

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH KEKUATAN TARIK DAN TEKAN PADA**  
**BAHAN DI 3D PRINTER**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**KURNIAWAN EKO PUTRA**  
**1307230009**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

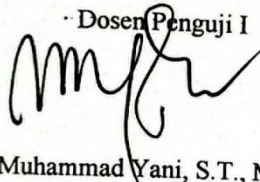
Nama : Kurniawan Eko Putra  
NPM : 1307230009  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Pengaruh Kekuatan Tarik Dan Tekan Pada Bahan Di 3D  
Printer  
Bidang ilmu : Kontruksi Dan Teknik Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 09 September 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



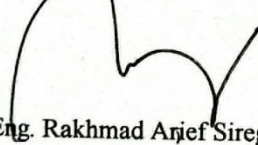
Muhammad Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Khairul Umurani., S.T., M.T

Dosen Penguji III



Dr. Eng. Rakhmad Arjef Siregar

Dosen Penguji IV



Sudirman Lubis.,S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin  
Ketua,



Affandi, S.T., M.T





## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Kurniawan Eko Putra  
Tempat /Tanggal Lahir : Helvetia/ 04 Juni 1995  
NPM : 1307230009  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“Pengaruh Kekuatan Tarik Dan Tekan Pada Bahan Di 3D Printer”,**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi mengakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2019



Saya yang menyatakan,

Kurniawan Eko Putra

## ABSTRAK

Printer 3dimensi atau Additive layer Manufacturing adalah teknologi terbaru di dunia printing. Printer 3D dibuat pertama kali oleh Charles W. Hull pada tahun 1984, merupakan perangkat cetak tercanggih saat ini. Proses kerja dari printer ini adalah dengan menggunakan desain dari gambar digital untuk menghasilkan sebuah objek fisik berbentuk 3D yang identik menggunakan bahan Filamen PLA (polylactic acid) adalah poliester alifatik termoplastik biodegradable dan bioaktif yang berasal dari sumber daya terbarukan, seperti pati jagung dan Filamen ABS (Acrylonitrile butadiene styrene) adalah terpolimer yang dibuat oleh polimerisasi stirena dan akrilonitril dengan adanya polibutadiena, dimana bahan tersebut digunakan sebagai spesimen uji tarik dan uji tekan yang dicetak menggunakan mesin printer 3D dengan ukuran spesimen uji tarik dengan ukuran panjang (P) 180mm, tebal (T) 4mm dan spesimen uji tekan dengan ukuran panjang (P) 50.8mm, diameter (d) 12,7mm. Tujuan penulisan ini yaitu untuk mengamati kekuatan tarik dan tekan berupa tegangan, modulus elastisitas dan regangan serta untuk mengevaluasi pengujian dengan laju regangan yang berbeda. Adapun proses pengujian yang dilakukan dengan metode pengujian tarik dan tekan statis. Yaitu spesimen diletakkan di atas dudukan spesimen dan dijepit agar tidak lepas, pada saat pengujian spesimen ditarik dan ditekan oleh mesin uji statis. Dari hasil yang telah didapatkan pada pengujian tarik dan tekan spesimen PLA dan ABS didapatkan hasil spesimen ABS lebih elastis dan nilai perbandingannya lebih tinggi dibanding spesimen PLA. Dimana hasil perbandingan nilai tertinggi tegangan uji tarik PLA adalah 80.17 Mpa dan ABS 129.26 Mpa, hasil perbandingan nilai tertinggi regangan uji tarik PLA adalah 26 Mpa dan ABS 42 Mpa, hasil perbandingan nilai tertinggi tegangan uji tekan PLA adalah 29.12 Mpa dan ABS 809 Mpa, hasil perbandingan nilai tertinggi regangan uji tekan PLA adalah 81 Mpa dan ABS 61 Mpa.

**Kata kunci : *Printer 3D, Filament PLA dan ABS, Uji Tarik, Uji Tekan, Statis.***

## ABSTRACT

3D printer or Additive layer Manufacturing is the latest technology in the printing world. The 3D printer was first made by Charles W. Hull in 1984, is the most sophisticated printing device at the moment. The work process of this printer uses digital image design to produce identical 3D physical objects using PLA filament (polylactic acid) is a thermoplastic aliphatic polyester that can biodegrade and bioactively derived from renewable resources, such as corn starch and ABS filaments (Acrylonitrile butadiene styrene) is a polymerized polymer made by styrene and acrylonitrile polymerization with polybutadiene, where the material is used as a tensile and compressive test specimen printed using a 3d printer machine with a specimen size (T) 4mm and a compressive test specimen with a long size (P ) 50.8mm, diameter (d) 12.7mm. The purpose of selecting this is to release tensile and compressive strength, modulus of elasticity and strain and to test the test with different strain speeds. When the testing process is carried out with the tensile testing method and press statistics. That is, the specimen is placed on the specimen holder and pinched so that it does not come loose, when testing the specimen, it is pulled and pressed by a statistical test machine. From the results obtained in tensile and compressive testing of PLA and ABS specimens, the ABS specimens are more elastic and the benefits are higher than PLA specimens. Where the results of the highest PLA assessment were 80.17 MPa and ABS 129.26 MPa, the highest PLA assessment results were 26 MPa and 42 MPa ABS, PLA value added assessment results were 29.12 MPa and ABS 809 MPa, the highest PLA score was 81 MPa and ABS 61 Mpa

***Keywords: 3D Printer, PLA and ABS Filament, Tensile Test, Compressive Test, Static***

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Kekuatan Tarik Dan Tekan Pada Bahan Di 3D Printer” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Sudirman Lubis, S.T.,M.T, selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Muhammad Yani, S.T., M.T, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T, selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Affandi, S.T., M.T sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu dan motivasi kepada penulis.

8. Orang tua penulis: Bapak Anwar dan Ibu Sumartini, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: Seluruh teman-teman seperjuangan stambuk 13 A3 Malam Riki Andrean, S.T dan terutama rekan-rekan team Koboridos, Eko Kodok, Riki Babang Noah, Sandi Bogel dan Babang Banda Does. Yang telah banyak memberikan bantuan dan kerja samanya kepada penulis.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi Teknik Mesin.

Medan, 02 September 2019

Kurniawan Eko Putra

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Mesin Printer 3D	4
2.2 Mekanisme Pada Mesin <i>Printer 3D</i>	4
2.3 Filament PLA (Polylactic Acid)	5
2.4 Filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)	6
2.5 Uji kekuatan Tarik Dan Tekan	7
2.6 Uji Keuatan Tekan Statis	11
2.7 Fenomena Pada Uji Tekan	12
2.8 Tegangan ( <i>Stress</i> )	14
2.9 Regangan ( <i>Strain</i> )	14
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu	16
3.1.1 Tempat Penelitian	16
3.1.2 Waktu Penelitian	15
3.2 Alat Dan Bahan	16
3.3 Bahan Yang Digunakan	18
3.4 Ukuran Spesimen Uji Tarik	19
3.5 Ukuran Spesimen Uji Tekan	19
3.6 Diagram Alir Penelitian	21
3.7 Proses Pengujian Kekuatan Tarik dan Tekan	22
3.8 Prosedur Pengujian Tarik Statis	24
3.9 Prosedur Pengujian Tekan Statis	24
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Penelitian	26
4.2 Hasil Pembuatan Spesimen PLA Uji Tarik	26
4.3 Hasil Pengujian Spesimen PLA	26
4.4 Hasil Pengujian Tarik Statis Pada Spesimen Pertama	27



Filamen PLA	
4.4.1 Hasil Pengujian Tarik Statis Pada Spesimen kedua Filamen PLA	27
4.4.2 Hasil Pengujian Tarik Statis Pada Spesimen ketiga Filamen PLA	28
4.4.3 Hasil Perbandingan Uji Tarik Spesimen Filament PLA	29
4.5 Hasil Pembuatan Spesimen ABS Uji Tarik	30
4.6 Hasil Pengujian Tarik Statis Pada Spesimen ABS	30
4.7 Hasil Pengujian Tarik Statis Pada Spesimen Pertama Filamen ABS	31
4.7.1 Hasil Pengujian Tarik Statis Pada Spesimen Kedua Filamen ABS	32
4.7.2 Hasil Pengujian Tarik Statis Pada spesimen ketiga filamen ABS	33
4.7.3 Hasil Perbandingan Uji Tarik Spesimen Filamen ABS	33
4.8 Hasil Modulus Elastisitas Setiap Bukan Katub Pada Pengujian Tarik.	35
4.9 Hasil Perbandingan Tegangan Uji Tarik Spesimen Filamen PLA Dan ABS	35
4.10 Hasil Perbandingan Pegangan Uji Tarik Spesimen Filament PLA Dan ABS	36
4.11 Hasil Pembuatan Spesimen Uji Tekan Filamen PLA	37
4.12 Hasil Pengujian Tekan Filamen PLA	37
4.13 Hasil Pengujian Tekan Statis Pada Spesimen Pertama Filamen PLA	38
4.13.1 Hasil Pengujian Tekan Statis Pada Spesimen kedua Filamen PLA	39
4.13.2 Hasil Pengujian Tekan Statis Pada Spesimen ketiga Filamen PLA	39
4.13.3 Hasil Perbandingan Uji Tekan Spesimen Filamen PLA	40
4.14 Hasil Pembuatan Spesimen ABS	41
4.15 Spesimen ABS Hasil Pengujian Tekan Statis	42
4.16 Hasil Tengujian Tekan Statis Pada Spesimen Pertama Filamen ABS	43
4.16.1 Hasil Pengujian Tekan Statis Pada Spesimen kedua Filamen ABS	43
4.16.2 Hasil Pengujian Tekan Statis Pada Spesimen ketiga Filamen ABS	44
4.16.3 Hasil Perbandingan Uji Tekan Spesimen Filamen ABS	45
4.17 Hasil Modulus Elastisitas Setiap Bukaannya Katub Pada Pengujian Tekan	46
4.18 Hasil Perbandingan Tegangan Uji tekan Spesimen Filamen PLA Dan ABS	47
4.19 Hasil Perbandingan Regangan Uji Tekan Spesimen Filamen PLA Dan ABS	48

**BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan

49

5.2 Saran

49

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

**LEMBAR ASISTENSI**

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1:Timeline Kegiatan	16
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tarik Statis Filamen PLA Panjang 180 mm Dan Tebal 4 mm	29
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tarik Statis Filamen ABS Panjang 180 mm Dan Tebal 4 mm	33
Tabel 4.3 Hasil Modulus Elastisitas Setiap Bukaan Katub Filamen PLA Uji Tarik	35
Tabel 4.4 Hasil Modulus Elastisitas Setiap Bukaan Katub Filamen ABS Uji Tarik	35
Tabel 4.5 Hasil Perbandingan Modulus Elastisitas Setiap Bukaan Katub Filamen PLA Dan ABS Uji Tarik	35
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Tekan Statis Filamen PLA Panjang 50,8 mm Dan Diameter 12.7 mm	40
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Tekan Statis Filamen ABS Panjang 50,8 mm Dan Diameter 12,7 mm	45
Tabel 4.8 Hasil Modulus Elastisitas Setiap Bukaan Katub Spesimen PLA	46
Tabel 4.9 Hasil Modulus Elastisitas Setiap Bukaan Katub Spesimen ABS	46
Tabel 4.10 Hasil Perbandingan Modulus Elastisitas Setiap Bukaan Katub Filamen PLA Dan ABS Uji Tekan	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Printer 3D	4
Gambar 2.2 Filament Pla (Polyactic Acid)	6
Gambar 2.3 Filamet Abs (Acrylonitrile Nutadine Styrene)	7
Gambar 2.4 Mesin Uji Tarik Dilengkapi Spesimen Ukuran Standar	8
Gambar 2.5 Standar Dimensi Dan Ukuran Untuk Uji Tarik	9
Gambar 2.6 Contoh Kurva Uji Tarik	9
Gambar 2.7 .Pengujian Tekan Disarankan Oleh Astm	12
Gambar 2.8 .Pelat Tekan Konis Sudut Gesekan	12
Gambar 2.9 Penekanan Dan Bentuk Tong Akibat Gesekan	13
Gambar 2.10 Pembengkokan Pada Spesimen	14
Gambar 3.1 Laptop	17
Gambar 3.2mesin Printer 3d Prusa I3 A8	17
Gambar 3.3 Filament Pla (Polylactic Acid)	18
Gambar 3.4 Filament Abs (Acrylonitrile Butadiene Stryrene)	19
Gambar 3.5 Spesimen Uji Tarik Standar Astm D638 Type 1	19
Gambar 3.6 Spesimen Uji Tekan Standar Astm D695	19
Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.8 Proses Pencetakan Spesimen	22
Gambar 3.9 Proses Input Dan Out Put Data Uji Statis	23
Gambar 3.10 Proses Pengujian Tarik Dan Tekan Statis	23
Gambar 3.11 Set Up Alat Pengujian	25
Gambar 4.1 Spesimen Filament Pla	26
Gambar 4.2 Hasil Uji Spesimen Pla	27
Gambar 4.3 Grafik Uji Tarik Spesimen Pertama Filament Pla	27
Gambar 4.4 Grafik Uji Tarik Spesimen Pertama Filament Pla	28
Gambar 4.5 Grafik Uji Tarik Spesimen Ketiga Filament Pla	28
Gambar 4.6 Hasil Perbandingan Tegangan Uji Tarik Spesimen Filamen Pla	29
Gambar 4.7 Hasil Perbandingan Regangan Uji Tarik Spesimen Filamen Pla	30
Gambar 4.8 Spesimen Filament Abs	30
Gambar 4.9 Hasil Uji Spesiment Abs	31
Gambar 4.10 Grafik Uji Tarik Spesimen Pertama Filament Abs	32
Gambar 4.11 Grafik Uji Tarik Spesimen Kedua Filament Abs	32
Grafik 4.12 Grafik Uji Tarik Spesiment Ke Tiga Filamen Abs	33
Gambar 4.13 Hasil Perbandingan Tegangan Uji Tarik Spesimen Filamen Abs	34
Gambar 4.14 Hasil Perbandingan Regangan Uji Tarik Spesimen Filamen Abs	34
Gambar 4.15 Hasil Perbandingan Tegangan Uji Tarik Spesimen Filamen Pla Dan Abs	36
Gambar 4.16 Hasil Perbandingan Regangan Uji Tarik Spesimen Filamen Pla Dan Abs	36
Gambar 4.17 Spesimen Uji Tekan Pla	37
Gambar 4.18 Spesimen Pla Hasil Pengujian Tekan	37
Grafik 4.19 Grafik Uji Tekan Spesimen Pertama Filamen Pla	38

Grafik 4.20 Grafik Uji Tekan Spesimen Kedua Filamen Pla	39
Grafik 4.21 Grafik Uji Tekan Spesimen Ketiga Filamen Pla	40
Gambar 4.22 Hasil Perbandingan Tegangan Max Uji Tekan Spesimen Filamen Pla	41
Gambar 4.23 Hasil Perbandingan Regangan Max Uji Tekan Spesimen Filamen Pla	41
Gambar 4.24 Spesimen Uji Tekan Filament Abs	42
Gambar 4.25 Spesimen Abs Hasil Uji Tekan	42
Grafik 4.26 Grafik Uji Tekan Spesimen Pertama Filamen Abs	43
Grafik 4.27 Grafik Uji Tekan Spesimen Kedua Filamen Abs	44
Grafik 4.28 Grafik Uji Tekan Spesimen Ketiga Filamen Abs	45
Gambar 4.29 Hasil Perbandingan Tegangan Max Uji Tekan Spesimen Filamen Abs	46
Gambar 4.30 Hasil Perbandingan Regangan Max Uji Tekan Spesimen Filamen Abs	46
Gambar 4.31 Hasil Perbandingan Tegangan Uji Tekan Spesimen Filamen Pla Dan Abs	47
Gambar 4.32 Hasil Perbandingan Regangan Uji Tekan Spesimen Filamen Pla Dan Abs	48

## DAFTAR NOTASI

<b>Simbol</b>	<b>Besaran</b>	<b>Satuan</b>
$\delta$	Regangan nominal	-
$P$	Gaya aksi	P
$e$	Regangan	-
$L$	Panjang mula mula	M
$LO$	Panjang ukur mula mula	M
$E$	Modulus elasisitas	Mpa
$\sigma$	Tegangan	N/m <sup>2</sup>



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1 Latar Belakang

Printer 3dimensi atau Additive layer Manufacturing adalah teknologi terbaru di dunia printing. Printer jenis ini masih tergolong jenis printer yang tercanggih yang masih di kembangkan oleh perusahaan besar di jepang dan beberapa negara lain nya, cara kerja dari 3dimensi ini adalah proses membuat objek prototype pada 3dimensi atau bentuk apapun dari modal digital yang berbahan dasar plastik.

Printer 3D dibuat pertama kali oleh Charles W. Hullpada tahun 1984. Printer 3D merupakan perangkat cetak tercanggih saat ini. Proses kerja dari printer ini adalah dengan menggunakan desain dari gambar digital untuk menghasilkan sebuah objek fisik berbentuk 3D yang identik .

Dari segi material printing, material yang hingga saat ini umumnya digunakan untuk printer 3d adalah plastic, metal dan keramik. Namun terdapat juga beberapa jenis filament yang masih belum umum digunakan, salah satunya yaitu jenis lilin. Filament lilin dibandingkan dengan filament lainnya seperti plastic, memiliki titik leleh yang paling rendah dan mempunyai kelebihan yaitu dapat diuapkan. Apabila alat ini dapat membuat pola lilin yang rumit, maka salah satu contoh pada pengaplikasiannya adalah dapat digunakan sebagai pembuatan pola untuk proses lost wax-casting. Saat ini alat printer 3d pada umumnya dijual dengan harga yang mahal. Hal ini dikarenakan konstruksi alat yang rumit dan besar.

Kemudian diuji tarik dengan satu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan atau material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu. Uji tarik mungkin adalah cara pengujian bahan yang paling mendasar. Hasil dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat.

Setelah itu melakukan uji tekan lebih yang tinggi dari kekuatan tarik. Tetapi kalau suatu komponen hanya menerima beban tekan saja dan dirancang

berdasarkan kekuatan tarik saja, kadang-kadang perhitungan menghasilkan dimensi yang berlebihan. Jadi dalam hal tersebut pengujian tekan masih diperlukan.

Jadi hanya bekerja gaya aksial saja menyatakan cara pengujian tekan 1 angka disarankan oleh ASTM. Selanjutnya tegangan yang tepat sukar karena batang uji berdeformasi menjadi bentuk tong disebabkan adanya gesekan antara landasan dan batang uji atau terjadi tekungan (buckling), karena itu beberapa percobaan dibuat dari keramik sebagai landasan dari silika.

Dengan latar belakang ini maka dibuat penelitian ini sebagai tugas sarjana dengan judul : Pengaruh Kekuatan Tarik Dan Tekan Di Printer 3D.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah analisa ini adalah : bagaimana mendapatkan hasil pengujian terhadap kekuatan tarik dan tekan terhadap material filament PLA, ABS

## 1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup diperlukan untuk menghindari pembahasan atau pengkajian yang tidak terarah agar pemecahan masalah dapat mudah dilaksanakan. Maka penulis akan membahas masalah yang berkaitan dengan :

- a. Spesimen yang digunakan menggunakan standart ukuran ASTM D638 untuk pengujian tarik dan ASTM D695 untuk pengujian tekan.
- b. Pengujian menggunakan alat uji tarik dan tekan statis (*Universal Testing Machine*).
- c. Bahan yang digunakan adalah filament PLA dan ABS

## 1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengamati kekuatan tarik dan tekan PLA dan ABS berupa tegangan, modulus elastisitas dan regangan.
2. Untuk mengevaluasi pengujian dengan laju regangan yang berbeda.

## 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini, diantaranya:

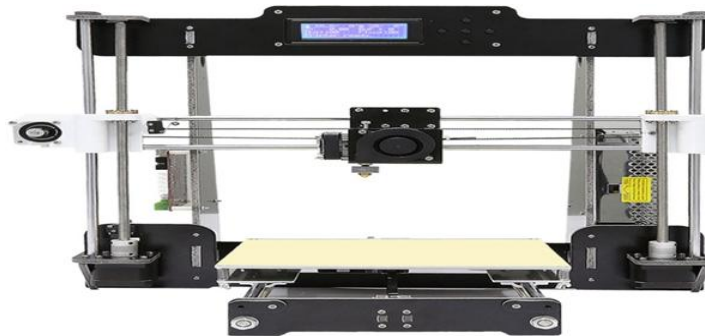
1. Menghasilkan pengetahuan ilmiah dalam pencetakan spesimen uji tarik dan tekan dengan menggunakan bahan filament PLA dan ABS pada mesin printer 3D.
2. Menambah pengetahuan tentang uji tarik statis dengan menggunakan bahan filament PLA dan ABS.
3. Menambah pengetahuan tentang uji tarik statis dengan menggunakan bahan filament PLA dan ABS.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Mesin Printer 3D

3D Printing adalah sebuah proses untuk membuat objek konkrit 3 dimensi dengan bentuk apapun dari model digital yang ada. Printer dengan kecanggihan khusus, yakni mampu mencetak benda, yang sama persis dengan gambar soft file-nya, dalam bentuk 3D (tidak lagi sebatas mencetak gambar diatas kertas saja). Berhubung hasil cetakan bukan berupa gambar atau tulisan diatas kertas, maka printer 3D pun tidak memiliki amunisi berupa tinta, melainkan bahan lain yang menjadi bahan dasar pembuatan produk. Misalnya, untuk mencetak gantungan kunci, maka tinta di printer diganti dengan bahan plastik. Dengan begitu, seseorang yang memiliki Printer 3D akan mampu memiliki apapun yang mereka inginkan, asalkan memiliki design atau gambar. Mesin 3d printer dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Printer 3D

#### 2.2 Mekanisme pada mesin Printer 3D

##### 1. Model Objek 3D

Model objek 3D dapat dibuat dengan menggunakan software khusus untuk model desain 3D yang printernya mendukung contohnya solidwork, catia, autocad dan delcam.

##### 2. Proses Printing

Apabila desainnya sudah dibuat anda bias langsung print di mesin *printer 3D*. Kemudian proses pencetakan ini tergantung dari besar dan ukuran model.

Proses printing menggunakan prinsip Additive Layer dengan rangkaian proses mesin membaca rancangan 3D dan mulai menyusun lapisan secara berturut turut untuk membangun model virtual digabungkan secara otomatis untuk membentuk susunan lengkap yang utuh.

### 3. Finishing

Pada tahap ini anda dapat menyempurnakan bagian bagian kompleks yang bisa jadi disebabkan oleh over sized atau ukuran yang berbeda dari yang diinginkan. Teknik tambahan untuk menyempurnakan proses ini dapat pula menggunakan teknik multiple material atau kombinasi warna.

#### 2.3 Filament PLA (*Polyactic Acid*)

Poli (asam laktat) atau polylactic acid atau polylactide ( PLA ) adalah poliester alifatik termoplastik biodegradable dan bioaktif yang berasal dari sumber daya terbarukan , seperti pati jagung (di Amerika Serikat dan Kanada), akar singkong , keripik atau pati (kebanyakan di Asia) , atau tebu (di seluruh dunia). Pada tahun 2010, PLA memiliki volume konsumsi tertinggi kedua dari bioplastik manapun di dunia.

Membentuk stereokompleks yang sangat teratur dengan peningkatan kristalinitas. Stabilitas suhu dimaksimalkan ketika campuran 1: 1 digunakan, tetapi bahkan pada konsentrasi yang lebih rendah dari 3–10% dari PDLA, masih ada peningkatan substansial. Dalam kasus selanjutnya, PDLA bertindak sebagai agen nukleasi, sehingga meningkatkan laju kristalisasi. Biodegradasi PDLA lebih lambat daripada PLA karena kristalinitas PDLA yang lebih tinggi. Modulus lentur dari PLA lebih tinggi dari polistirena dan PLA memiliki ketahanan panas yang baik.

Beberapa teknologi seperti annealing, menambahkan nukleasi agen, membentuk komposit dengan serat atau nano-partikel , rantai memanjang dan memperkenalkan struktur silang memiliki telah digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik polimer PLA. Asam polilaktat dapat diproses seperti kebanyakan termoplastik menjadi serat (misalnya, menggunakan proses pemintalan lelehan konvensional) dan film. PLA memiliki sifat mekanik yang mirip dengan polimer PETE , tetapi memiliki suhu penggunaan terus menerus maksimum yang secara

signifikan lebih rendah. Dengan energi permukaan yang tinggi, PLA memiliki printability mudah yang membuatnya banyak digunakan dalam pencetakan 3D. Kekuatan tarik untuk PLA cetak 3D telah ditentukan. Filament Pla (Polyactic Acid) dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Filament Pla (Polyactic Acid)

#### 2.4 Filament 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, zat karet , memberikan ketangguhan bahkan pada suhu rendah.

