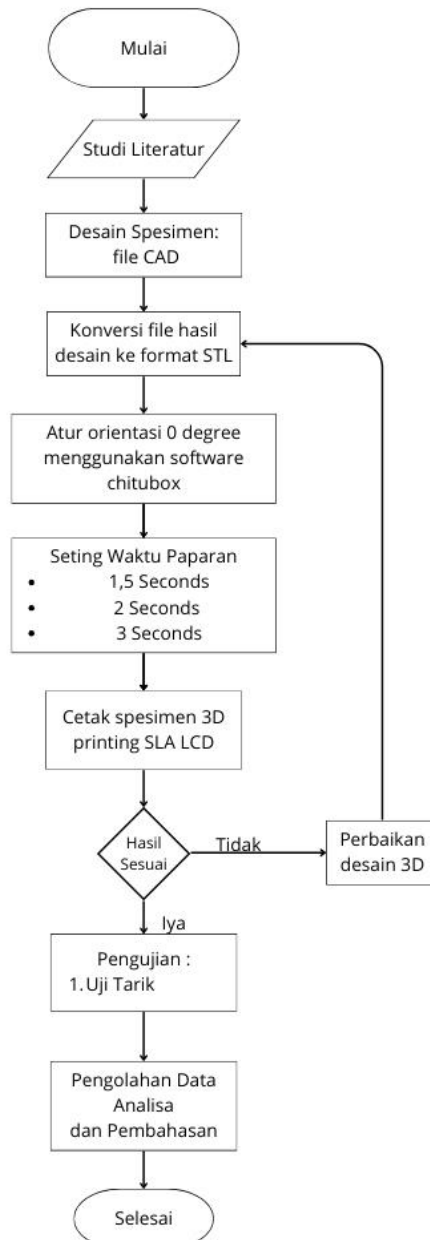


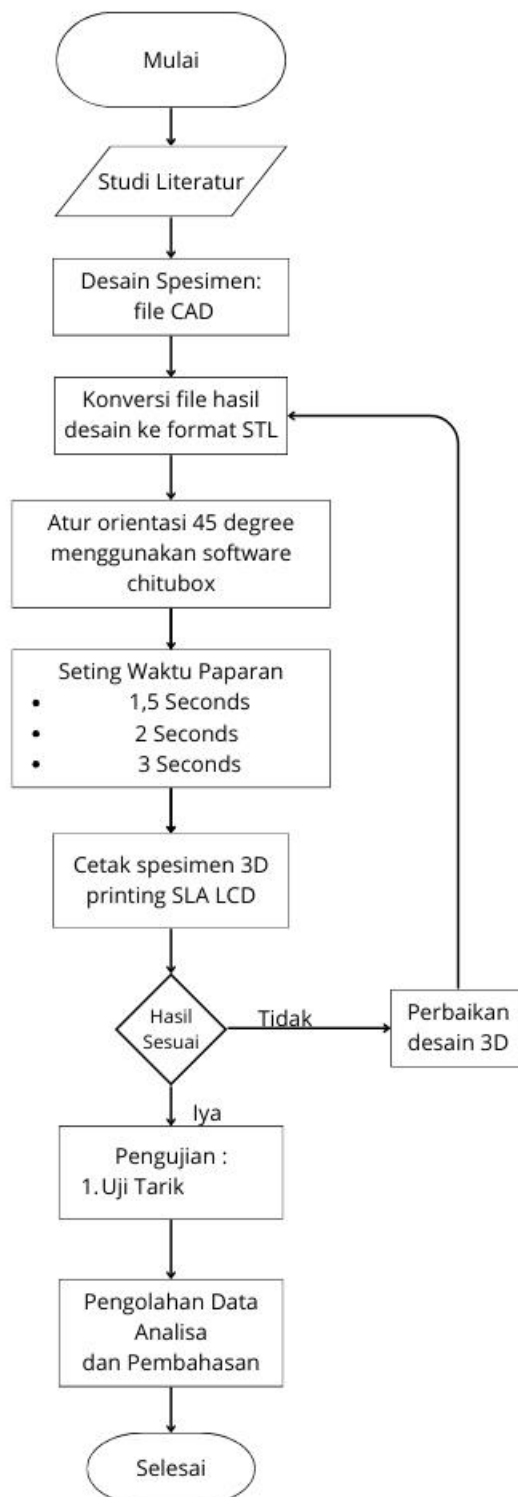
## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Flow Chart

