

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Desain Penelitian**

Adapun desain dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

##### **1. Metode – Metode Penelitian**

Metode penelitian ini adalah cara yang digunakan penulis untuk memperbaharui secara keseluruhan menjadi satu kesatuan dengan cara yang logis dan sistematis untuk menganalisis hal – hal yang menjadi fokus penelitian dengan menggunakan metode penelitian yang paling umum digunakan yaitu eksperimental. Metode penelitian eksperimen yang dimaksud adalah perakitan dan pengujian *3D Printer* melalui proses pembentukan spesimen yang nantinya akan digunakan sebagai bahan pengujian.

Metode pengumpulan data yang digunakan untuk mendukung pengujian ini antara lain adalah sebagai berikut :

##### **a. Studi Pustaka**

Dalam metode studi pustaka ini sebagai sumber data dan informasi penulis menggunakan buku, jurnal, artikel, serta literatur – literatur lain yang berhubungan dengan pengujian sebagai teori – teori dasar yang dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya.

##### **b. Observasi**

Metode observasi ini penulis lakukan untuk mengamati secara langsung mengenai jenis bahan baku dipasaran yang terdapat unsur yang diperlukan dalam penelitian ini.

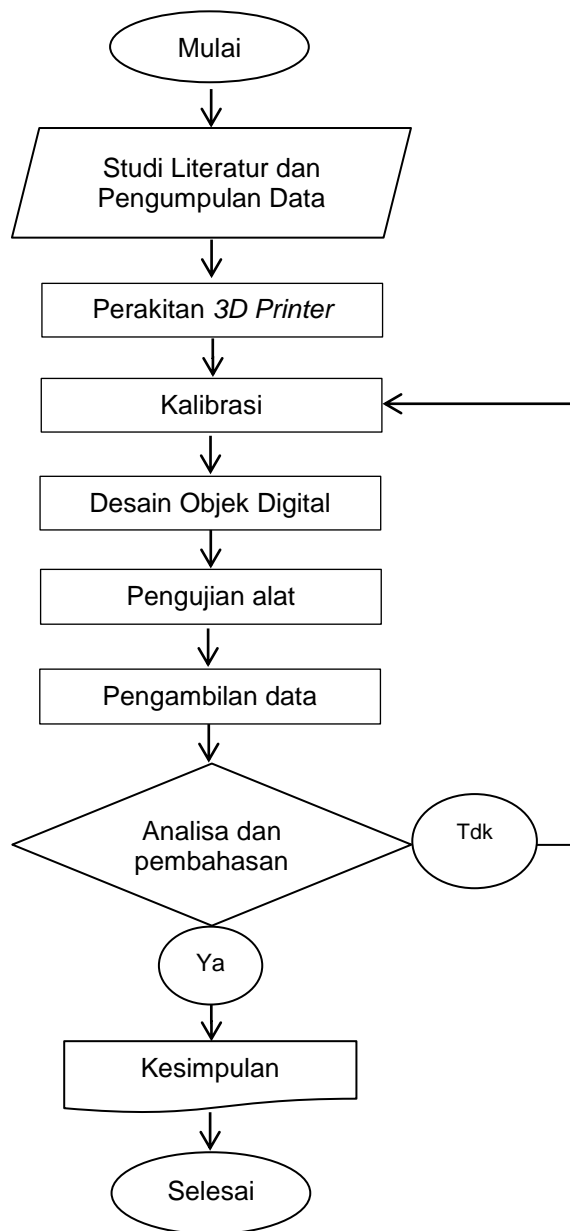
##### **c. Tanya Jawab**

Selain sumber – sumber informasi dan data yang didapat buku dan jurnal, penulis juga menggunakan metode Tanya jawab dengan pihak yang dianggap berkompeten dalam penelitian yang akan dilakukan.

## 2. Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2021 sampai dengan bulan Desember 2021. Lokasi dari perakitan dan penelitian *3D Printer* ini dilakukan di Labotarium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.

