, seperti *infill print speed*, *layer height* dan *layer speed*, temperatur *bed* and *extruder*. Setelah pengolahan data desain yang akan dicetak pada aplikasi IdeaMaker lalu mesin 3D printer haruslah di kalibrasi antara *ekstruder* dengan *bed*. Hal ini bertujuan agar tidak terdapat kemiringan pada saat pencetakan produk dan mengurangi kegagalan produksi. Selain itu temperatur yang ada pada *ekstruder* haruslah dicek juga agar tidak terdapat kesalahan yang dapat mengakibatkan filamen tidak dapat meleleh atau mencair. Setelah semua dipastikan tidak ada masalah maka produk yang diinginkan dapat diproduksi atau dicetak. Dalam proses pencetakan perhatikan juga temperatur pada *ekstruder* dan *bed* tidak mengalami penurunan temperatur karena jika hal tersebut terjadi maka proses pencetakan akan gagal karena filamen tidak keluar dari *ekstruder* dan produk tidak menempel sempurna pada *bed*.

Keuntungan utama dari teknik ini adalah kemampuannya untuk membuat hampir semua bentuk atau model geometris. Konstruksi model dengan metode yang ada dapat berlangsung mulai dari beberapa jam hingga berhari-hari, tergantung pada metode yang dipakai, parameter, ukuran serta kompleksitas model. Sistem aditif biasanya dapat mengurangi waktu ini menjadi sangat sedikit, sangat bervariasi tergantung pada jenis mesin yang dipakai, ukuran dan jumlah model yang diproduksi.

Meskipun resolusi yang didapatkan printer cukup untuk banyak aplikasi, membuat versi objek yang agak besar dalam resolusi standar dan lalu mengeluarkan material dengan proses resolusi lebih tinggi dapat mencapai presisi yang lebih besar. Teknologi Pabrikan Internasional menunjukkan beberapa teknik fabrikasi tambahan yang mampu memakai banyak material dalam proses pembuatan suatu komponen. (Rusianto, 2019).

## 2.8. Performa Hasil 3D Printer

*Computer Aided Design* (CAD) merupakan suatu perangkat lunak komputer yang dipakai untuk menggambar solid model yang diawali dengan titik, garis, ataupun simbol-simbol yang mempunyai makna tertentu. Hasil dari CAD sendiri dapat berupa gambar 2D atau 3D, selain itu model design yang dibuat biasanya mempunyai properti seperti massa, volume, luas permukaan dan pusat gravitasi. Sehingga CAD sendiri bisa dipastikan dapat terintegrasi dengan perangkat lunak CAE (*Computer Aided Engineering*) dan CAM (*Computer Aided Manufacturing*). Perangkat lunak CAD sendiri yang sering dipakai yaitu seperti Alias, CATIA, Autocad, Autodesk Inventor, Pro/ENGINEER, Parasolid, SolidWork dan Power Shape dan UGS NX. (Seprianto, 2019).

*Rapid Prototyping* merupakan teknik membentuk dan merakit sebuah produk dengan cepat yang memakai metode integrasi antara CAD (*Computer Aided Design*) dan mesin dengan sistem rapid prototyping seperti 3D Printing dan CNC (Rinanto, 2017). Sedangkan menurut Bourel (2009) menjelaskan bahwa *rapid prototyping* merupakan proses pencetakan benda kerja atau spesimen dari data 3D berupa *layer* atau lapisan, sebagai kebalikan dari proses manufaktur ialah mengurangi beberapa material dari beberapa bagian yang tidak diperlukan. Teknologi *Rapid Prototyping* menjadi taknologi yang sangat bernilai untuk manufaktur (Lu, 2015). Salah satu alat atau mesin yang dipakai untuk mengetahui hasil dari produk 3D Printer ialah *Profile Projectore*. Pada penelitian kali ini, penulis memakai *profile projectore* dengan seri PJ3000 bermerk Mutitoyo untuk dipakai sebagai pengujian performansi dengan cara melihat hasil dimensi melewati *profile projectore*. Ketelitian pada *profile projectore* sendiri ialah 1

mikrometer (Gunawan, 2020). Untuk metodenya sendiri yang dipakai penulis ialah hanya melihat dimensi dari hasil 3D Printer memakai *Profile Projectore*.