Sifat mekanis yang paling penting dari ABS adalah ketahanan dan ketangguhan impak. Berbagai modifikasi dapat dilakukan untuk meningkatkan ketahanan benturan, 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 kelas yang berbeda. Dua kategori utama bisa ABS untuk ekstrusi dan ABS untuk cetak injeksi, kemudian resistensi dampak tinggi dan sedang.



Polimer ABS tahan terhadap asam berair, alkali, asam hidroklorat dan fosfat pekat, alkohol dan 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 digunakan sebagian besar untuk tujuan mekanis, plastik ABS juga memiliki 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 kemudian 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 paling beracun dari pembakaran atau pirolisis adalah karbon monoksida dan hidrogen sianida. Filamet ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) dapat dilihat pada gambar 2.3.



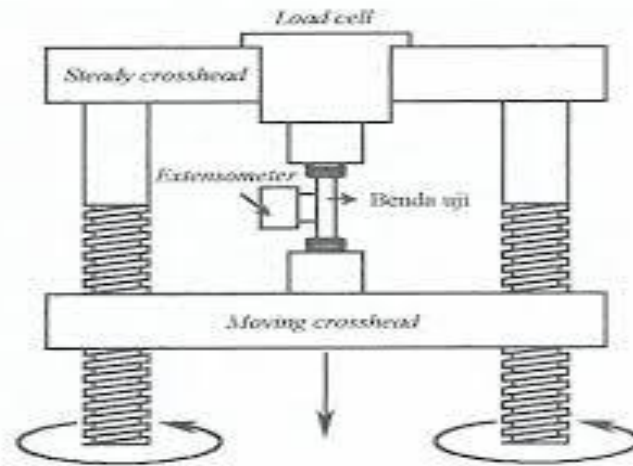
Gambar 2.3 Filamet ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)

## 2.5 Uji kekuatan Tarik Dan Tekan

Uji Tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkraman (*grip*) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiff*).

Banyak hal yang dapat kita pelajari dari hasil uji tarik. Bila kita terus menarik suatu bahan (dalam hal ini suatu spesimen) sampai putus. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang. Profil ini

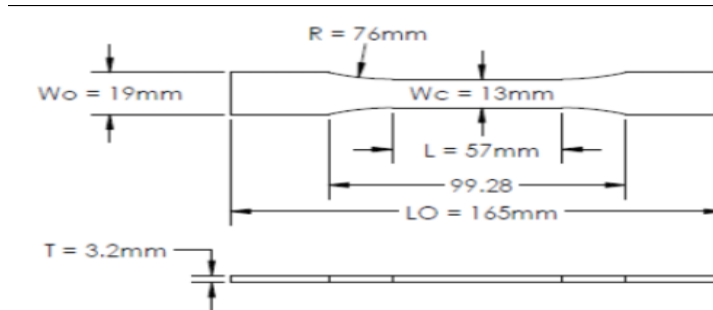
sangat diperlukan dalam desain yang memakai bahan tersebut. Mesin uji tarik dilengkapi spesimen ukuran standar dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Mesin uji tarik dilengkapi spesimen ukuran standar.

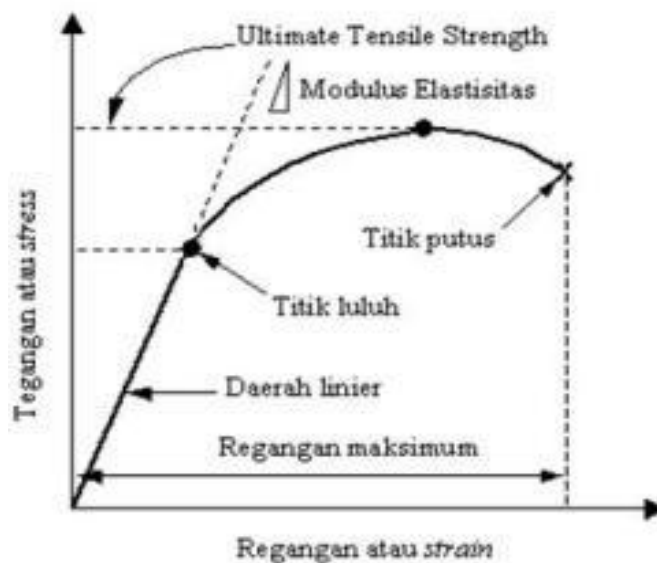
Pengujian tarik yaitu pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang sifat-sifat dan keadaan dari suatu logam. Pengujian tarik dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan, kemudian akan terjadi pertambahan panjang yang sebanding dengan gaya yang bekerja. Kesebandingan ini terus berlanjut sampai bahan sampai titik propotionality limit. Setelah itu pertambahan panjang yang terjadi sebagai akibat penambahan beban tidak lagi berbanding lurus, pertambahan beban yang sama akan menghasilkan penambahan panjang yang lebih besar dan suatu saat terjadi penambahan panjang tanpa ada penambahan beban, batang uji bertambah panjang dengan sendirinya. Hal ini dikatakan batang uji mengalami yield (luluh). Keadaan ini hanya berlangsung sesaat dan setelah itu akan naik lagi. Spesimen uji harus memenuhi standar dan spesifikasi dari ASTM E8 atau D638. Bentuk dari spesimen penting karena kita harus menghindari terjadinya patah atau retak pada daerah grip atau yang lainnya. Jadi standarisasi dari bentuk spesimen uji dimaksudkan agar retak dan patahan terjadi di daerah gage length. Face dan grip adalah faktor penting. Dengan pemilihan *setting* yang tidak tepat, spesimen uji akan terjadi slip atau bahkan pecah dalam daerah grip (jaw break). Ini akan menghasilkan hasil yang tidak valid. Face harus selalu tertutupi di seluruh permukaan yang kontak dengan grip.

Agar spesimen uji tidak bergesekan langsung dengan face. Standar dimensi dan ukuran untuk uji tarik dapat di lihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Standar dimensi dan ukuran untuk uji tarik

Beban yang diberikan pada bahan yang di uji ditransmisikan pada pegangan bahan yang di uji. Dimensi dan ukuran pada benda uji disesuaikan dengan standar baku pengujian. Contoh kurva uji tarik dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Contoh kurva uji tarik

Tegangan yang digunakan pada kurva adalah tegangan membujur rata-rata dari pengujian tarik. Tegangan teknik tersebut diperoleh dengan cara membagi beban yang diberikan dibagi dengan luas awal penampang benda uji.

$$\delta = \frac{P}{AO} \tag{2.1}$$

Regangan yang digunakan untuk kurva tegangan-regangan teknik adalah regangan linier rata-rata, yang diperoleh dengan cara membagi perpanjangan yang dihasilkan setelah pengujian dilakukan dengan panjang awal.

$$e = \frac{L - LO}{LO} \quad (2.2)$$

Bentuk dan besaran pada kurva tegangan-regangan suatu spesimen tergantung pada komposisi, perlakuan panas, deformasi plastik, laju regangan, temperatur dan keadaan tegangan yang menentukan selama pengujian. Parameter-parameter yang digunakan untuk menggambarkan kurva tegangan-regangan logam adalah kekuatan tarik, kekuatan luluh atau titik luluh, persen perpanjangan dan pengurangan luas. Dan parameter pertama adalah parameter kekuatan, sedangkan dua yang terakhir menyatakan keuletan bahan.

Bentuk kurva tegangan-regangan pada daerah elastis tegangan berbanding lurus terhadap regangan. Deformasi tidak berubah pada pembebanan, daerah remangan yang tidak menimbulkan deformasi apabila beban dihilangkan disebut daerah elastis. Apabila beban melampaui nilai yang berkaitan dengan kekuatan luluh, benda mengalami deformasi plastis bruto. Deformasi pada daerah ini bersifat permanen, meskipun bebannya dihilangkan. Tegangan yang dibutuhkan untuk menghasilkan deformasi plastis akan bertambah besar dengan bertambahnya regangan plastik.

Pada tegangan dan regangan yang dihasilkan, dapat diketahui nilai modulus elastisitas. Persamaannya dituliskan dalam persamaan

$$E = \frac{\sigma}{e} \quad (2.3)$$

Pada mulanya pengerasan regang lebih besar dari yang dibutuhkan untuk mengimbangi penurunan luas penampang lintang benda uji dan tegangan teknik (sebanding dengan beban F) yang bertambah terus, dengan bertambahnya regangan. Akhirnya dicapai suatu titik di mana pengurangan luas penampang lintang lebih besar dibandingkan pertambahan deformasi beban yang diakibatkan oleh pengerasan regang.

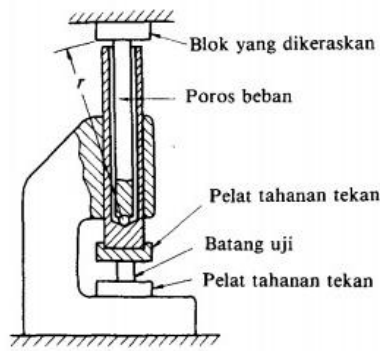
Keadaan ini untuk pertama kalinya dicapai pada suatu titik dalam benda uji yang sedikit lebih lemah dibandingkan dengan keadaan tanpa beban. Seluruh deformasi plastis berikutnya terpusat pada daerah tersebut dan benda uji mulai

mengalami penyempitan secara lokal. Karena penurunan luas penampang lintang lebih cepat daripada penambahan deformasi akibat pengerasan regang, beban sebenarnya yang diperlukan untuk mengubah bentuk benda uji akan berkurang dan demikian juga tegangan teknik pada persamaan (1) akan berkurang hingga terjadi patah.

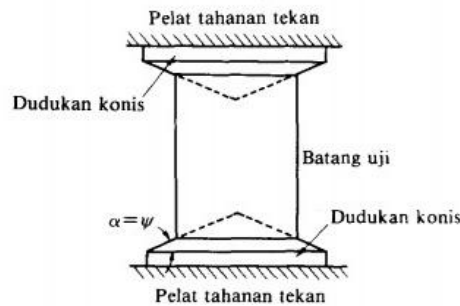
## 2.6. Uji Kekuatan Tekan Statis

Kekuatan tekan adalah kapasitas dari suatu bahan atau struktur dalam menahan beban yang akan mengurangi ukurannya. Kekuatan tekan dapat diukur dengan memasukkannya ke dalam kurva tegangan-regangan dari data yang didapatkan dari mesin uji. Beberapa bahan akan patah pada batas tekan, beberapa mengalami deformasi yang tidak dapat dikembalikan. Deformasi tertentu dapat dianggap sebagai batas kekuatan tekan, meski belum patah, terutama pada bahan yang tidak dapat kembali ke kondisi semula (irreversible). Pengetahuan mengenai kekuatan tekan merupakan kunci dalam mendesain sebuah struktur. Kekuatan tekan dapat diukur dengan mesin uji universal. Pengujian kekuatan tekan, seperti halnya pengujian kekuatan tarik, dipengaruhi oleh kondisi pengujian (penyiapan spesimen, kondisi kelembaban dan temperatur ruang uji, dan sebagainya).

Jadi hanya bekerja gaya aksial saja. menyatakan cara pengujian tekan 1 angka disarankan oleh ASTM. Selanjutnya tegangan yang tepat sukar karena batang uji berdeformasi menjadi bentuk tong disebabkan adanya gesekan antara landasan dan batang uji atau terjadi tekukan (buckling), karena itu beberapa percobaan dibuat seperti ditunjukkan dalam baru-baru ini ditemukan bahan yang baik terbuat dari keramik sebagai landasan dari silika, yang memberikan pengaruh. (Tata Surdia. 1999). Pengujian Tekan Disarankan Oleh ASTM dan Pelat Tekan Konis Sudut Gesekan dapat dilihat pada gambar 2.7 dan 2.8.



Gambar 2.7 .Pengujian Tekan Disarankan Oleh ASTM



Gambar 2.8 .Pelat Tekan Konis Sudut Gesekan

Pengujian tekan adalah salah satu pengujian mekanik dan tergolong pada jenis pengujian yang merusak dimana gaya luar yang diberikan atau penekanan segaris dengan sumbu spesimen.