## 3. Diagram Alir Penelitian

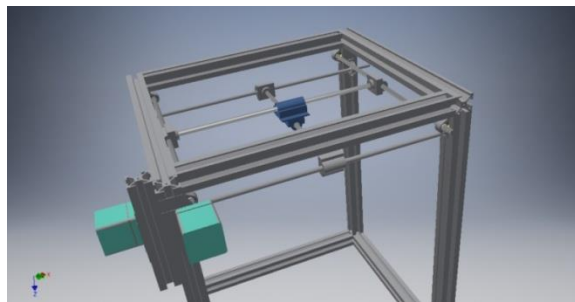
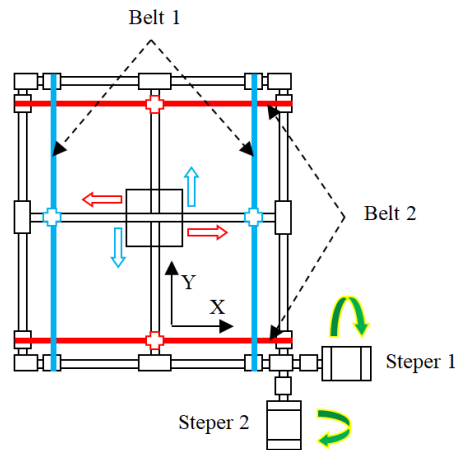


Gambar 30. Diagram alir penelitian  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

## B. Tahap Penelitian

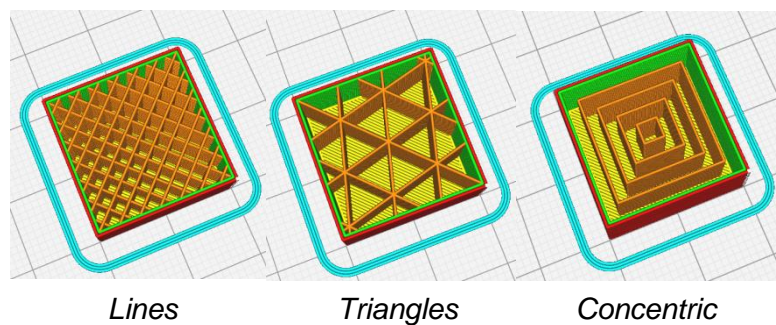
### 1. Teknik Sampling

#### a. Rancangan Desain Konfigurasi Sumbu *3D Printer*



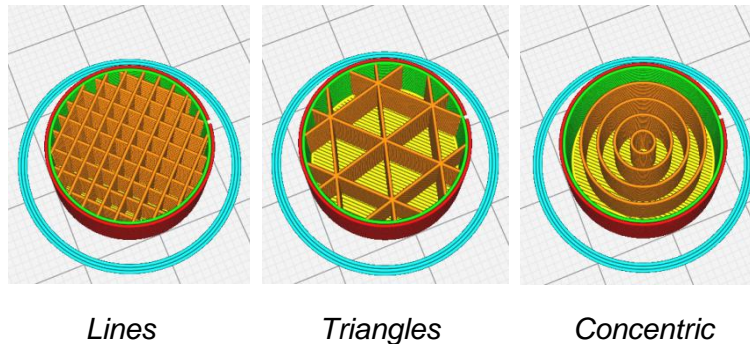
Gambar 31. Desain konfigurasi sumbu *3D Printer*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

#### b. Desain Objek Fisik Bentuk Kubus dengan Pola *Line*, *Triangles*, dan *Concentric*



Gambar 32. Desain kubus pola lines, triangles, dan concentric  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

c. **Desain Objek Fisik Bentuk Tabung dengan Pola *Line*, *Triangles*, dan *Concentric***



Gambar 33. Desain tabung pola lines, triangles, dan concentric  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

## 2. Tahapan

Sebelum dilakukakan pengambilan objek fisik pada penelitian ini, perlu beberapa langkah yang harus dilakukan, yaitu :

### a. Tahap Perencanaan

Dalam tahap ini dilakaukan desain *3D Printer* yang akan dibuat dengan menyesuaikan kebutuhan dimensi cetak objek fisik.