Perkembangan teknologi FDM (*fused deposition modeling*) 3D Printer memiliki tingkat keakurasian dan kepresisian yang tinggi maka dari itu metode ini menjadi metode yang semakin populer dipakai. Metode ini memiliki prinsip kerja dengan cara mengekstrusi material filamen yang telah meleleh melewati temperatur rekristalisasinya melewati sebuah *nozzle*, lalu produk akan terbentuk secara lapis demi lapis yang dibentuk melewati gerakan relatif dari meja mesin. Metode FDM begitu populer karna memiliki banyak kelebihan seperti mudah untuk dipakai, biaya operasional rendah dan ramah lingkungan untuk produk-produk *prototyping* sebagai proses manufaktur dalam aplikasi industri. Dalam hal ini tingkat keakurasian dan kepresisian dimensi secara signifikan mempengaruhi kualitas produk hasil cetakan 3D printer pada metode FDM (*fused deposition modeling*). Persentase penyimpangan dimensi serta pengaruh parameter proses pada pencetakan spesimen uji adalah faktor utama penyebab dilakukannya penelitian ini. Penentuan parameter proses yang optimal adalah pekerjaan yang sangat menantang karena perbedaan spesifikasi satu pencetakan dengan yang lainnya akan mempengaruhi kombinasi parameter yang optimal (Fabio, 2018). Adapun pengukuran dimensi yang dilakukan adalah mengukur dimensi bujur sangkar bagian bawah, dimensi bujur sangkar bagian atas dan panjang dari bagian ketebalannya dengan faktor *infill print speed*, *layer height* dan *layer speed* sebagai faktor penelitian ini.





3.	Menentukan desain CAD pada aplikasi Idea Maker. Printer.																		
4.	Setting parameter pada Idea Maker.																		
5.	Proses cetak produk 3D Printer.																		
6.	Pengambilan data keakurasian memakai <i>profile projector</i> .																		
7.	Analisis hasil.																		
8.	Penyusunan laporan.																		

### 3.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang di gunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang dipakai pada penelitian ini adalah 3D Printer Anet A8, *profile projector* dan komputer. Adapun spesifikasi dari 3D Printer Anet A8 sebagai berikut:

- Volume Cetak = 220 x 220 x 295 mm
- Ukuran Mesin = 486 x 428 x 441 mm
- Ukuran Kemasan = 540 x 375 x 135 mm
- Layer Thickness = 0.1-0.3mm
- Display = 2, 8inch LCD
- Power Supply = 24V AC Adapter
- Slicing Software = Cura / idea Maker
- Convertible File Format = STL/OBJ
- Printable File Format = Gcode
- Data Connection = USB atau SD Card
- Printable Material = PLA

Adapun spesifikasi dari *profile projector* terdapat pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Spesifikasi *profile projector*

Busur Derajat layar	Diameter Efektif	12, 4" / 315 mm
	Bahan Layar	Fine Group Glass atau Kaca Tanah Halus
	Tampilan Sudut LED	Resolusi 1° atau 0, 01° (dapat dialihkan), rentang 360°
Lensa Proyeksi	Standar Set Nol 10X (172-120)	
Akurasi Pembesaran	Penerangan Kontur	±0.1% atau kurang
	Penerangan Permukaan	±0.15% atau kurang
Kontur Penerangan	Sumber Cahaya	Bohlam Hologen (24V, 150W)
	Sumber Optik	Sistem Telesentrik
	Fungsi	Sakelar kecerahan 2 tahap, filter penyerap panas
Penerangan Permukaan	Sistem Cahaya	Bohlam Hologen (24V, 150W)
	Sistem Optik	Penerangan vertikal dengan cermin setengah refleksi

### 3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah filament PLA (*Polylactic Acid*). Adapun sifat fisik bahan sebagai berikut:

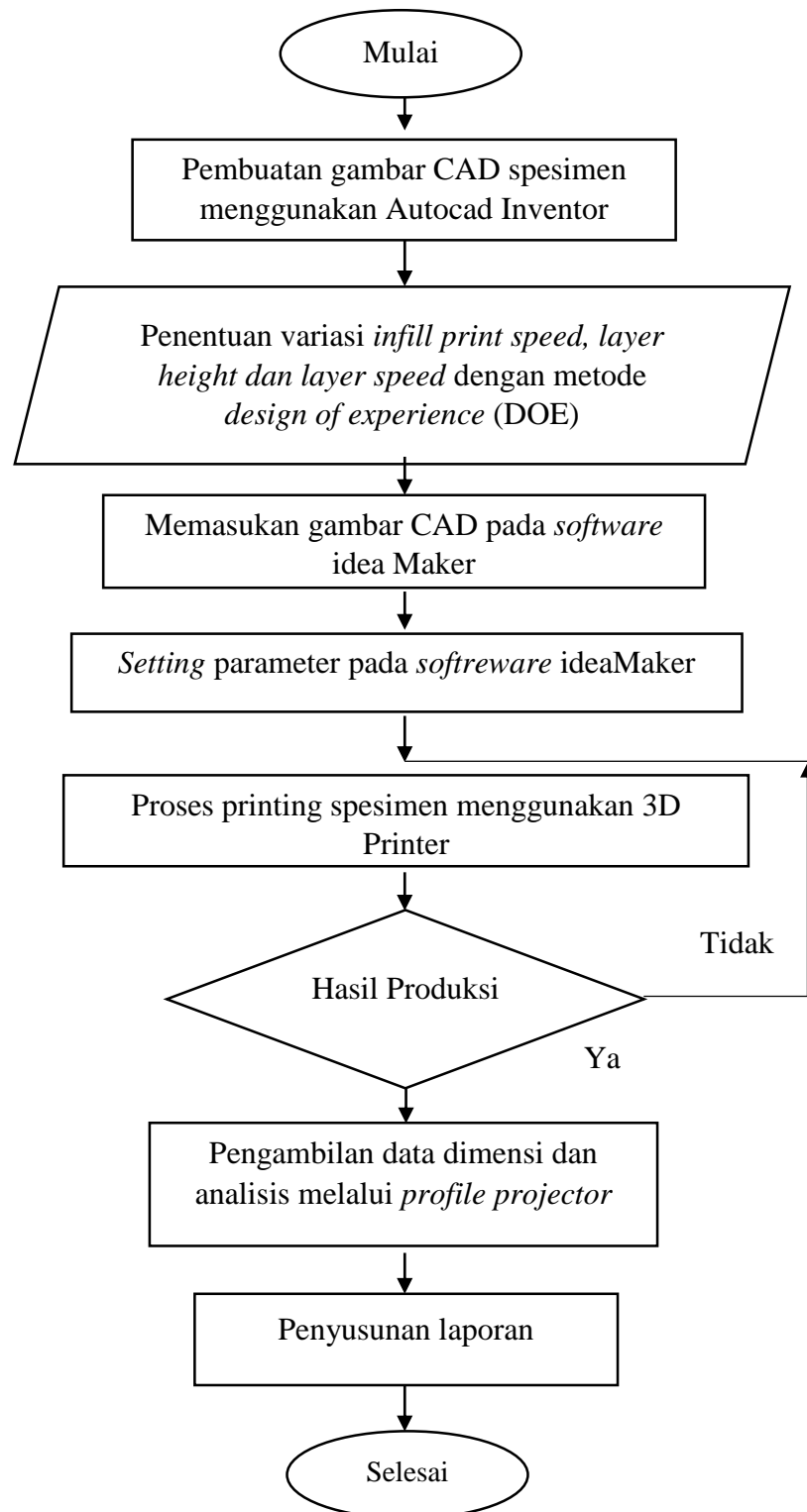
- Filament PLA sendiri mudah dipakai dengan kekuatan yang lebih tinggi dari pada ABS.
- Filament PLA sendiri bisa dipakai dengan suhu rendah dan juga filament yang mudah dipakai untuk membuat suatu desain.

- Namun dengan titik lelehnya yang rendah juga menyebabkan ia kehilangan hampir semua kekuatan dan kekakuan pada suhu di atas 50°C.

Adapun sifat sifat kimia yang terdapat pada bahan, ialah *Carbon Nano Tube*. *Carbon Nano Tube* adalah senyawa karbon yang berukuran nanometer. Bahan ini mempunyai sifat fisis dan mekanik yang tidak biasa, diantaranya adalah memiliki stabilitas termal dan listrik yang baik, serta mempunyai kekuatan yang tinggi melebihi kekuatan dari baja karbon. Dari sifat yang dimiliki tersebut, CNT dapat diaplikasikan menjadi struktur penguat bagi polimer PLA. Tambahan CNT pada PLA dapat menunjukkan peningkatan bahan properti, stabilitas termal dan elektrik yang baik.