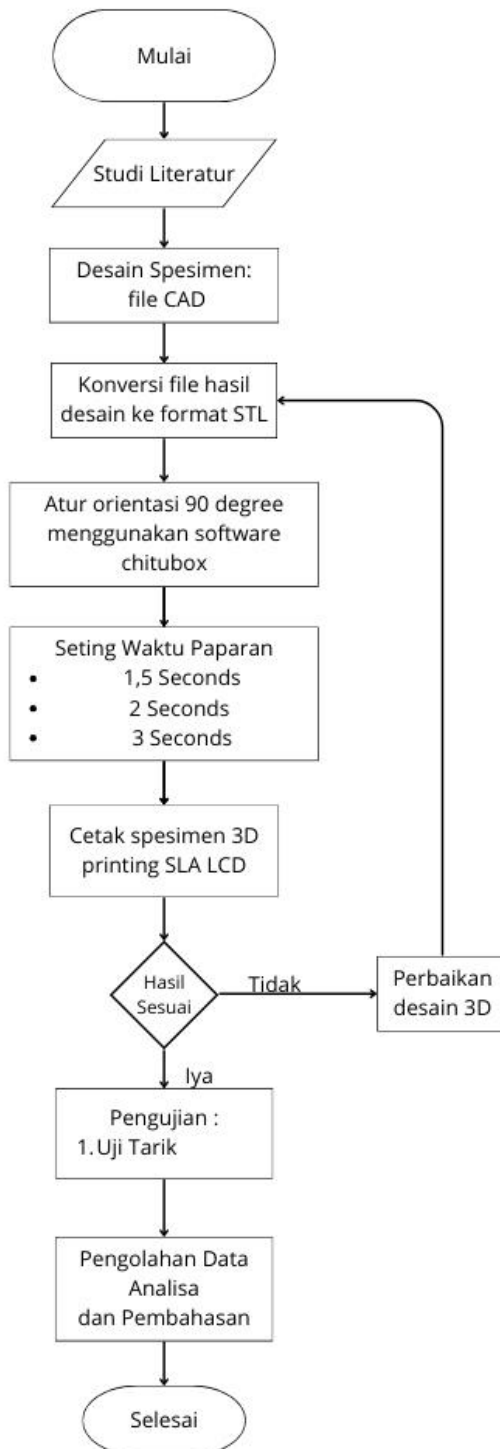
Pelaksanaan penelitian ini apabila dibuat dalam *flow chart* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3. 1 Flow Chart Orientasi 0°



Gambar 3. 2 Flow Chart Orientasi 45°



Gambar 3. 3 Flow Chart Orientasi 90°

Gambar Flow Chart diatas menjelaskan alur pembuatan dari :

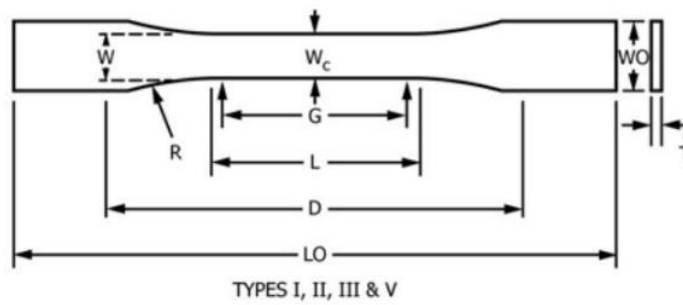
1. Studi literatur untuk mengambil teori yang berhubungan dengan penelitian
2. Desain spesimen menggunakan standart ASTM D638
3. Konfersi file hasil desain ke format STL
4. Atur orientasi  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ , dan  $90^\circ$
5. Seting waktu paparan 1.5 detik, 2 detik, dan 3 detik
6. Cetak spesimen dengan menggunakan 3D printing dengan menggunakan resin standart eSun
7. Jika hasil cetakan 3D printing sesuai lanjut ke proses selanjutnya jika tidak sesuai melakukan perbaikan lagi dari konfersi hasil desain STL
8. Melakukan uji tarik polimer
9. Pengelolahan data Analisa hasil uji tarik dan pembahasan
10. Selesai