Pengujian tekan ini bertujuan untuk mencari sifat mekanik dan beban tekan maksimum yang dapat diterima benda atau spesimen uji.

## 2.7 Fenomena Pada Uji Tekan

### 1. Barrelling

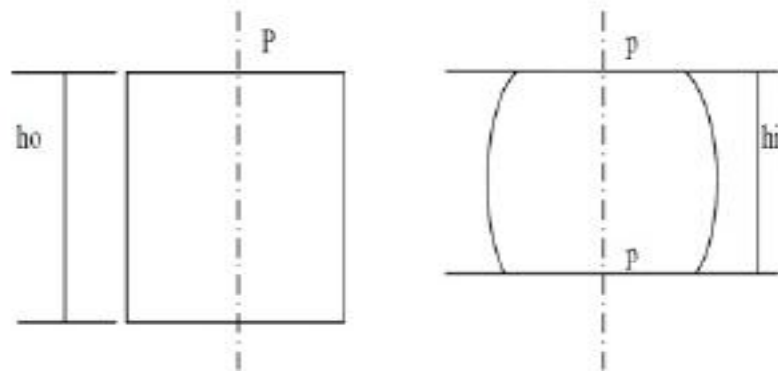
Barrelling adalah salah satu fenomena yang terjadi pada uji tekan dimana terjadi perubahan bentuk dimensi karena gesekan antara penekanan dan benda kerja. Gesekan antara spesimen dan yang menghambat permukaan atas dan bawah spesimen bereaksi secara bebas, ini bisa menyebabkan timbulnya fenomena



## 2. Barrelling.

Fenomena yang terjadi pada pengujian tekan pada prinsipnya tergantung dari diameter dan tinggi spesimen yang dilakukan pengujian. Misalkan diameter spesimen adalah “d”, dan tinggi spesimen adalah “h”, maka untuk perbandingan h:d lebih kecil dari 3:2, maka fenomena yang terjadi adalah Barrelling.

Adapun contoh gambar dari fenomena *barreling* ini dapat kita lihat pada gambar 2.9

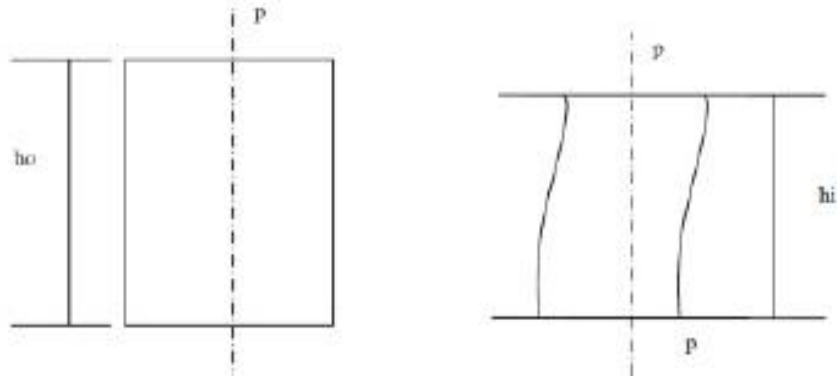


Gambar 2.9 Penekanan dan Bentuk Tong akibat Gesekan

## 3. Buckling

Adalah terjadinya pembengkokan pada material setelah diberikan beban tekan. Fenomena yang terjadi pada pengujian tekan pada prinsipnya tergantung dari diameter dan tinggi spesimen yang dilakukan pengujian. Misalkan diameter spesimen adalah “d”, dan tinggi spesimen adalah “h”, maka untuk perbandingan h:d lebih besar dari 3:2, maka fenomena yang terjadi adalah Buckling.

Adapun contoh gambar dari fenomena *buckling* ini dapat kita lihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Pembengkokan pada Spesimen

## 2.8 Tegangan (*Stress*)

Tegangan merupakan besaran skalar yang memiliki satuan  $N.m^{-2}$  atau Pascal ( $Pa$ ). Tegangan pada sebuah benda menyebabkan benda itu mengalami perubahan bentuk. Tegangan adalah tahanan material terhadap gaya atau beban, tegangan diukur dalam bentuk gaya per luas. Tegangan normal adalah tegangan yang tegak lurus terhadap permukaan dimana tegangan tersebut diterapkan. Tegangan normal berupa tarikan atau tekanan. Satuan aluminium (Al) untuk tegangan normal adalah Newton per meter kuadrat ( $N/m^2$ ) atau pascal ( $Pa$ ). Tegangan dihasilkan dari gaya seperti: tarikan, tekanan atau geseran yang menarik, mendorong, melintir, memotong atau mengubah bentuk potongan bahan dengan berbagai cara. Cara lain untuk mendefinisikan tegangan adalah dengan menyatakan bahwa tegangan adalah jumlah gaya dibagi luas permukaan dimana gaya tersebut bereaksi (Wu Z.Y. (2016)).

Tegangan normal dianggap positif jika menimbulkan suatu tarikan (*tensile*) dan dianggap negatif jika menimbulkan penekanan (*compression*).

## 2.9 Regangan (*Strain*)

Regangan didefinisikan sebagai perubahan ukuran bentuk material dari panjang awal sebagai hasil dari gaya yang menarik atau menekan pada material. Apabila suatu spesimen struktur material diikat pada jepitan mesin pengujian dan beban serta penambahan panjang spesifikasi diamati serempak, maka dapat digambarkan pengamatan grafik dimana ordinat menyatakan beban dan absis menyatakan pertambahan panjang. Batasan sifat elastis perbandingan regangan dan tegangan akan linier akan berakhir sampai pada titik mulur. Hubungan

tegangan dan regangan tidak lagi linier pada saat material mencapai pada batasan fase sifat plastis. Menurut Marciniak dkk (2002), regangan dibedakan menjadi dua yaitu: *engineering strain* dan *true strain*. *engineering strain* adalah regangan yang dihitung menurut dimensi benda aslinya (panjang awal). Sehingga untuk mengetahui besarnya regangan yang terjadi adalah dengan membagi perpanjangan dengan panjang semula.

$$\varepsilon_{eng} = \frac{t - t_0}{t_0} 100\% = \frac{\Delta t}{t_0} \times 100 \quad (2.4)$$

## BAB 3 METODELOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.1.1 Tempat Penelitian

Adapun Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri, No.3 Medan.

#### 3.1.2 Waktu Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan penelitian Pengerjaan pengujian dan penyusunan tugas sarjana ini di laksanakan mulai 11 April 2019 dapat dilihat pada tabel 3.1 dan langkah-langkah penelitian

Tabel 3.2. Timeline Kegiatan

No	Kegiatan	April	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep
01	Pengajuan Judul						
02	Studi Literatur						
03	Penyediaan Bahan Dan Spesimen						
04	Pembuatan Spesimen						
05	Pelaksanaan Pengujian						
06	Penyelesaian Skripsi						

### 3.2. Alat dan Bahan

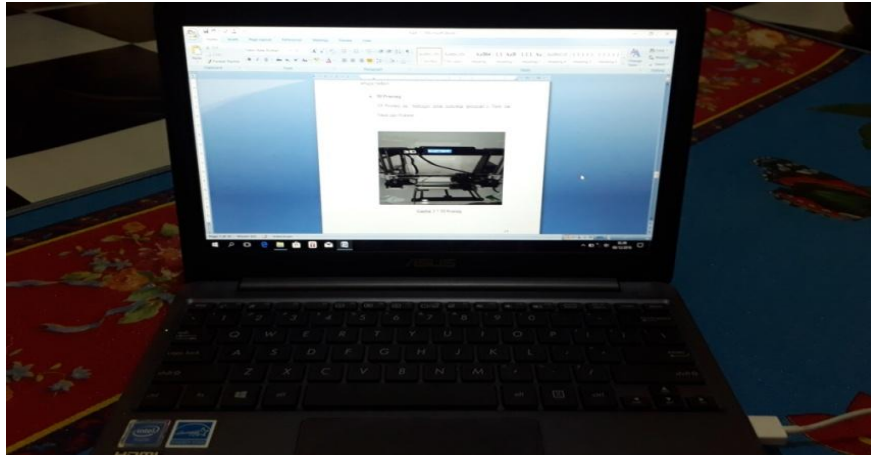
Adapun alat yang digunakan dalam pembuatan spesimen, adalah sebagai berikut :

#### a. Laptop

Spesifikasi laptop yang digunakan dalam studi numeric ini adalah sebagai berikut :

1. Processor : Intel(R) Coleron(R) CPU N3350 @ 1.10GHz

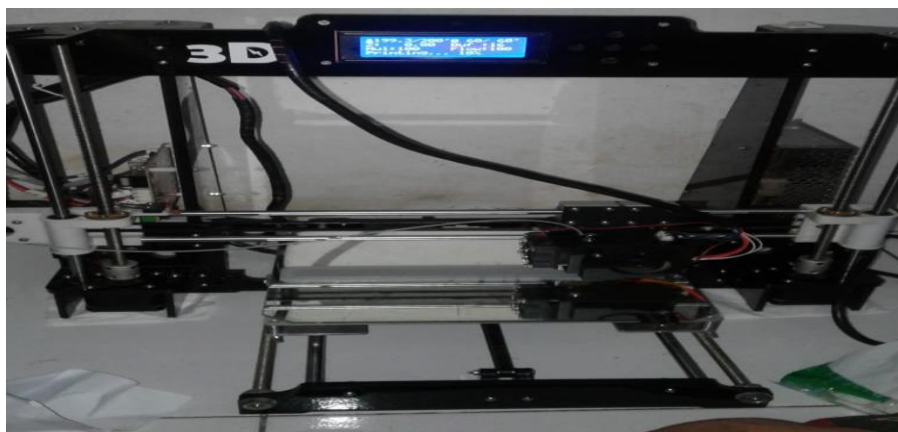
2. RAM : 2.00 GB
3. Operation system : windows 10 Home single language 64-bit



Gambar 3.1 Laptop

b. Mesin Printer 3D

Mesin 3D printer adalah sebuah proses untuk pembuatan objek konkrit 3 dimensi dengan bentuk apa pun dari model digital yang ada. Printer dengan kecanggihan khusus, yakni mampu mencetak benda, yang sama persis dengan gambar soft filenya, dalam bentuk 3D tidak lagi sebatas mencetak gambar diatas kertas saja. Mesin Printer 3D Prusa i3 A8 pada gambar 3.2



Gambar 3.2Mesin Printer 3D Prusa i3 A8

### 3.3 Bahan yang digunakan

Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan spesimen, adalah sebagai berikut:

#### a. Filament PLA (Polylactic Acid)

PLA (Polylactic Acid) adalah bahan plastik cetak 3D yang merupakan bahan biodegradable thermoplastic aliphatic polyester yang terbuat dari tepung jagung tapioka, atau tebu, Filament PLA ini biasa digunakan untuk kemasan makanan yang siap pakai,. Filament PLA mudah menyerap kelembaban,dan filament ini memiliki ukuran diameter 1,75 mm dan batasan untuk ekstruder memiliki ukuran 3,00 mm.