### **3.3. Alur Penelitian**

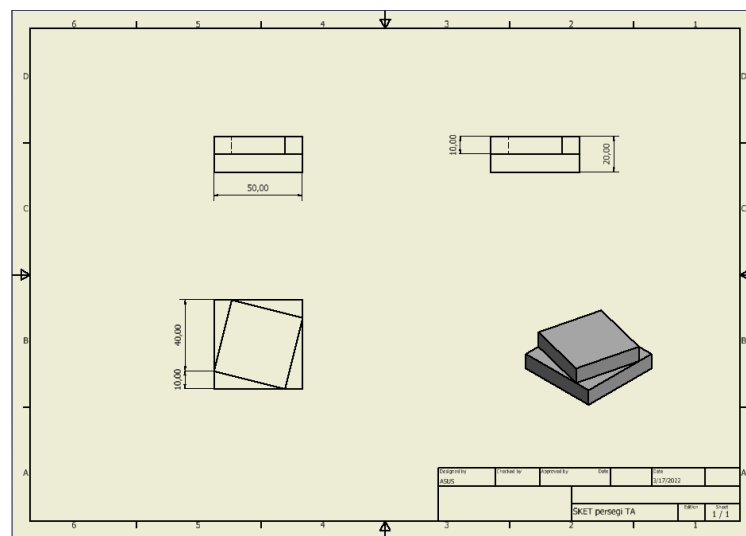
Secara garis besar, alur pelaksanaan penelitian yang dilakukan oleh penulis, ditunjukkan pada *flowchart* berikut ini.



Gambar 3.1 Flowchart

### 3.4. Desain Dimensi Penelitian

Dalam penelitian ini memakai desain produk berbentuk bujur sangkar dengan panjang dan lebar dimensi bujur sangkar bagian bawah sebesar 50 x 50 mm, lalu panjang dan lebar dimensi bujur sangkar bagian atas sebesar 40 x 40 mm, lalu dari tinggi dimensi ketebalam sebesar 20 mm. adapun disain bujur sangkar pada tabel 3.2.



Gambar 3.2 Desain bujur sangkar

Selain itu adapun variasi parameter yang dipakai dalam penelitian ini berupa *layer height*, *infill speed* dan *layer speed*. Berikut adalah tabel variasi yang dipakai dalam penelitian.

Spesimen mempunyai karakteristik geometri yang ideal apabila spesimen tersebut mempunyai ukuran yang teliti, bentuk yang sempurna dan permukaan yang halus. *Fused deposition modeling* (FDM) dapat membuat filamen fleksibel. Dari permasalahan tersebut, diperlukan penelitian untuk memperoleh pengaturan parameter proses yang optimal pada mesin printer 3D Printer untuk memperoleh akurasi dimensi, dari penelitian tersebut didapatkan hasil yang optimal. Adapun variasi parameter yang dipakai untuk memperoleh hasil yang optimal terdapat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Variasi Parameter Penelitian

Nama spesimen	<i>Layer height</i> (mm)	<i>Infill speed</i> (mm/s)	<i>Layer speed</i> (mm/s)
A	0,1000	70	40
B	0,1000	60	30
C	0,1000	50	20
D	0,2000	70	30
E	0,2000	60	20
F	0,2000	50	40
G	0,3000	70	20
H	0,3000	60	40
I	0,3000	50	30

### 3.5. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pertama melakukan perancangan desain berbentuk bujur sangkar dengan panjang dan lebar dimensi bujur sangkar bagian bawah sebesar 50 x 50 mm, lalu panjang dan lebar dimensi bujur sangkar bagian atas sebesar 40 x 40 mm, lalu dari tinggi dimensi ketebalam sebesar 20 mm memakai aplikasi Autocad Inventor.
2. Lalu setelah melakukan pembuatan desain, simpan desain dengan memakai format stl (*StereoLithography*).
3. Setelah itu melakukan edit parameter 3D printer memakai aplikasi IdeaMaker.
4. Lalu edit parameter memakai aplikasi IdeaMaker pada menu *starts slicing* lalu klik setting.
5. Edit parameter yang akan dipakai ialah *layer height*, *infil speed* dan *layer speed* sesuai dengan yang ditentukan.
6. Lalu edit parameter sesuai yang ditentukan untuk spesimen 1 dengan *layer height* sebesar 0,1000 mm, *infill speed* sebesar 70 mm/s dan *layer speed* sebesar 40 mm/s. Lalu untuk spesimen 2 dengan *layer height* sebesar 0,2000 mm, *infill speed* sebesar 60 mm/s dan *layer speed* sebesar 30 mm/s. Lalu