**a. Studi Literatur**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian ini yang nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini. Pengumpulan literatur meliputi standart yang dipakai, literatur tentang pembuatan prosedur 3D printing, data spesifikasi dari mesin uji tarik yang akan dipakai, buku – buku yang memberikan informasi mengenai desain manufaktur dan material yang akan dipakai dll.

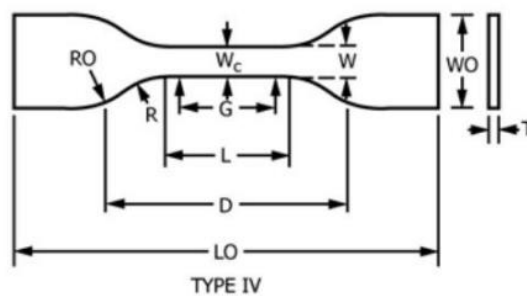
**b. Desain Spesimen File CAD**

Dalam pengujian ini, penelitian difokuskan pada standart speciment dan evaluasi desain bentuk 3D. Untuk Metode pengujian ini dapat diterapkan untuk menguji bahan dengan ketebalan berapa pun hingga 14 mm (0,55 inci). Namun, untuk pengujian spesimen dalam bentuk lembaran tipis, termasuk film dengan ketebalan kurang dari 1,0 mm (0,04 in.), standar ASTM D638 adalah metode pengujian yang lebih disukai.



Gambar 3. 4 Desain Spesimen tipe 1,2,3, dan 5

Gambar 3.4 menjelaskan gambar bentuk desain spesimen type 1, 2, 3, dan 5



Gambar 3.5 Desain Spesimen tipe 4

Gambar 3.5 menjelaskan gambar bentuk desain spesimen type 4

Tabel 3.1 Keterangan Setiap ukuran desain Spesimen

Dimensi	Keterangan Desain Specimen
W	Lebar bagian sempit
L	Panjang bagian sempit
WO	Lebar keseluruhan, minG
LO	Panjang keseluruhan, minH
G	Panjang pengukurl
D	Jarak antara gengaman
R	Radius filet

Tabel 3.1 menjelaskan pada bagian desain spesimen diatas dengan keterangan setiap dimensi

Tabel 3.2 standar ASTM D638

Dimensi	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 4	Tipe 5
W	13 (0,50)	6 (0,25)	19 (0,75)	6 (0,25)	33 (1,30)
L	57 (2,25)	57 (2,25)	57 (2,25)	33 (1,30)	19 (0,75)
WO	19 (0,75)	19 (0,75)	29 (1,13)	19 (0,75)	9,53 (0,375)
LO	165 (6,5)	183 (7,2)	246 (9,7)	115 (4,5)	63,5 (2,5)
G	50 (2,00)	50 (2,00)	50 (2,00)	25 (1,00)	7,62 (0,300)
D	115 (4,5)	135 (5,3)	115 (4,5)	65 (2,5)	25,4 (1,0)
R	76 (3,00)	76 (3,00)	76 (3,00)	14 (0,56)	12,7 (0,5)

Tabel 3.2 menjelaskan ukuran setiap dimensi spesimen pada tipe 1, 2, 3, 4, dan 5. Untuk ukurannya sendiri menggunakan mm (*milimeter*)

Nilai karakteristik tipikal adalah :

- Tegangan tarik: gaya yang berhubungan dengan penampang awal spesimen
- Tegangan: perubahan panjang pengukur dengan mengacu pada panjang pengukur awal
- Modulus tarik: gradien kurva dalam diagram tegangan-regangan
- Titik luluh: tegangan dan regangan pada titik plot kurva di mana gradiennya nol
- Titik patah: tegangan dan regangan pada saat spesimen rusak/putus
- Rasio Poisson: rasio negatif regangan transversal terhadap regangan aksial

### c. Konversi File Hasil Desain Ke Format STL

Konversi STL (*Standard Tessellation Language* atau *stereolithography*) mengacu pada proses mengubah data desain dari berbagai format CAD (*Computer-Aided Design*) ke format STL atau sebaliknya. STL adalah format file yang digunakan secara luas dalam pemodelan 3D dan pencetakan 3D. File STL mendeskripsikan permukaan suatu objek tiga dimensi menggunakan jaringan segitiga kecil.