### b. Tahap Pelaksanaan

Sebelum dilakukan perakitan, menyiapkan alat dan bahan serta menggunakan alat pelindung diri perlu dilakukan. Berikut ini langkah-langkah dalam perakitan *3D Printer* :

- 1) Perakitan kerangka *3D Printer* membentuk seperti kubus
- 2) Perakitan sumbu X dan Y
- 3) Pemasangan rel untuk sumbu X dan Y pada kerangka
- 4) Pemasangan sumbu X dan Y pada masing – masing rel
- 5) Pemasangan komponen elektronik sumbu X dan Y
- 6) Perakitan dan pemasangan *head print* pada titik persimpangan sumbu X dan Y
- 7) Pemasangan sumbu Z dan bed pada kerangka
- 8) Pemasangan komponen elektronik sumbu Z
- 9) Pemasangan sensor

- 10) Perakitan dan pemasangan komponen *controller* pada kerangka
- 11) Pemasangan komponen elektronik pada komponen *controller*
- 12) Instalasi *software*
- 13) Pemrograman dan kalibrasi *3D Printer*

### C. Definisi Operasional Variabel

Pada bagian operasional variabel dibagi menjadi tiga bagian dan akan dijelaskan sebagai berikut, yaitu :

#### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel lain dan besarnya ditentukan sebelum dilakukannya penelitian. Pada penelitian ini variabel bebasnya yaitu pola pencetakan yang digunakan, terdiri dari pola *lines*, *triangles*, dan *concentric*.

#### 2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya diperoleh setelah pelaksanaan penelitian dan besarnya tergantung pada variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu perbandingan nilai pengukuran spesimen hasil cetak terhadap objek digitalnya.

#### 3. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang besarnya akan selalu sama atau tetap selama proses penelitian. Pada penelitian ini variabel terkontrolnya yaitu suhu pada *nozzle* sebesar 240<sup>0</sup> dan kecepatan cetaknya sebesar 50 cm/m.

### D. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh hasil maka perlu dilakukan pengujian pada *3D Printer*. Berikut ini langkah – langkah pengujian yang akan dilakukan :

1. Mendesain objek yang akan di cetak menggunakan *software Autodesk Inventor 2015* dan simpan dengan format file *.STL*

2. Mengubah format file .STL menjadi format file .gcode menggunakan *software Cura 3D Printer* dan simpan dalam *memory card*.
3. Hidupkan *3D Printer*
4. Lakukan persiapan pada mesin seperti pemanasan *nozzle*, dan *levelling bed*
5. *Input file* objek digital pada *memory card* kedalam *3D Printer*
6. Atur kecepatan *print*, cari file objek digital yang tertera pada LCD kemudian lakukan proses *print*
7. Setiap proses *print* yang dilakukan, pola percetakan objek akan berbeda – beda.
8. Setelah selesai, matikan mesin dan dinginkan objek hasil cetak
9. Lakukan pengukuran dimensi pada objek yang telah dicetak dan bandingkan dengan objek digital yang di disain sebelumnya.

## E. Instrumen Penelitian

### 1. Spesifikasi *3D Printer*

#### a. Spesifikasi Komponen Mekanik

*3D Printer* ini memiliki ukuran panjang 46 cm x lebar 40 cm x tinggi 56 cm. Di bawah ini merupakan spesifikasi dari komponen mekanik yang akan digunakan pada *3D Printer* :