untuk spesimen 3 dengan *layer height* sebesar 0,3000 mm, *infill speed* sebesar 50 mm/s dan *layer speed* sebesar 20 mm/s.

7. Setelah semua parameter di edit sesuai dengan ketentuan lalu di save.
8. Lalu pindahkan file tersebut ke dalam SD Card untuk selanjutnya dilakukan proses printing.
9. Lalu lakukan proses printing dengan menghidupkan mesin 3D Printing Anet A8.
10. Untuk melakukan printing mula-mula cek kalibrasi sumbu-sumbu pada mesin 3D Printing dengan memilih menu setting lalu klik *manual home*. Lalu pilih menu SD Card lalu pilih menu print lalu pilih file yang akan dilakukan printing.
11. Lalu tunggu proses printing sampai selesai.
12. Lakukan langkah 10 sampai 11 untuk printing spesimen lainnya.
13. Setelah semua spesimen selesai dicetak lakukan pengecekan ukuran dan dimensi memakai *profile projector*.
14. Pasang spesimen pada meja pemegang benda kerja didepan lampu *house assembly*, kencangkan hingga tidak goyang.
15. Nyalakan *profile projector* dengan menyalakan 3 switch pada *profile projector* ialah *switch angle vernier*, *switch* lampu utama dan *switch* lampu sorot flexible.
16. Pastikan agar spesimen tersebut tegak lurus, setelah itu mengarahkan ujung sumbu y pada ujung spesimen memakai eretan. Setelah dipastikan ujung sumbu y mengenai ujung spesimen lalu kita dapat menekan tombol *Zero* pada *profile projector*, setelah itu eretan sumbu y diputar hingga terkena ujung spesimen lain. Setelah itu maka didapatkan nilai dimensi antara titik satu dengan titik lainya dari bagian panjang, lebar dan tinggi pada spesimen tersebut, Lalu catat ukuran dimensi tersebut. Lakukan proses pengukuran memakai *profile projector* yang sama pada spesimen B, C dan seterusnya dengan perbesaran 50 kali
17. Pasang lensa sebesar 50X.
18. Atur fokus lensa sehingga bayangan benda kerja kelihatan jelas pada layar (*screen*) dengan mengatur *lens focus assembly*.
19. Nyalakan *vernier caliper* arah sumbu X dan Y.

20. Reset *vernier caliper* arah sumbu X dan Y serta angle caliper sehingga display nya menunjukkan angka 0,000.
21. Lakukan pengukuran memakai *profile projector* dengan cara menggerakkan benda kerja pada arah sumbu X dan Y.
22. Pengukuran sudut dipakai dengan menyetel sudut *screen* dan menyesuaikan dengan bentuk spesimen ialah bujur sangkar.
23. Catat hasil pembacaan ketiga caliper.
24. Lakukan langkah 17 sampai 23 dengan lensa perbesaran yang berbeda.

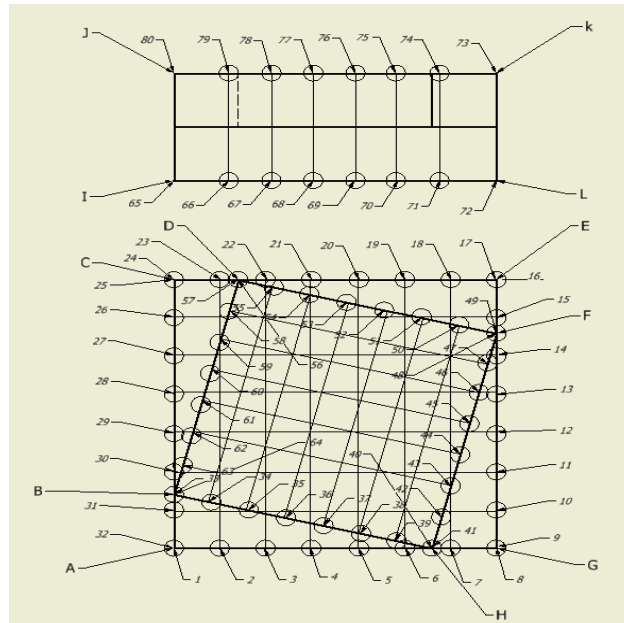
### 3.6. Material dan Pengukuran Spesimen