Filament PLA dapat dipanaskan hingga meleleh dan dapat di print pada suhu 190<sup>0</sup>C sampai 230<sup>0</sup>C tanpa memanaskan atau merusak bagian alas/bed printer terlebih dahulu. PLA tidak terlalu sensitif terhadap perubahan suhu. Dengan menggunakan Printer 3D ini ,dapat dipanaskan. Filament PLA (Polylactic Acid) dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Filament PLA (Polylactic Acid)

#### b. Filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)

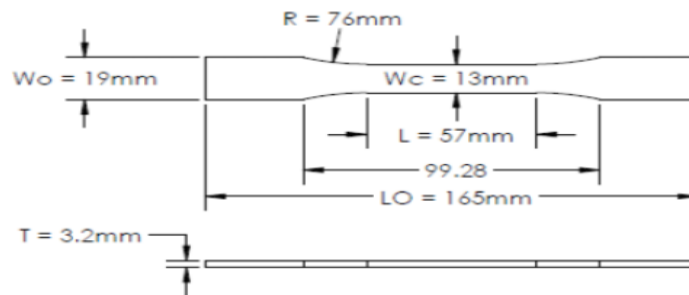
ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) adalah bahan plastik cetak 3D, thermoplastic minyak, dapat ditemukan pada system pipa (DWV), trim otomotif, dan lego. ABS memiliki kekuatan, fleksibilitas dan daya tahan yang lebih tinggi dari pada yang dibuat dari PLA. Dan proses cetak ini agak sedikit rumit .Filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Filament ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)

#### 3.4. Ukuran Spesimen Uji tarik

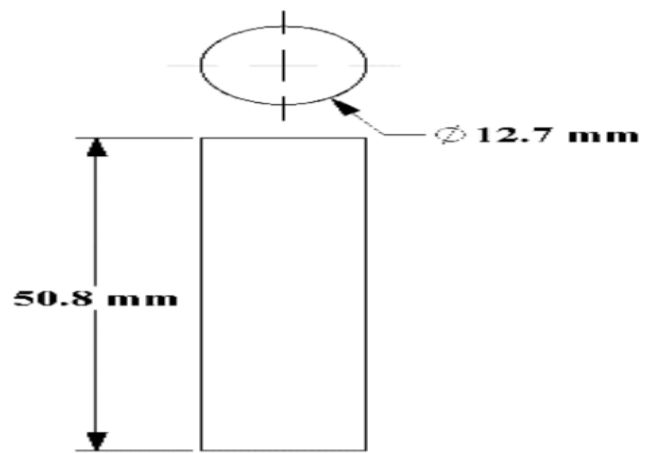
Spesimen uji tarik dibuat dengan standar ukuran ASTM D638 type cetak filamen PLA dan ABS. Spesimen Uji Tarik Standar ASTM D638 Type 1 dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Spesimen Uji Tarik Standar ASTM D638 Type 1

#### 3.5 Ukuran Spesimen Uji Tekan

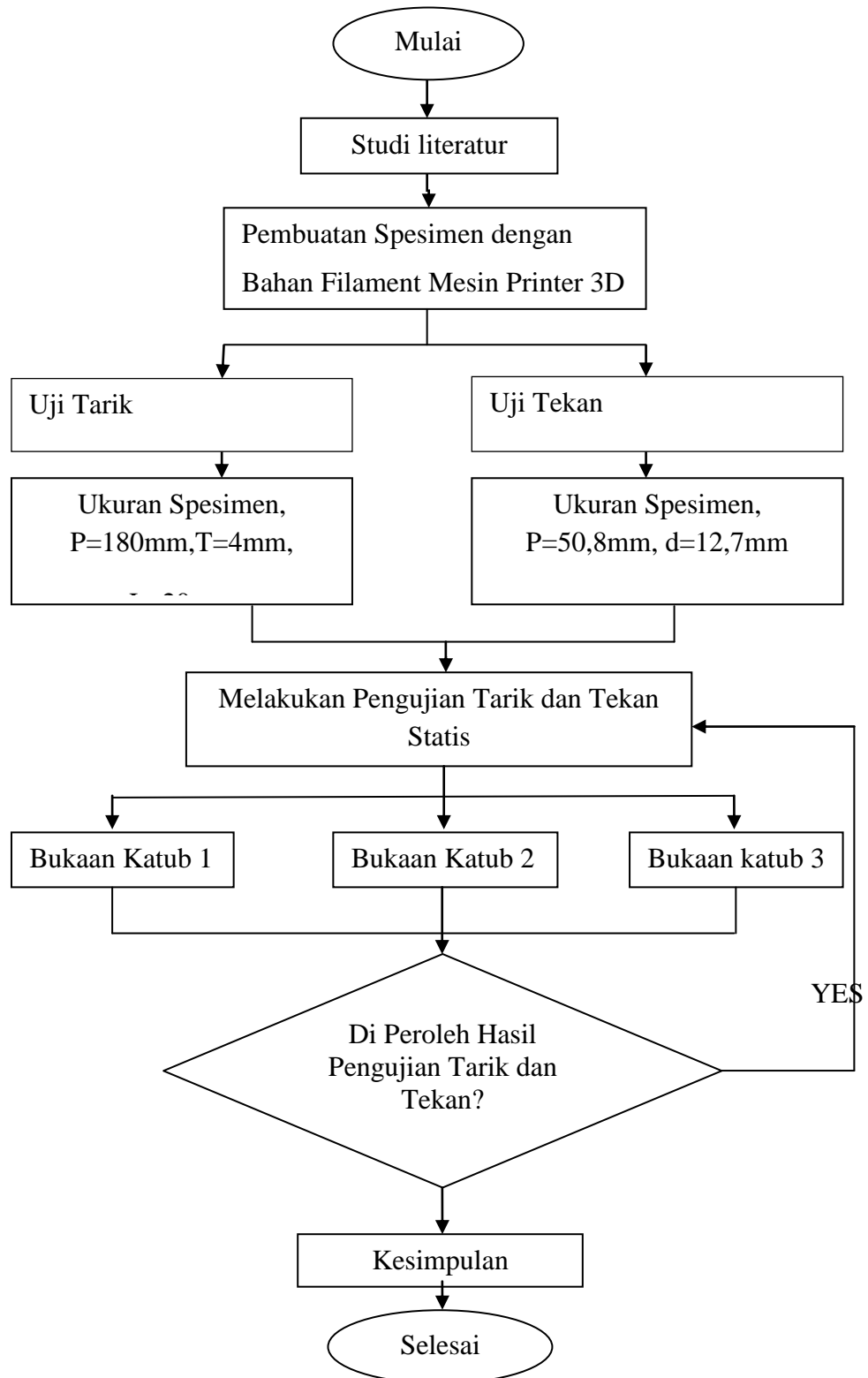
Spesimen uji tekan dibuat dengan standar ukuran ASTM D695 dengan cetak filamen PLA dan ABS. Spesimen Uji Tekan Standar ASTM D695 dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar 3.6 Spesimen Uji Tekan Standar ASTM D695



### 3.6 . Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian

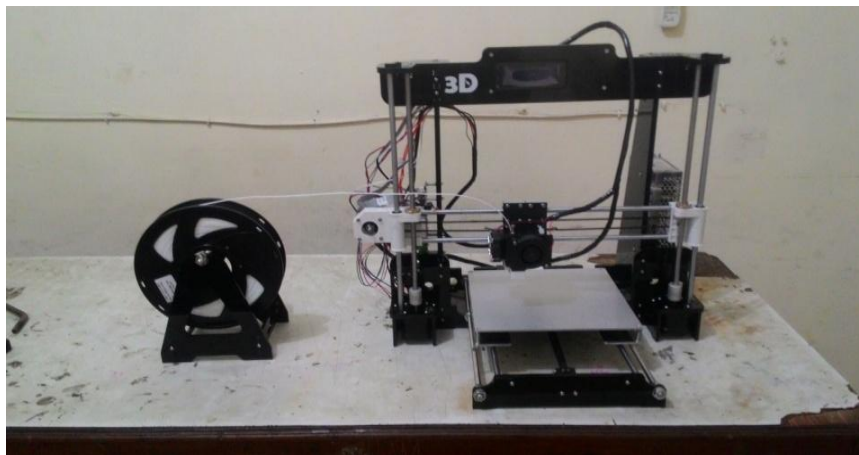
Dilihat dari gambar 3.7 diagram alir penelitian adalah untuk melakukan pengujian tarik dan tekan menggunakan alat uji statis, dan spesimen yang di uji berupa spesimen uji tarik standar ASTM D638 dan tekan standar ASTM D695 berbahan filament PLA dan ABS yang telah dicetak menggunakan mesin printer 3D, kemudian melaksanakan penelitian spesimen kekuatan tarik dan tekan yang diuji secara statis dan setelah itu mencatat hasil dari pengujian.

### 3.7. Proses Pengujian Kekuatan Tarik dan Tekan

Proses pengujian kekuatan tarik dan tekan dilakukan dengan menggunakan mesin uji statis ASTM. Adapun proses pengujian yang dilakukan pengujian ini, diantaranya sebagai berikut:

a. Proses pencetakan spesimen dengan menggunakan mesin Printer 3D

Printer 3D ini berfungsi untuk mencetak spesimen uji tarik dan uji tekan dari filament PLA dan ABS dengan suhu yang sudah ditentukan. Dan dapat dilihat pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Proses pencetakan spesimen

b. Proses input dan output data Komputer PC uji statis

Komputer PC digunakan sebagai perangkat penghubung untuk menjalankan software Uji Tarik dan Uji Tekan. Komputer PC juga digunakan untuk mendapatkan hasil dari pengujian tarik dan tekan tersebut. Dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Proses input dan output data uji statis

c. Proses pengujian Tarik dan Tekan Statis UTM (*Universal Testing Machine*)

Mesin uji tarik dan tekan statis digunakan untuk menguji tarik dan tekan spesimen yang dicetak dengan menggunakan filament PLA dan ABS. Dapat dilihat pada gambar 3.10.



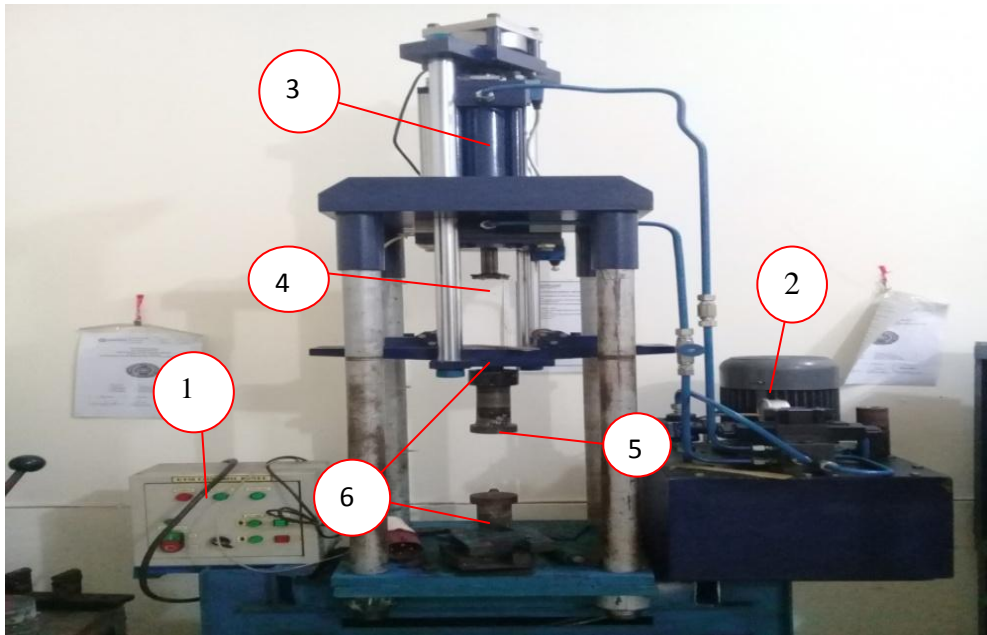
Gambar 3.10 Proses pengujian tarik dan tekan statis

### 3.8. Prosedur Pengujian Tarik Statis

- a. Mengukur benda uji dengan ukuran standar.
- b. Mengukur panjang awal ( $L_0$ ) atau *gage length* dan luas penampang irisan benda uji.
- c. Mengukur benda uji pada pegangan (*grip*) atas dan pegangan bawah pada mesin uji tarik.
- d. Nyalakan mesin uji tarik dan lakukan pembebanan tarik sampai benda uji putus.
- e. Mencatat beban luluh dan beban putus yang terdapat pada skala.
- f. Melepaskan benda uji pada pegangan atas dan bawah, kemudian satukan keduanya seperti semula.
- g. Mengukur panjang regangan yang terjadi.