Tabel 8. Spesifikasi Komponen Mekanik *3D Printer*

No.	Bagian	Nama Komponen	Kode
1	Kerangka	<i>Aluminium profile</i>	3030
		<i>extruder</i>	
		<i>L slot</i>	3030, M5
2	Sumbu X dan Y	<i>Bolt hex</i>	M5
		<i>Linier shaft</i>	Wcs8
		<i>Pulley</i>	GT2 20 teeth bore8
		<i>Timing belt</i>	GT2 openloop
		<i>Extruder Block &amp; bracket</i>	MK8
		<i>Linier bearing</i>	SCS88LUU
3	Rel sumbu X dan Y	<i>Linier shaft</i>	wcs8
		<i>Linier bearing</i>	SCS8UU
		<i>Bearing shaft</i>	kp008
		<i>Flexible coupling</i>	Inner 8mm
		<i>T slot</i>	3030, M5
		<i>Bolt hex</i>	M5
6	Sumbu Z	<i>Lead screw&amp;nut brass</i>	T8 4 start
		<i>Flexible coupling</i>	Inner 8mm
		<i>Bearing shaft</i>	kp008
		<i>T slot</i>	3030, M5
		<i>Bolt hex</i>	M5

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

## b. Spesifikasi Komponen Elektronik

Komponen mekanik tidak akan dapat bekerja tanpa adanya komponen elektronik. Berikut ini spesifikasi yang terdapat pada komponen elektronik.

Tabel 9. Spesifikasi Komponen Elektronik 3D Printer

No.	Bagian	Nama Komponen	Kode
1	Daya	<i>Power Suplay Switching</i>	12V 20A 250W
		<i>Arduino</i>	Mega 2560 R3
		<i>Control panel</i>	RAMPS v1.4
2	Pengontrol	<i>Steper motor driver</i>	A4988
		<i>Kabel jumper</i>	<i>Male and female</i>
		LCD	12864 smart display
		<i>Hotend nozzle</i>	AI02
3	Print head	<i>Steper motor</i>	NEMA17, 17HS4401, 1.7A, 40N
		<i>Mini blower fan</i>	<i>Brushless centrifugal</i>
		<i>Kabel jumper</i>	<i>Male and female</i>
4	Sumbu X, Y, dan Z	<i>Steper motor</i>	NEMA17, 17HS4401, 1.7A, 40N
		<i>Kabel jumper</i>	<i>Male and female</i>
		<i>Endstop</i>	MLG010
5	Sensor	<i>Proximity</i>	LJ12A3-4-Z/BX ( NPN-NO )
		<i>Thermisator</i>	NTC100K
		<i>Kabel jumper</i>	<i>Male and female</i>

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

## 2. Alat dan Bahan

### a. Alat

#### 1) Kerangka dan sitem mekanik

- a) Gerinda potong berfungsi sebagai alat potong logam
- b) Penggaris mistar dan roll meter berfungsi sebagai alat ukur
- c) Kunci L kecil (1 set)
- d) Kunci pas ring (1 set)
- e) Bor tangan berfungsi sebagai alat untuk melubangi material

## 2) Elektronik

- a) Solder dan tinol berfungsi sebagai alat untuk menghubungkan komponen elektronik
- b) Gunting berfungsi untuk memotong kabel
- c) *Cutter* berfungsi untuk mengupas kulit pada ujung kabel

## 3) Desain

- a) Komputer
- b) *Software Design (Autodesk Inventor 2015)*
- c) *Software Slicing (Cura i5)*
- d) *Software Coding (Arduino IDE)*
- e) *Firmware (Marlin)*

## 3) Pengukuran

- a) Penggaris busur
- b) Pensil
- c) *Millimeter book*
- d) *Digital caliper*

## b. Bahan

### 1) Kerangka

#### a) *Aluminium profile extruder*

*Aluminium profile extruder* berfungsi sebagai kerangka *3D Printer*

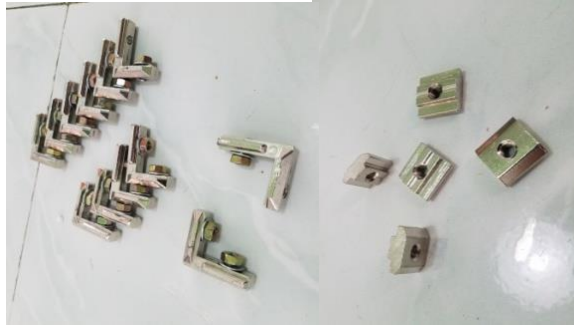


Gambar 34. *Aluminium profile 3030*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