Adapun metode yang dipakai dalam penelitian untuk mengetahui perhitungan parameter yang mempunyai tingkat keakurasian yang tinggi ialah material filament yang dipakai dalam penelitian ini adalah *Polylactic Acid* (PLA) dengan massa jenis 1.24 g/cm<sup>3</sup>. Filament PLA adalah salah satu material yang sering dipakai pada proses 3D printing FDM. Diameter nominal filament yang dipakai adalah 1.75 mm dengan warna putih. *Filament Polylactic Acid* (PLA) adalah termoplastik biodegradable yang terbuat dari pati jagung. Selain pemakaian untuk filament 3D, PLA juga dipakai sebagai implan medis, kemasan makanan dan peralatan makanan sekali pakai. Keunggulan lebih dari PLA adalah mudah dicetak, bahan bakunya yang alami sehingga akan terurai kalau dibuang ke tanah, secara harga produk ini cenderung murah dan membutuhkan daya rendah untuk pencairan. Filament PLA sendiri mempunyai kekurangan, salah satunya ialah lebih rapuh jika dibandingkan dengan filament ABS. Filament PLA dapat dipanaskan hingga meleleh dan dapat diprint pada suhu 120°C sampai 210°C, lalu dengan suhu yang dipakai pada *printer bed* sebesar 60°C.

Spesimen uji yang dicetak memakai 3D printer mempunyai geometri berupa bujur sangkar, dengan panjang dan lebar dimensi bujur sangkar bagian bawah sebesar 50 x 50 mm, lalu panjang dan lebar dimensi bujur sangkar bagian atas sebesar 40 x 40 mm, lalu dari panjang dimensi ketebalam sebesar 50 mm. Desain spesimen lalu di-export ke dalam *Software IdeaMaker* agar dapat dicetak memakai mesin 3D printer. Ukuran dimensi CAD dibandingkan dengan ukuran



dimensi riil ketika spesimen setelah dilakukannya suatu pengukuran memakai *profile projector*, lalu metode yang dipakai ialah Metode Taguchi dan juga memakai Statistic Anova untuk memperoleh data simpangan atau deviasi. Adapun sketsa objek cetak yang dipakai terdapat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Sketsa Objek Cetak.

Data tersebut nantinya akan dipakai sebagai pedoman dalam pembuatan desain spesimen sehingga didapatkan ukuran spesimen yang mendekati ukuran nominal. Parameter yang diatur dengan perhitungan yang berbeda seperti pada tabel 3.2. Lalu spesimen hasil cetak diukur dimensi riilnya untuk dibandingkan dengan dimensi CAD. Pengukuran dimensi spesimen cetak dilakukan memakai *profile projector* dengan pembesaran 50X. Masing-masing dimensi dalam notasi diukur sehingga nilai deviasi didapatkan antara dimensi CAD dengan dimensi spesimen hasil cetak. Data yang didapatkan dari proses pengukuran dimensi geometri (A, B, C, D, E, F, G, H, I).

## V. KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Pada penelitian kali ini kita dapat melihat kemampuan kerja 3D Printer dari hasil cetak menggunakan parameter seperti *layer height* sebesar 0,3000 mm, *layer speed* sebesar 40 mm/s dan *infill speed* sebesar 60 mm/s.
2. Hasil analisis ANOVA dan metode Taguchi parameter yang paling berpengaruh dalam pencetakan spesimen bujur sangkar bagian bawah adalah *infill speed* sebesar 60 mm/s, untuk bujur sangkar bagian atas adalah *layer speed* sebesar 20 mm/s dan untuk ketebalan adalah *infill speed* 60 mm/s.