### 3.9. Prosedur Pengujian Tekan Statis

1. Mengukur benda uji dengan ukuran standar.
2. Mengukur panjang awal ( $L_0$ ) atau *gage length* dan diameter spesimen.
3. Memasang spesimen pada cekam mesin uji.
4. Mengatur skala pembebanan.
5. Selama penekanan, perhatikan perubahan yang terjadi pada spesimen maupun grafik.
6. Setelah patah, spesimen dilepaskan dari pencekam.
7. Spesimen yang telah patah digabungkan kembali kemudian diukur.
8. Menghitung dan menampilkan hasil.
9. Mengset up alat pengujian



Gambar 3.11 Set Up alat pengujian

Keterangan :

- a. Control Panel
- b. Motor
- c. Hidraulic
- d. Cekam Uji tekan
- e. Cekam Uji tarik
- f. Dudukan spesimen

## **BAB 4**

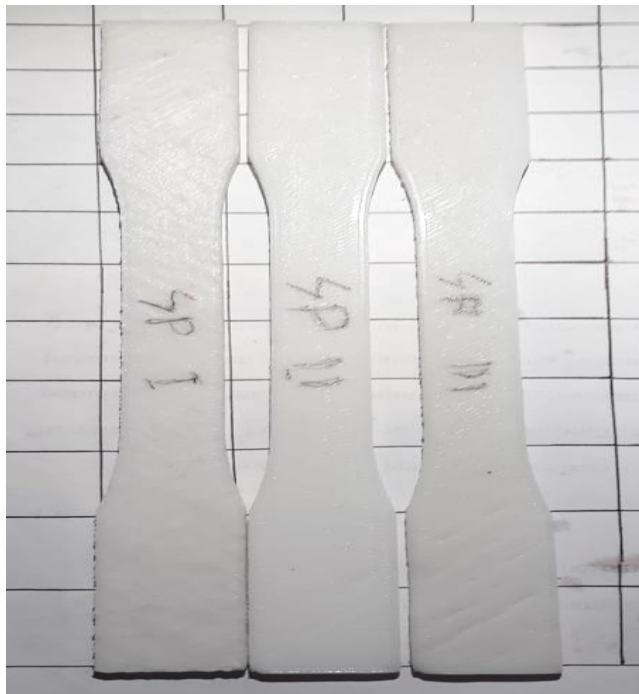
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### 4.1 Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian ini, spesimen dibuat dengan ukuran yang panjang 180 mm dan tebal 4 mm, guna mendapatkan hasil yang diinginkan.

#### 4.2 Hasil Pembuatan spesimen PLA Uji Tarik

Spesimen dibuat dengan menggunakan bahan filament PLA yang kemudian dicetak dengan mesin printer 3d, ukuran spesimen dengan panjang 180 mm dan tebal dalam 4 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Spesimen filament PLA

#### 4.3 Hasil pengujian spesimen PLA

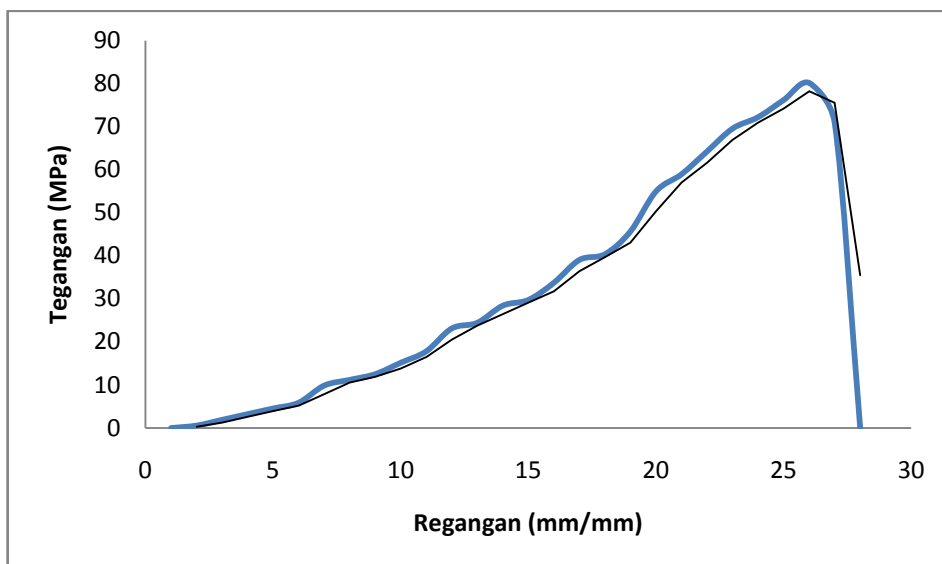
Pengujian spesimen dengan bahan filament PLA dengan ukuran panjang 180mm dan tebal 4mm dilakukan dengan alat uji mesin statis UTM. Hasil uji spesimen PLA dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil uji spesimen PLA

#### 4.4 Hasil pengujian tarik statis pada spesimen pertama filament PLA

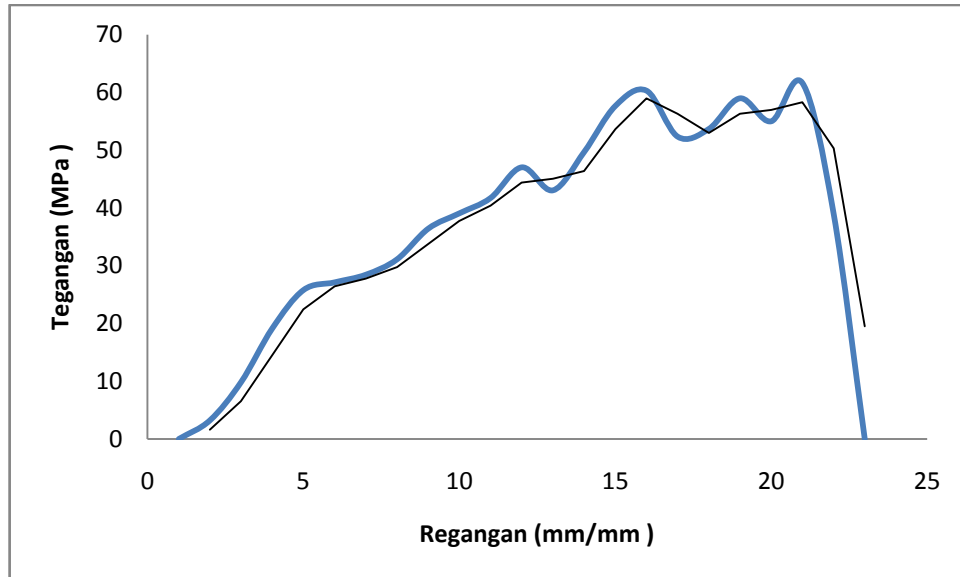
Setelah dilakukan pengujian tarik pada spesimen filament PLA pertama dengan ukuran panjang 180mm, tebal 4mm, dan perubahan ukuran yang di dapat setelah di lakukan uji tarik adalah 181.65mm. Kemudian didapat hasil pengujian tarik dengan tegangan dan regangan yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.3.



Gambar 4.3 Grafik uji tarik spesimen pertama filament PLA

#### 4.4.1. Hasil pengujian tarik statis pada spesimen kedua filamen PLA

Setelah dilakukan pengujian tarik pada spesimen filament PLA ke dua dengan ukuran panjang 180mm, tebal 4mm, dan perubahan ukuran yang di dapat setelah di lakukan uji tarik adalah 182.80mm. Kemudian didapat hasil pengujian tarik dengan tegangan dan regangan yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.4.

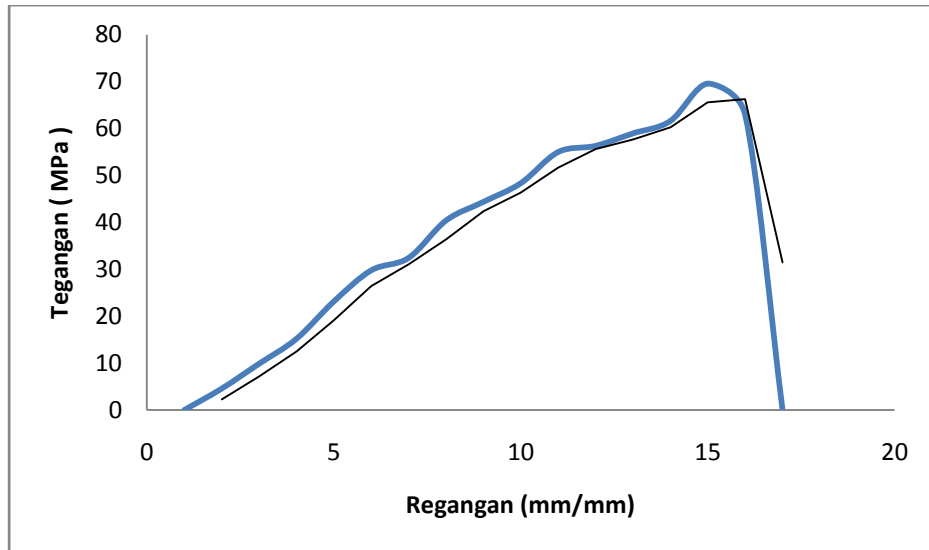


Gambar 4.4 Grafik uji tarik spesimen pertama filament PLA

#### 4.4.2 Hasil pengujian tarik statis pada spesimen ketiga filamen PLA

Setelah dilakukan pengujian tarik pada spesimen filament PLA ke dua dengan ukuran panjang 180mm, tebal 4mm, dan perubahan ukuran yang di dapat setelah di lakukan uji tarik adalah 180.26mm. Kemudian didapat hasil pengujian tarik dengan tegangan dan regangan yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.5.





Gambar 4.5 Grafik uji tarik spesimen ketiga filament PLA

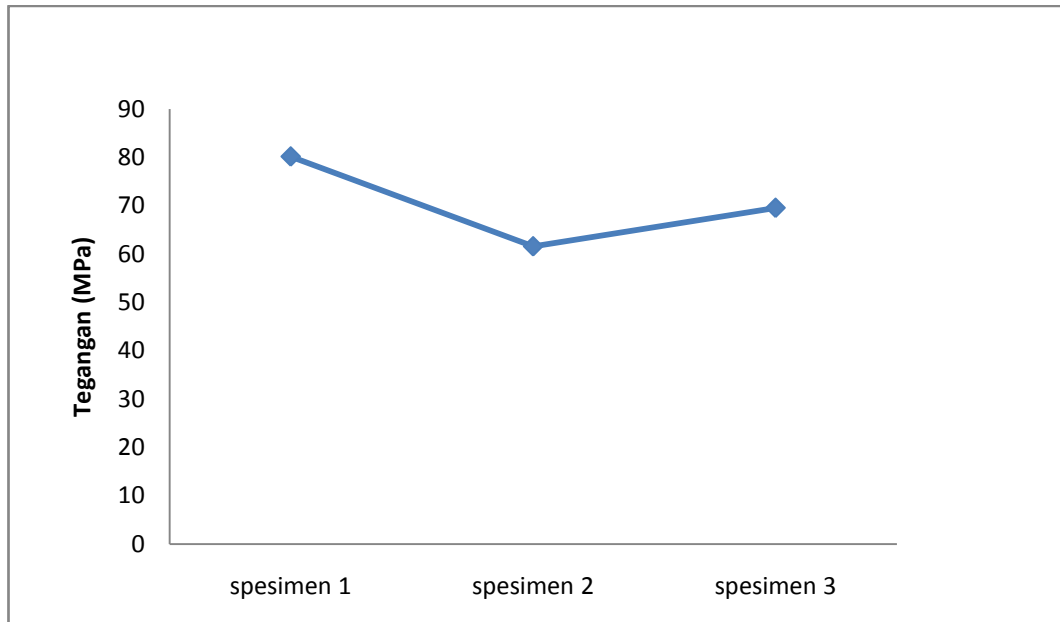
#### 4.4.3 Hasil perbandingan uji tarik spesiment filament PLA

Berikut adalah hasil perbandingan dari spesimen filament PLA setelah dilakukan pengujian tarik statis dapat dilihat pada table dan grafik dibawah ini.