#### b) T slot dan L slot

T slot dan L slot digunakan sebagai *conector* untuk aluminium profile 3030





Gambar 35. L slot dan T slot  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

### c) Plat logam

Plat logam digunakan sebagai pendukung kerangka agar kokoh



Gambar 36. Plat pendukung kerangka  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

## 2) Sistem mekanik

### a) *Liniar shaft*

*Liniar shaft* adalah poros yang berfungsi sebagai sumbu X dan Y serta digunakan sebagai rel



Gambar 37. *Liniar shaft*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

**b) Timing belt dan pulley**

*Timing belt* dan *pulley* berfungsi sebagai pengontrol langkah gerakan sumbu



Gambar 38. *Timing belt* dan *pulley*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

**c) Liniar bearing**

*Liniar bearing* berfungsi sebagai bantalan pendukung gerakan sumbu XY dan *print head*



Gambar 39. *Liniar bearing*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

**d) Bearing shaft support**

*Bearing shaft support* berfungsi sebagai dukungan rel



Gambar 40. *Bearing shaft support*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

e) **Flexible coupling**

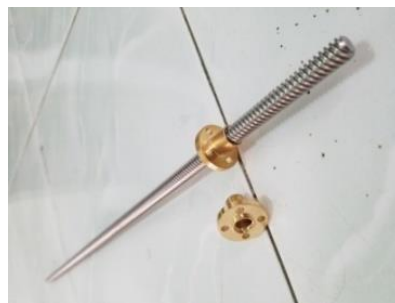
*Flexible coupling* berfungsi sebagai penghubung *steper motor* dengan sumbu



Gambar 41. *Flexible coupling*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

f) **Lead screw dan nut**

*Lead screw* dan *nut* berfungsi sebagai pengubah arah gerak *printbed* pada poros sumbu Z



Gambar 42. *Lead screw*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3) **Elektronik**

a) **Arduino mega**

Adalah mikrokontroler yang memiliki pin digital yang digunakan untuk *input/output* pada sistem *3D Printer*



Gambar 43. *Arduino Mega*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

**b) Print head**

*Print head* yang terdiri dari *extruder*, *nozzle*, dan *temperature sensor*. *Extruder* berfungsi untuk menarik dan mendorong *filament* ke dalam *nozzle*. *Nozzle* berfungsi untuk memanaskan dan mengeluarkan *filament* cair ke atas *bed* saat proses *printing*. *Temperature sensor* berfungsi untuk membaca suhu dari *nozzle*



Gambar 44. *Extruder*, *nozzle*, dan *temperature sensor*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

**c) LCD**

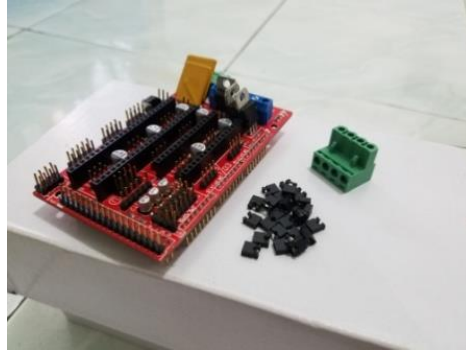
LCD berfungsi sebagai penampil data dari aktivitas *3D Printer*



Gambar 45. LCD  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

**d) Control panel**

*Control panel* berfungsi sebagai papan pengendali untuk *steper motor*, LCD, sensor, dll



Gambar 46. *Control Panel*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

**e) *Steper motor driver***

*Steper motor driver* berfungsi sebagai perantara antara *control board* dengan *steper motor*



Gambar 47. *Steper motor driver*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