### 5.2. Saran

Setelah rangkaian penelitian dilakukan, terdapat beberapa saran untuk penelitian lebih lanjut, yaitu sebagai berikut:

1. Metode analisis parameter variabel 3D Printing ini dapat dikembangkan selain menggunakan metode Taguchi yaitu metode *Response Surface Methodology* (RSM).
2. Disarankan gunakan parameter yang sesuai dengan disain yang ingin dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Maliki Jabbar Qasim dan Al-Maliki Alaa Jabbar Qasim. 2015. The Processes and Technologies of 3D Printing, International Journal of Advances in Computer Science and Technology. Vol 4 No 10.
- Amrullah Maulana Abdul Malik. 2018. Rancang Bangun Prototipe Printer 3Dimensi (3D) Tipe Cartesian Berbasis Fused Deposition Modelling (FDM). Skripsi. Program Studi Teknik Elektro. Fakultas Teknologi Informasi dan Elektro Universitas Teknologi Yogyakarta.
- Andriyansyah Deni, Sriyanto, Jamaldi Agus, Taufik Ihkwan. 2021. Evaluasi Akurasi Dimensi Pada Objek Hail 3D Printing, Jurusan Teknik Mesin. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Tidar. P-ISSN: 2598-7380 e-ISSN: 2613-9847.
- Andriansyah, D., Herianto, & Purfaji. 2018. Optimasi Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Filamen Polilactid Acid Memakai Metode Taguchi. Seminar Nasional Pendidikan Teknik Otomotif.
- Apriansyah dan Icvan. 2021. Analisa Uji Performance Pada Filament Eal-Fill Dan Esteel Memakai Metode Taguchi Dan Grey. Tesis. Politeknik Negeri Seriwijaya.
- Ardiyanto Didit, Akhmadi Amin Nur dan Qurohman Muhammad Taufiq. 2021. Uji Pengaruh Kecepatan Dan Perbedaan Suhu Antara Filament PLA Dengan Filament PETG Pada 3D Printer ENDER 5 Pro. Skripsi. Program Studi D3 Teknik Mesin, Politeknik Harapan Bersama Tegal.
- Basavaraj, C. K. dan Vishwas, M. 2016. Studies on Effect of Fused Deposition Modelling Process Parameters on Ultimate Tensile Strength and Dimensional Accuracy of Nylon. Materials Science and Engineering Vol. Hal 1-12.

- Bourel, D., Beaman, J., Leu, M., & Rosen, D. 2009. 04. RAPID History of AM and 2009 Roadmap. RapidTech 2009: US-TURKEY Workshop on Rapid Technologies. 1–8.
- DIN, EN, ISO. 2010. Geometrical product specification (GPS) Dimensional tolerancing – Part 1: Linear sizes. German Institute for Standardization DIN.
- F, L. Pasaribu. & I, Roza. 2019. Design Control System Expand Valve On Water Heating Process Air Jacket. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Gunawan Ridwan. 2020. Pengaruh Densitas Isi terhadap Ketelitian Dimensi pada Produk Mesin 3D Printing. Skripsi. Jakarta. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti. Volume 11 No 1 hal 15-19.
- Hasan dan M. Iqbal. 2002. Pokok pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya, Bogor. Penerbit Ghalia Indonesia.
- Hasdiansah, Masdani, Feriadi, I. & Pristiansyah. 2020. Optimasi Parameter Proses Terhadap Akurasi Dimensi PLA Food Grade Memakai Metode Taguchi. Jurnal Teknologi Manufaktur.
- Hasdiansah & Herianto. 2018. Pengaruh Parameter Proses 3D Printing Terhadap Elastisitas Produk Yang Didapatkan. Seminar Nasional Inovasi Teknologi. e-ISSN: 2549-7952. p-ISSN: 2580-3336.
- Isya Prakoso. 2014. Analisa Pengaruh Kecepatan Feeding Terhadap Kekasaran Permukaan Draw Bar Mesin Milling Aciera dengan Proses CNC Turning. Jurnal Teknik Mesin.
- Ivandiaz. 2020. Analisis Parameter 3D Printing Material ABS Terhadap Kekasaran Permukaan Produk Memakai Metode Taguchi. Malang. Skripsi. Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya.