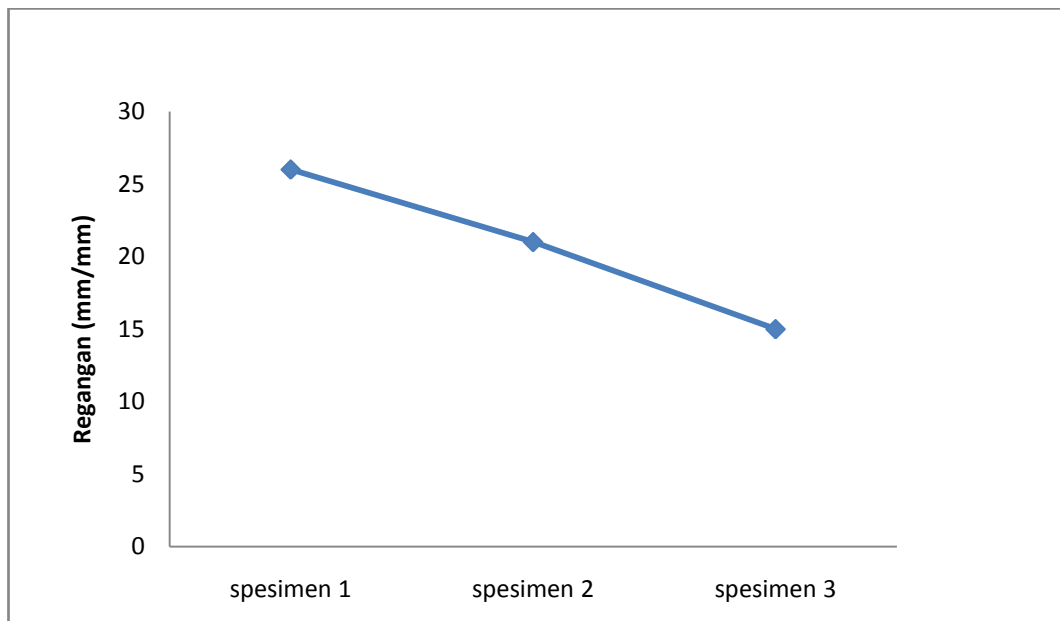
Tabel 4.1 Hasil pengujian tarik statis filament PLA panjang 180 mm dan tebal 4 mm

Spesimen	Tegangan (MPa)	Regangan (mm/mm)
1	80.17	26
2	61.1	21
3	69.56	15

Dari hasil data pengujian tarik di atas pada table 4.1 maka di peroleh grafik dari 3 spesiment filamen PLA dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Hasil perbandingan tegangan uji tarik spesimen filamen PLA



Gambar 4.7 Hasil perbandingan tegangan uji tarik spesimen filamen PLA

#### 4.5 Hasil Pembuatan spesimen ABS Uji Tarik

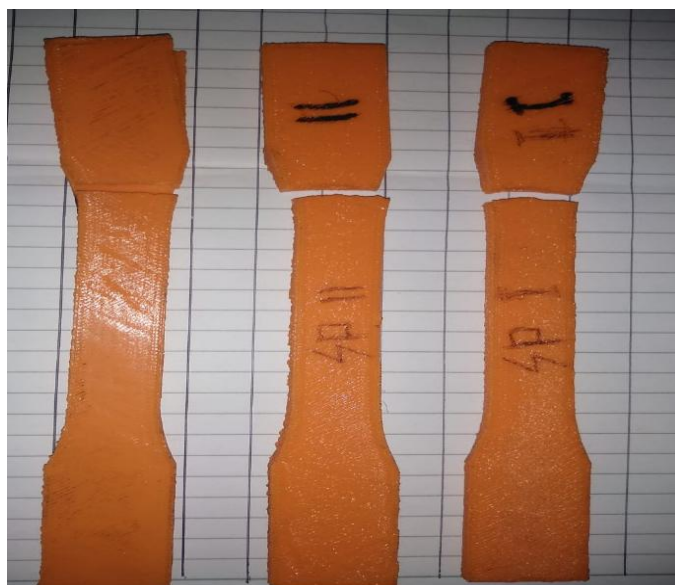
Spesimen dibuat dengan menggunakan bahan filament ABS yang kemudian dicetak dengan mesin printer 3d, ukuran spesimen dengan panjang 180 mm dan tebal dalam 4 mm. Spesimen filament ABS dapat dilihat pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Spesimen filament ABS

#### 4.6 Hasil pengujian tarik statis pada spesimen ABS

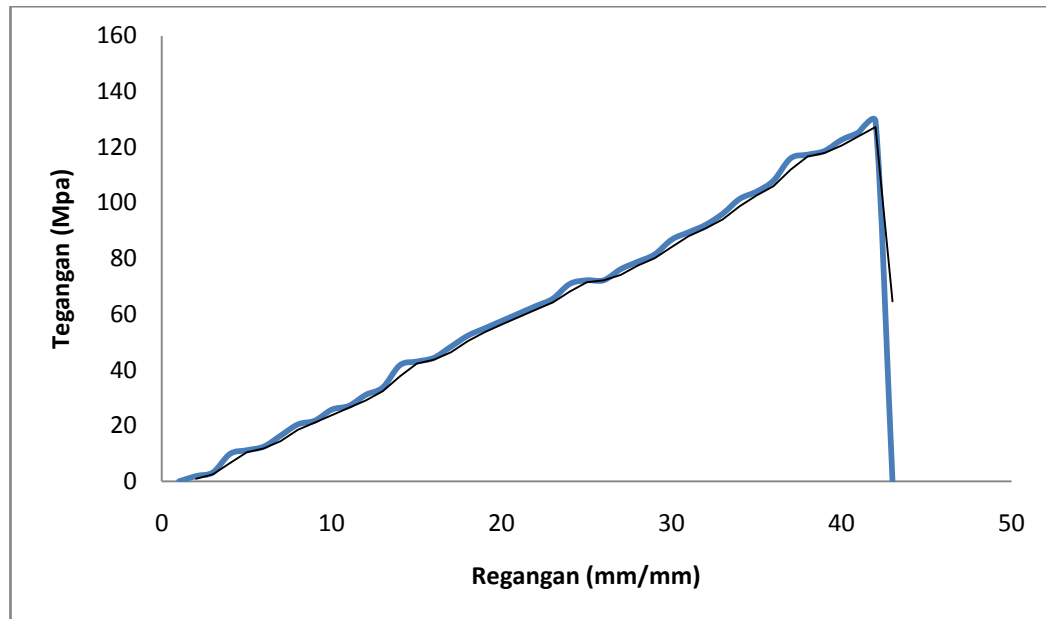
Pengujian spesimen dengan bahan filament ABS dengan ukuran panjang 180mm dan tebal 4mm dilakukan dengan alat uji mesin statis UTM. Hasil uji tarik spesimen ABS dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Hasil uji spesiment ABS

#### 4.7 Hasil pengujian tarik statis pada spesimen pertama filament ABS

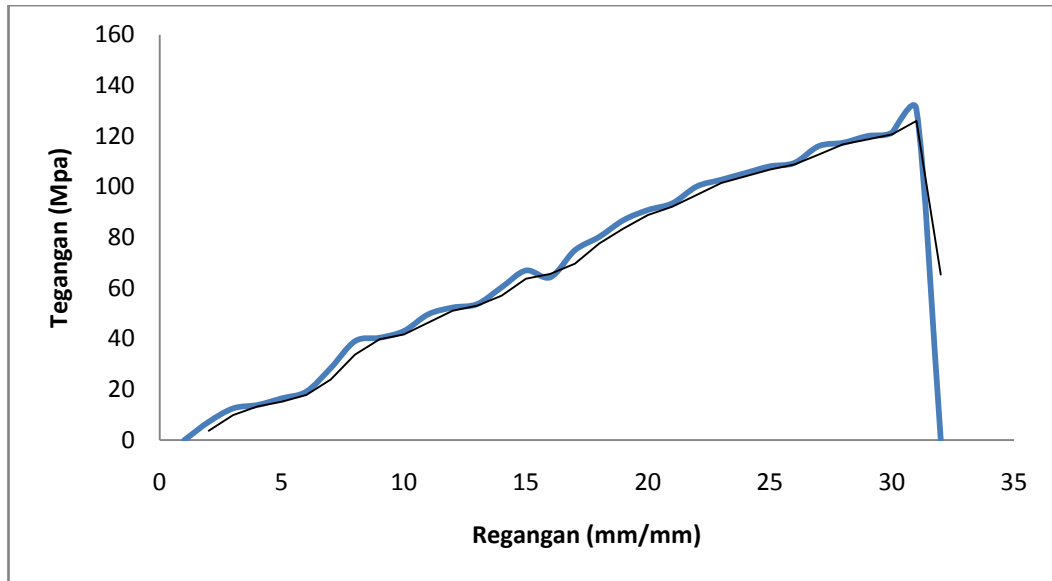
Setelah dilakukan pengujian tarik pada spesimen filament ABS pertama dengan ukuran panjang 180mm, tebal 4mm, dan perubahan ukuran yang di dapat setelah di lakukan uji tarik adalah 181,05mm. Kemudian didapat hasil pengujian tarik dengan tegangan dan regangan yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.10.



Gambar 4.10 Grafik uji tarik spesimen pertama filament ABS

#### 4.7.1 Hasil pengujian tarik statis pada spesimen kedua filament ABS

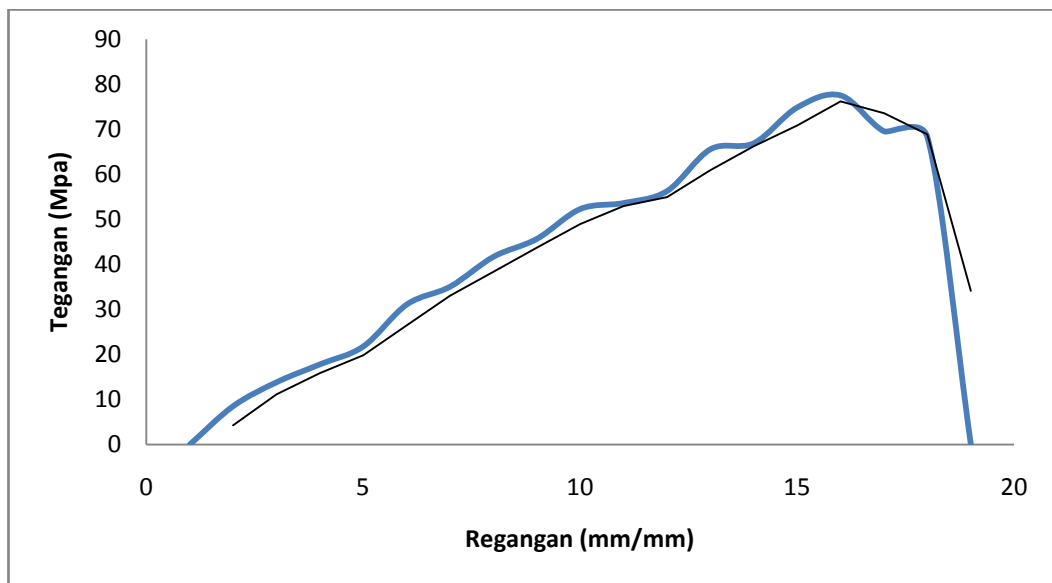
Setelah dilakukan pengujian tarik pada spesimen filament ABS ke dua dengan ukuran panjang 180mm, tebal 4mm, dan perubahan ukuran yang di dapat setelah di lakukan uji tarik adalah 180,67mm. Kemudian didapat hasil pengujian tarik dengan tegangan dan regangan yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.11.



Gambar 4.11 Grafik uji tarik spesimen kedua filament ABS

#### 4.7.2 Hasil pengujian tarik statis pada spesimen ketiga filament ABS

Setelah dilakukan pengujian tarik pada spesimen filament ABS ke Tiga dengan ukuran panjang 180mm, tebal 4mm, dan perubahan ukuran yang di dapat setelah di lakukan uji tarik adalah 181,55mm. Kemudian didapat hasil pengujian tarik dengan tegangan dan regangan yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.12.



Grafik 4.12 Grafik uji tarik spesimen ke tiga filament ABS

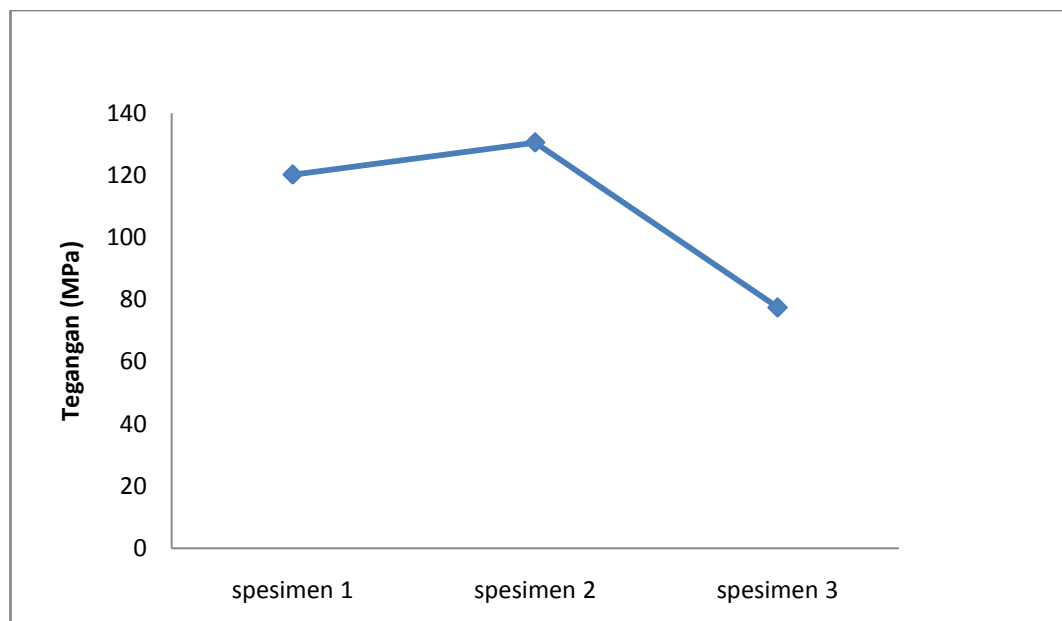
#### 4.7.3 Hasil perbandingan uji tarik spesiment filament ABS

Berikut adalah hasil perbandingan dari spesimen filament ABS setelah dilakukan pengujian tarik statis dapat dilihat pada table dan grafik dibawah ini.