**f) *Steper motor***

*Steper motor* berfungsi sebagai penggerak untuk sumbu dan bagian *extruder*



Gambar 48. *Steper motor*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

**g) *Limit switch /endstop***

*Limit switch /endstop* adalah sensor yang berfungsi untuk membatasi atau mengontrol pergerakan sumbu



Gambar 49. *Limit switch / endstop*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

**h) *Print bed***

*Print bed* berfungsi sebagai alas untuk objek *3D Printer*



Gambar 50. *Print bed*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

**i) *Inductive proximity sensor switch***

*Inductive proximity sensor switch* berfungsi untuk menentukan jarak *nozzle* dengan *bed* pada saat proses *leveling*



Gambar 51. *Inductive proximity sensor*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

**j) Kabel jumper**

Kabel *jumper* digunakan sebagai penghubung antar komponen elektronik

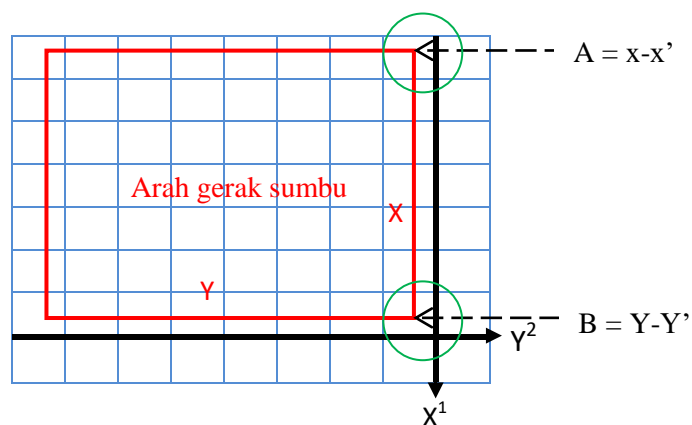


Gambar 52. Kabel *jumper*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

**F. Teknik Analisa Data**

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa variasi pola percetakan yang akan digunakan yaitu lines, triangles, dan concentric. Pengukuran penyimpangan gerak paralel sumbu X dan Y dilakukan dengan menggunakan penggaris busur dan pengukuran dimensi dilakukan menggunakan *digital caliper*.

Adapun teknik analisa data dalam pengujian dan pengambilan data penyimpangan sumbu adalah sebagai berikut:



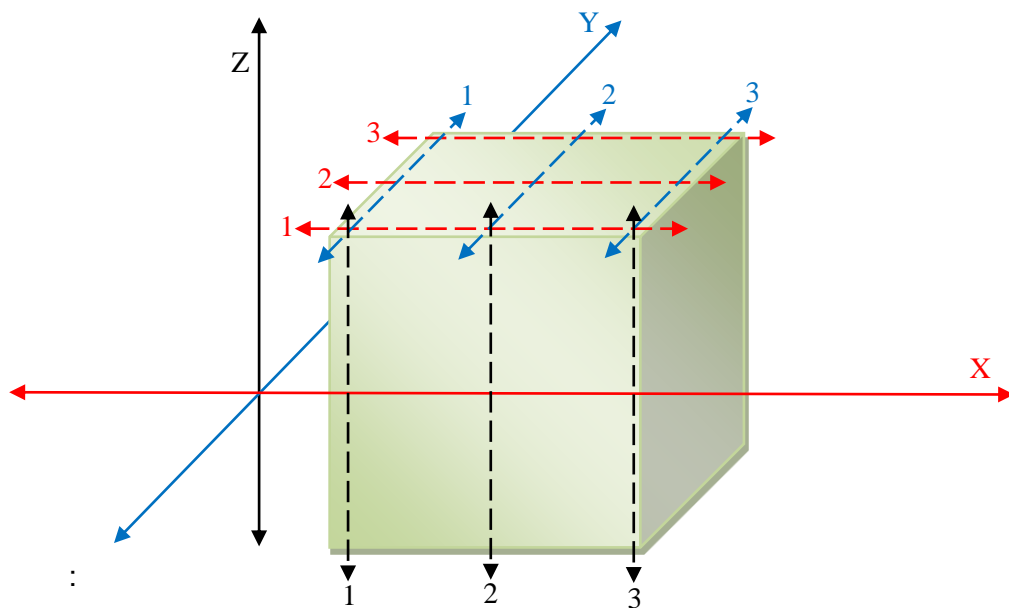
Gambar 53. Contoh pengujian arah gerak sumbu X dan Y  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Tabel 10. Contoh Tabel Pengambilan Data Penyimpangan Sumbu X dan Y