Dari CAD ke STL :

Proses Konversi STL :

1. Ekspor dari perangkat lunak CAD: Sebagian besar perangkat lunak CAD memiliki fitur untuk mengekspor desain ke format STL. Ini melibatkan mengubah permukaan yang rumit dan bentuk geometris menjadi sekumpulan segitiga kecil.
2. Pengaturan parameter ekspor: Selama ekspor, pengguna dapat mengatur parameter seperti toleransi dan resolusi untuk menentukan seberapa detail model STL tersebut. Semakin tinggi resolusi, semakin banyak segitiga yang digunakan dan semakin besar ukuran file STL.

**d. Atur Orientasi Dengan Variasi 0, 45, 90 Degree**

Untuk *software slicing* menggunakan citubox, Chitubox Basic adalah perangkat lunak pra-pemrosesan yang kuat yang mengintegrasikan pemrosesan model, pengeditan, pembuatan dukungan, pemotongan, dan lain-lain. Bahkan serangkaian data parameter resin dan pencetakan disertakan.

Software slicing dengan variasi yang berbeda :

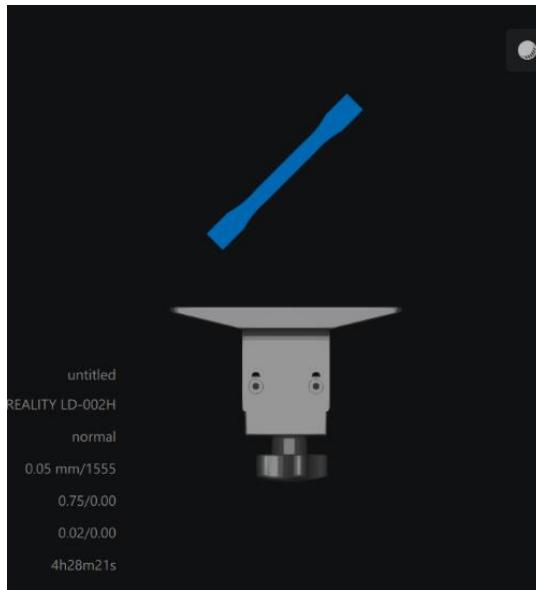
- Orientasi 0°



Gambar 3.6 Orientasi 0°

Gambar 3.6 menjelaskan bentuk variasi pada orientasi 0° dengan bentuk horizontal

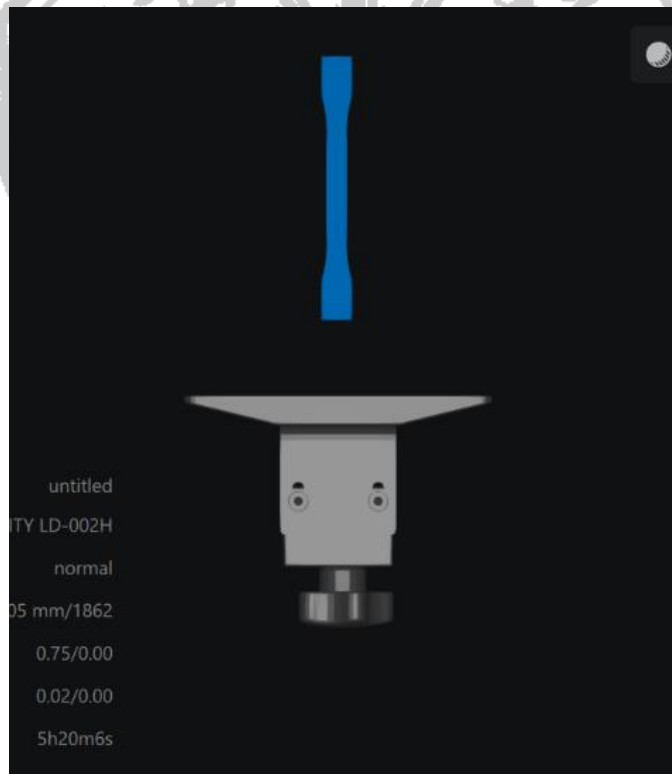
- Orientasi 45°



Gambar 3.7 Orientasi 45°

Gambar 3.7 menjelaskan bentuk variasi dengan kemiringan 45°

- Orientasi 90°



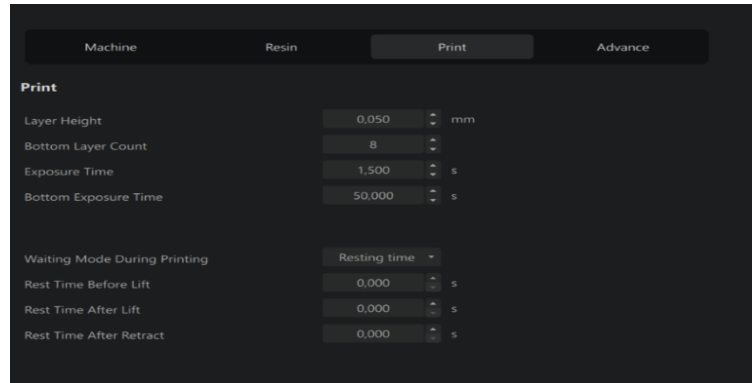
Gambar 3.8 Orientasi 90°

Gambar 3.8 menjelaskan variasi dengan orientasi 90° dengan bentuk vertikal

### e. Seting Waktu Paparan

Pada proses ini dilakukan untuk mengatur waktu paparan pada *software* citubox dengan waktu 1,5 ,2, dan 3 *seconds* :

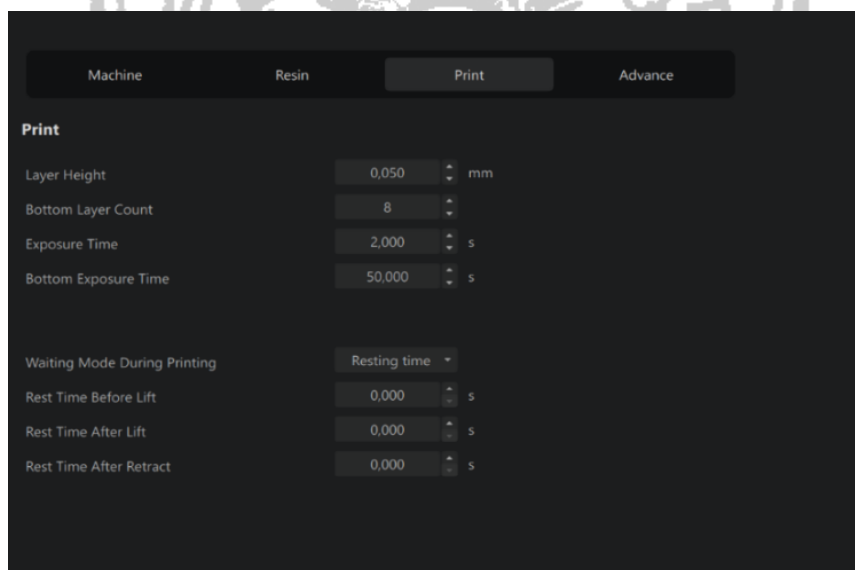
- Waktu 1,5 *seconds*



Gambar 3.9 Waktu 1,5 seconds

Gambar 3.9 menjelaskan waktu paparan (exposure time) 1.5 detik disetiap layer pada saat melakukan proses 3D printing