- Jacobs, Paul Francis. 1992. *Rapid Prototyping & Manufacturing: Fundamentals of Stereolithography*. Society of Manufacturing Engineers.
- L.M., G., I. Bodi, J. Kacani, & F. Lavrccia. 2015. Analysis of Dimensional Performance for a 3D Open-source Printer Based on Fused Deposition Modeling Technique. *Procedia CIRP*.
- Lu, B., Li, D. & Tian, X. 2015. Development Trends in Additive Manufacturing and 3D Printing. *Engineering*, 1(1), 085–089. <https://doi.org/10.15302/J-ENG-2015012>.
- Marbun Frince dan Napitumulu Richard A.M. 2020. Desain dan Pembuatan Prototype Piston Honda MEGAPRO FI Memakai 3D Printing. Skripsi. Universitas HKBP Nommensen. Medan-Indonesia. Vol. 1 No.2.
- M.E. Fabio dan A.E. Tontowi. 2018. Optimasi Parameter Proses Pada 3D Printer Jenis Digital Light Processing (DLP) Memakai Metode Response Surface Untuk Membuat Prototype Stent Dengan Tipe Kecacatan Terendah. Skripsi.
- More, M. P. 2013. 3D Printing Making the Digital Real. *International Journal of Engineering Science & Research Technology*.
- Moylan Shawn, Slotwinski John, Jurrens Kevin Dan Donmez M. Alkan. 2014. An Additive Manufacturing Test Artifact. *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*.
- Ozbolat, Ibrahim T. and Yin Yu. 2013 Bioprinting Toward Organ Fabrication: Challenges and Future Trends. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. Volume 60 No 3.

- Pramono Permata Aji dan Kusmono. 2020. Fabrikasi Dan Karakterisasi Filamen Komposit ABS/NCC Untuk Aplikasi 3D Printing. Skripsi. Universitas Gadjah Mada.
- Putra Kumara Sadana dan Sari Ulin Ranicarfita. 2018. Pemanfaatan Teknologi 3D Printing Dalam Proses Desain Produk Gaya Hidup. Desain Manajemen Produk. UBAYA. Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi. pp. 917-922. ISSN 2621-0428.
- Putra Kurniawan Eko. 2019. Pengaruh Kekuatan Tarik Dan Tekan Pada Bahan DI 3D Printer. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Rahman, F., Saputera D dan Adhani R. 2016. Faktor yang Mempengaruhi Permintaan Gigi Tiruan pada Lansia (Tinjauan Terhadap Biaya Perawatan, Kecemasan dan Sarana). Jurnal Kedokteran Gigi Unej. 13(1).
- Ramadhani Husfizar. 2019, Perancangan Dan Pembuatan Prototipe Struktur Rahang Bawah Manusia Pada Mesin Printer 3D. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Rinanto, A & Sutopo, W. 2017. Perkembangan Teknologi Rapid Prototyping: Study Literatur. Jurnal Metris. Volume 18. Halaman 105-112.
- Rusianto Toto, Saiful Huda dan Hary Wibowo. 2019. A Rview: Jenis Dan Pencetakan 3D (3D Printing) Untuk Pembuatan Prototipe. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- Saputra Andy. 2019. Pengoprasian Mesin Cetak 3D. Wade Group.
- Seprianto, D., Iskandar, Wilza, R., & Adesta, E. Y. T. 2019. Influence of internal fill pattern, polishing time and Z-Axis orientation on the tensile strength of the 3D

printed part. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 7(6). 170-174.

Setyawan Raden Arief, Arya Rezhananta, Julius., 2014. Karakteristik Tcr dan Vcr Resistor Pasta Resistor Pada Substrat Alumina dengan Teknologi Film Tebal, *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Brawijaya*.

Srivatsan, T.S. and Sudarshan, T.S. 2016. *Additive Manufacturing Innovations. Advantages and Applications 1st Edition*. CRC Press.

Sulayman, D., Waluyo F, B., & Sugito, B., 2015, Pengaruh Suhu dari Heater Nozzle Terhadap Produk Printer 3D. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Zamheri Ahmad, Syahputra Angga Panjy dan Arifin Fatahul. 2020. Studi Penyusutan Pembuatan Gigi Palsu Dengan 3D Printing FDM Pendekatan Metode Taguchi. *Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. JURNAL AUSTENIT VOL.12 NO.2. ISSN: 2085-1286 E-ISSN: 2622-7649*.