Penyimpangan Sumbu ( $^{\circ}$ )	
$X - X'$	
$Y - Y'$	

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Dan instrumen dalam pengujian dan pengambilan data hasil cetak 3D Printer dengan variasi pola *lines*, *triangles*, dan *concentric* adalah sebagai berikut



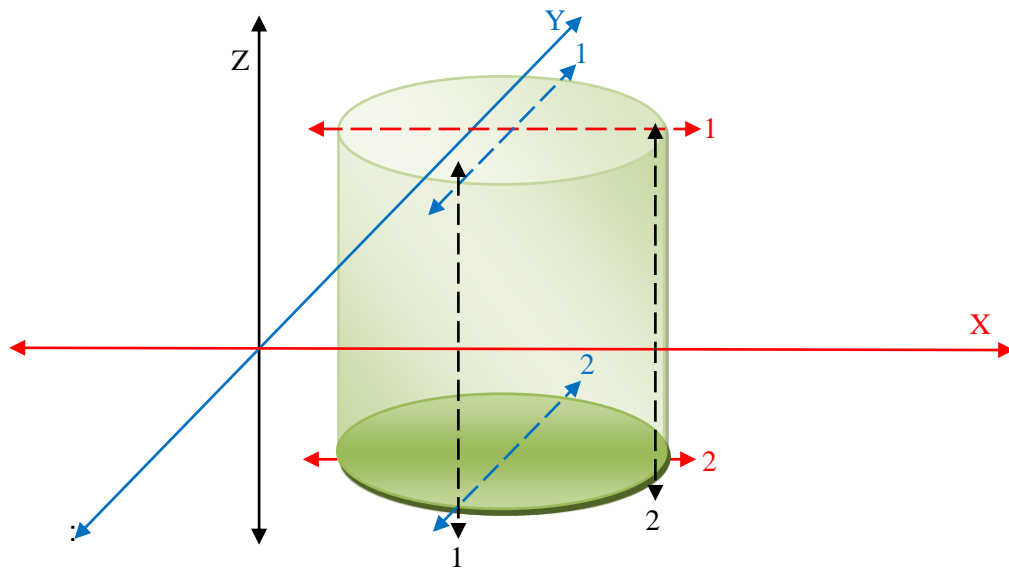
Gambar 54. Posisi pengukuran dimensi spesimen bentuk kubus (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Tabel 11. Contoh tabel pengambilan data hasil pengukuran spesimen berbentuk kubus dengan pola *lines*, *triangles*, dan *concentric*

Pola	No.Sp	Pengukuran											
		X				Y				Z			
		1	2	3	Rata-Rata	1	2	3	Rata-Rata	1	2	3	Rata-Rata
Lines	1												
	2												
	3												
Triangles	1												
	2												
	3												
Concentric	1												
	2												
	3												

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)





Gambar 55. Posisi pengukuran dimensi spesimen bentuk tabung  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Tabel 12. Contoh tabel pengambilan data hasil cetak *3D printer* dengan pola melingkar

Pola	No. Sp	Pengukuran								
		X			Y			Z		
		1	2	Rata-Rata	1	2	Rata-Rata	1	2	Rata-Rata
Lines	1									
	2									
	3									
Triangles	1									
	2									
	3									
Concentric	1									
	2									
	3									

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)