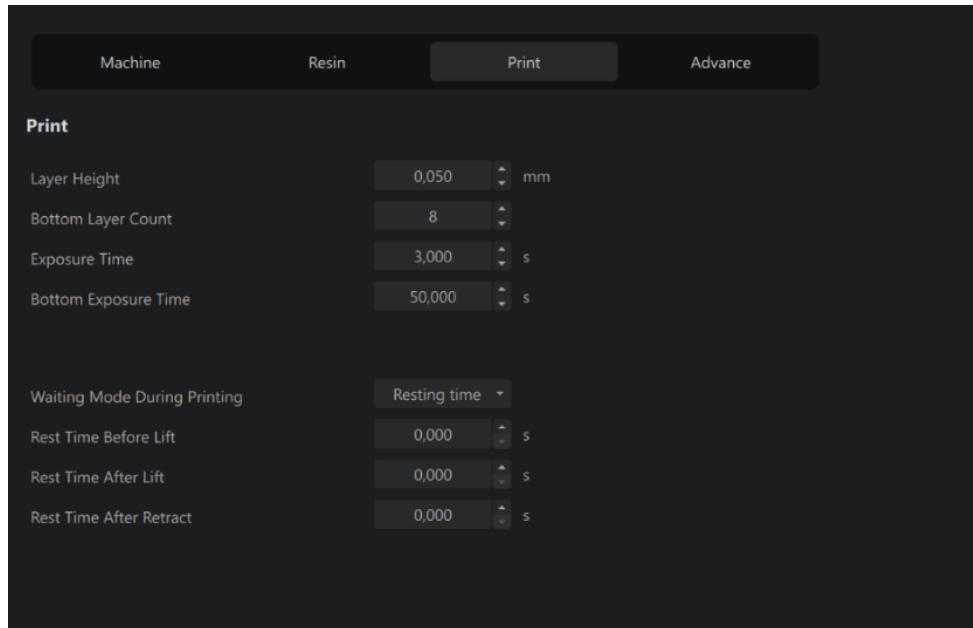
- Waktu 2 *seconds*



Gambar 3.10 Waktu 2 seconds

Gambar 3.10 menjelaskan waktu paparan (exposure time) 2 detik disetiap layer pada saat melakukan proses 3D printing

- Waktu 3 *seconds*

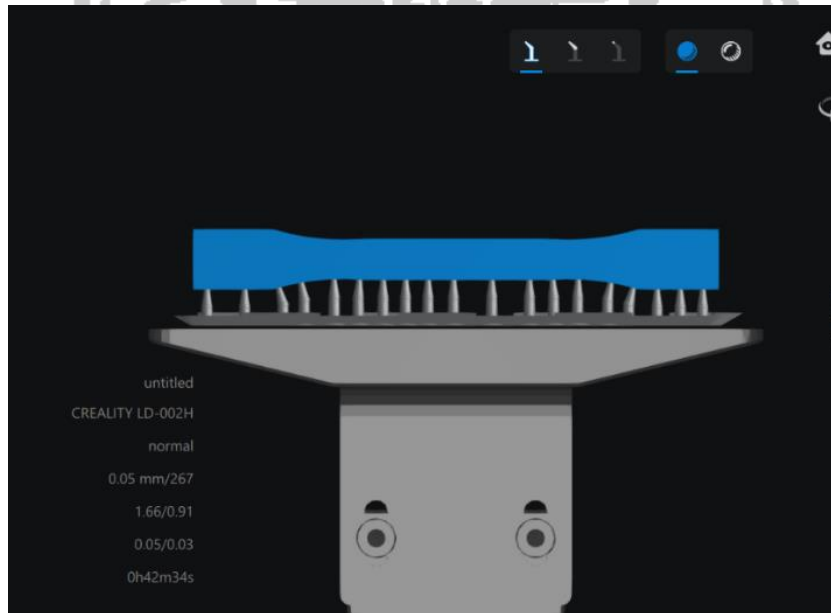


Gambar 3.11 Waktu 3 seconds

Gambar 3.11 menjelaskan waktu paparan (exposure time) 1.5 detik disetiap layer pada saat melakukan proses 3D printing

**f. Cetak 3D SLA LCD**

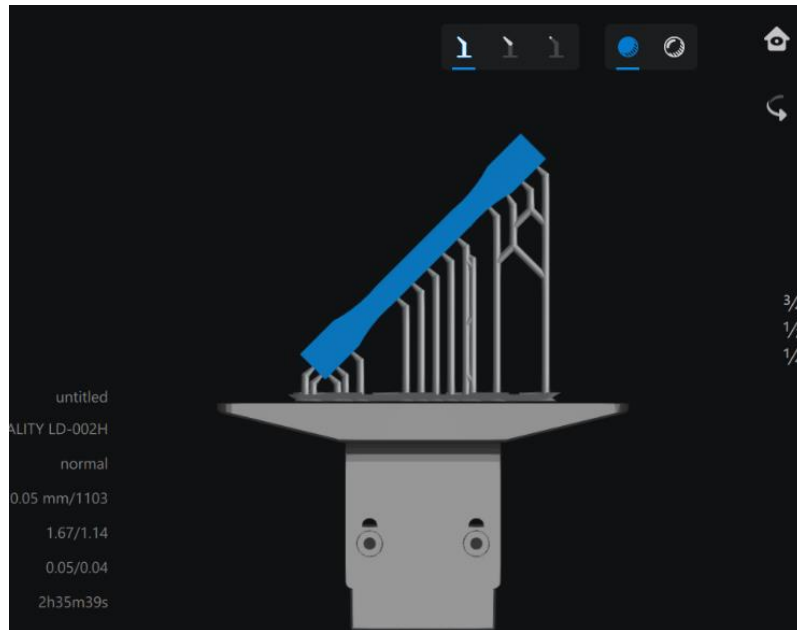
- Orientasi 0°



Gambar 3.12 Orientasi 0°

Gambar 3.12 menjelaskan hasil variasi pada waktu percetakan 3D printing dengan orientasi 0° dengan bentuk horizontal

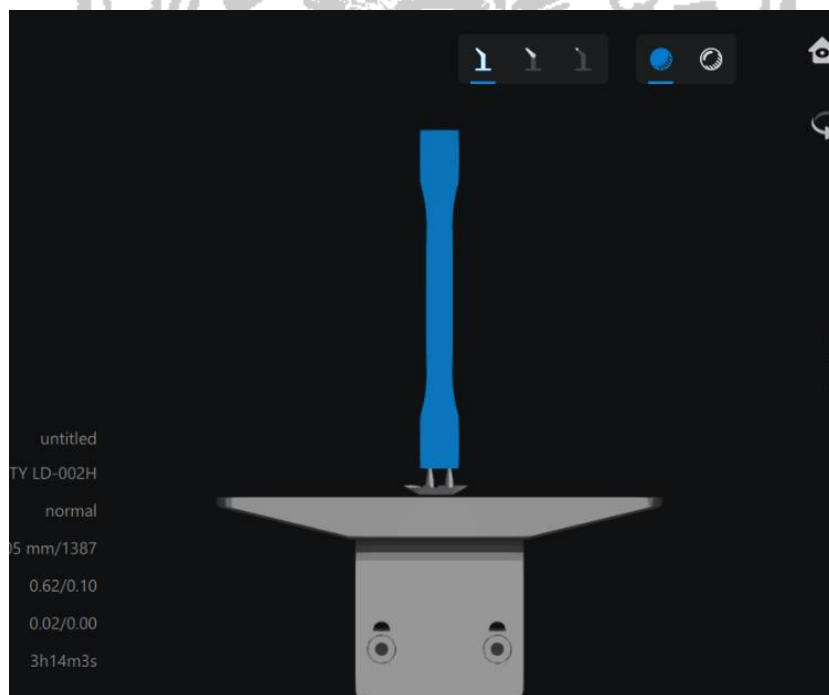
- Orientasi 45°



Gambar 3.13 Orientasi 45°

Gambar 3.13 menjelaskan hasil variasi pada waktu percetakan 3D printing dengan bentuk kemiringan 45°

- Orientasi 90°



Gambar 3.14 Orientasi 90°

Gambar 3.17 menjelaskan hasil variasi pada waktu percetakan 3D printing dengan orientasi 90° dengan bentuk horizontal

## g. Pengujian

### Uji Tarik

Pengujian tarik merupakan pengujian mekanik yang dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan ultimate dan regangan yang dimiliki material, yang hasilnya kemudian akan muncul pada grafik tegangan ( $\sigma$ ) – regangan ( $\epsilon$ )

Langkah – langkah merubah grafik  $P - \Delta L$  menjadi grafik tegangan [ $\sigma$ ] – regangan [ $\epsilon$ ].

- Pada grafik  $P - \Delta L$  pastikan terlebih dahulu yield point dari grafik tersebut. Langkah ini juga bisa didapatkan dari metode offset yaitu perpotongan garis lurus 0,2 % dari  $L_{maks}$ .
- Bagi grafik tersebut menjadi sedikitnya 10 titik bagian. Daerah yield, yield point, ultimate dan breaking point.
- Dari masing - masing koordinat baru yang telah diperoleh maka sumbu tegak  $P$  [N] dapat dirubah menjadi tegangan teknik dengan Persamaan 2.5 dengan pembagi luas penampang awal spesimen ( $A_0$ ).
- Untuk sumbu melintang,  $\Delta L$  dapat dirubah menjadi regangan teknik dengan Persamaan 2.6.
- Untuk mengubah menjadi grafik tegangan – regangan sebenarnya. Dapat digunakan Persamaan 3.2\* dan Persamaan 3.3\* sebagai berikut :

$$\sigma_{sebenarnya} = \sigma_{eng} \times (1 + \epsilon_{eng}) [MPa] \dots \dots \dots (3.2)$$

$$\epsilon_{sebenarnya} = \ln \times (1 + \epsilon_{eng}) \dots \dots \dots (3.3)$$

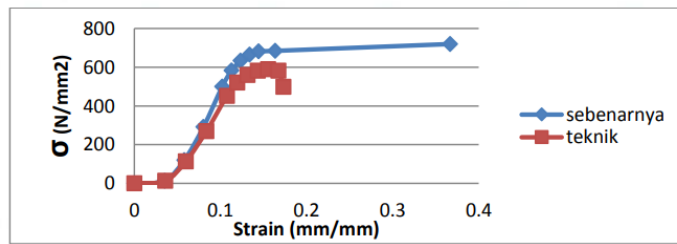
\*persamaan ini hanya berlaku sampai dengan ultimate tensile saja.

- pada titik setelah ultimate tensile maka digunakan Persamaan 3.4 dan Persamaan 3.5 berikut :

$$\sigma_{sebenarnya} = \frac{P}{A_1} [MPa] \dots \dots \dots (3.4)$$

$$\epsilon_{sebenarnya} = \ln \left( \frac{A_0}{A_1} \right) \dots \dots \dots (3.5)$$

Di bawah ini adalah contoh hasil konversi grafik  $P - \Delta L$  menjadi tegangan - regangan teknik dan tegangan - regangan sebenarnya pada Gambar 3.1



Gambar 3. 15 Gambar Grafik tegangan (N/mm<sup>2</sup>) – regangan (mm/mm).

Pada grafik tegangan sebenarnya akan didapatkan tegangan yang terus meningkat, dikarenakan pembagi luasannya adalah A<sub>1</sub>, yang mengecil setiap saat ditarik (necking). Berbeda dengan tegangan teknik yang pembaginya adalah A<sub>0</sub>.

#### **h. Pengolahan Data Analisa dan Pembahasan**

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dari hasil tiap-tiap spesimen. Data yang didapatkan kemudian dikelompokkan dan ditata secara sistematis sehingga nantinya data yang tersaji dapat dianalisa dan dijelaskan secara ilmiah.

Tahap ini merupakan tahap dimana dilakukan analisis dan pembahasan dari hasil pengolahan data yang didapatkan. Dari semua data yang dihasilkan dan tersaji kemudian dianalisa dan dilaskan mengenai hal-hal yang berkaitan maupun yang mempengaruhi hasil penelitian. Tahap ini merupakan tahap akhir dari kegiatan penelitian, sehingga dari analisa tersebut dapat diambil kesimpulan dari keseluruhan hasil penelitian.