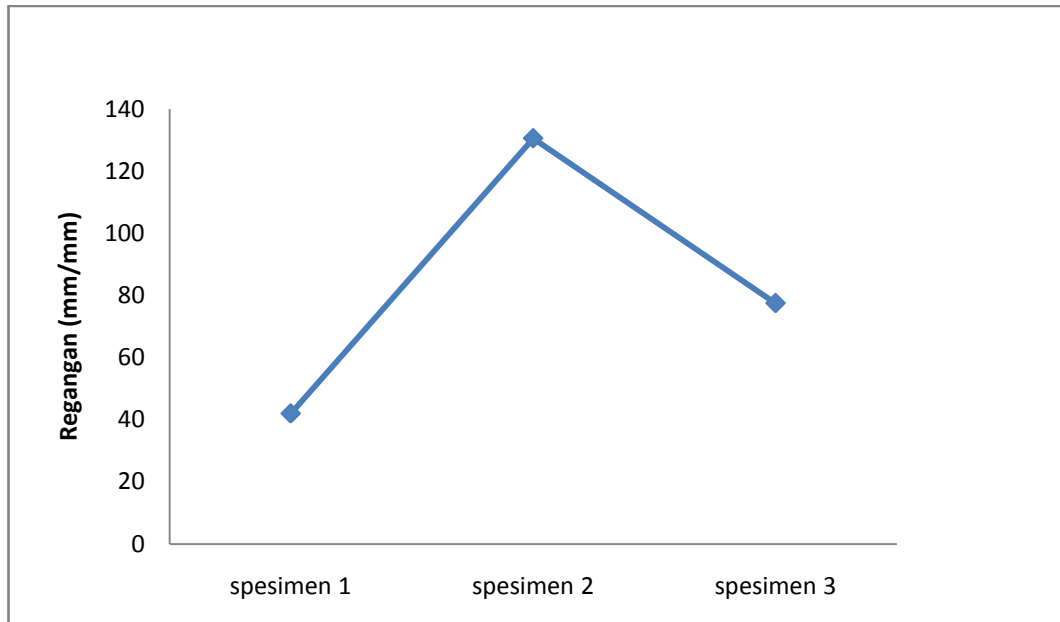
Tabel 4.2 Hasil pengujian tarik statis filament ABS panjang 180 mm dan tebal 4 mm

Spesimen	Tegangan ( Mpa )	Regangan ( mm/mm )
1	129.26	42
2	130.58	31
3	77.52	16

Dari hasil data pengujian tarik di atas pada table 4.2 maka di peroleh grafik dari 3 spesiment filamen ABS dapat dilihat pada gambar 4.13 dan 4.14.



Gambar 4.13 Hasil perbandingan tegangan uji tarik spesimen filamen ABS



Gambar 4.14 Hasil perbandingan regangan uji tarik spesimen filamen ABS

#### 4.8 Hasil Modulus Elastisitas Setiap Bukaannya Katub Pada Pengujian Tarik

Berikut adalah hasil modulus elastisitas setiap bukaan katub pada pengujian tarik dari spesimen filamen PLA dan ABS setelah dilakukan pengujian tarik statis dapat dilihat pada table 4.3 dan 4.4.

Tabel 4.3 Hasil Modulus Elastisitas Setiap Bukaannya Katub Spesimen PLA

Bukaan Katub	Mpa	%
1	0.25	54.17
2	0.37	40.1
3	0.21	54.56

Tabel 4.4 Hasil Modulus Elastisitas Setiap Bukaannya Katub Spesimen ABS

Bukaan Katub	Mpa	%
1	0.37	87.26
2	0.25	99.58
3	0.10	61.52

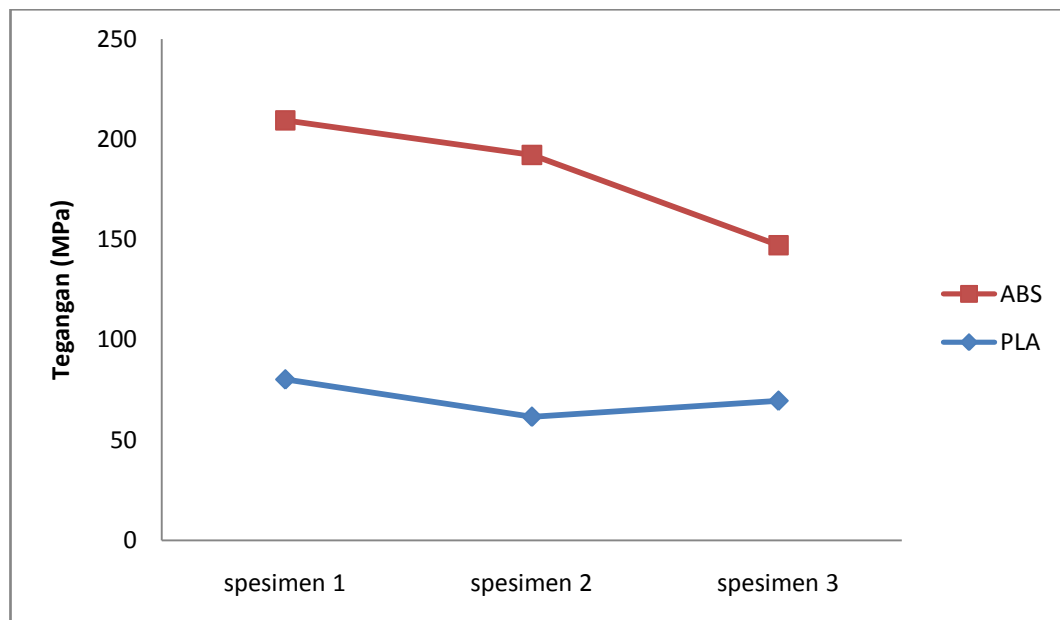
Tabel 4.5 Hasil Perbandingan Modulus Elastisitas Setiap Bukaannya Katub Pada Spesimen PLA Dan ABS

Bukaan Katub	PLA	ABS	Perbandingan
1	54.17	87.26	33.09
2	40.1	99.58	59.48
3	54.56	61.52	6.96

Dari hasil data modulus elastisitas setiap bukaan katub pada pengujian tarik spesimen PLA dan ABS, maka diperoleh hasil modulus elastisitas seperti pada tabel 4.3, 4.4, dan hasil perbandingan modulus elastisitas pada tabel 4.5.

#### 4.9 Hasil perbandingan tegangan uji tarik spesimen filamen PLA dan ABS

Setelah dilakukan perbandingan spesimen filamen PLA dan ABS dari spesimen 1, spesimen 2, dan spesimen 3. Berikut adalah hasil penggabungan antara perbandingan spesimen filamen PLA dan ABS, seperti terlihat pada gambar 4.15.

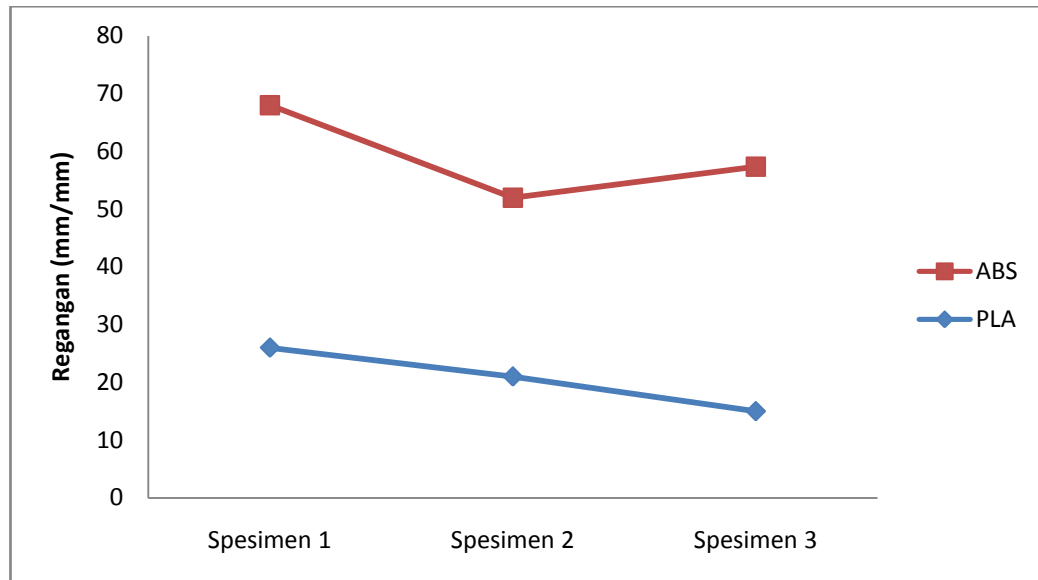


Gambar 4.15 Hasil perbandingan tegangan uji tarik spesimen filamen PLA dan ABS



#### 4.10 Hasil perbandingan regangan uji tarik spesimen filamen PLA dan ABS

Setelah di lakukan perbandingan spesimen filamen PLA dan ABS dari spesimen 1, spesimen 2, dan spesimen 3. Berikut adalah hasil penggabungan antara perbandingan spesimen filamen PLA dan ABS, seperti terlihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Hasil perbandingan regangan uji tarik spesimen filamen PLA dan ABS

#### 4.11 Hasil Pembuatan spesimen uji tekan filamen PLA pertama

Spesimen dibuat dengan menggunakan bahan filament PLA yang kemudian dicetak dengan mesin printer 3d, dengan ukuran spesimen dengan tinggi 50,8 mm dan tebal dalam 12,7mm. Dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Spesimen Uji Tekan PLA

#### 4.12 Hasil pengujian tekan spesimen filamen PLA

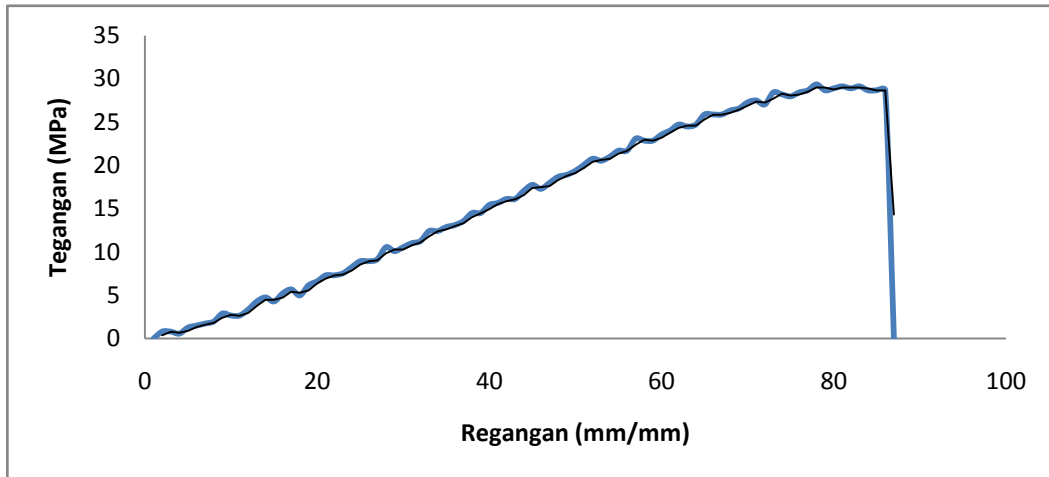
Pengujian spesimen dengan bahan filament PLA dengan ukuran tinggi 50,8 mm dan diameter 12,7 mm dilakukan dengan alat uji mesin statis UTM. Hasil pengujian spesimen PLA uji tekan. Dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Spesimen PLA hasil pengujian tekan

#### 4.13 Hasil pengujian tekan statis pada spesimen pertama filamen PLA

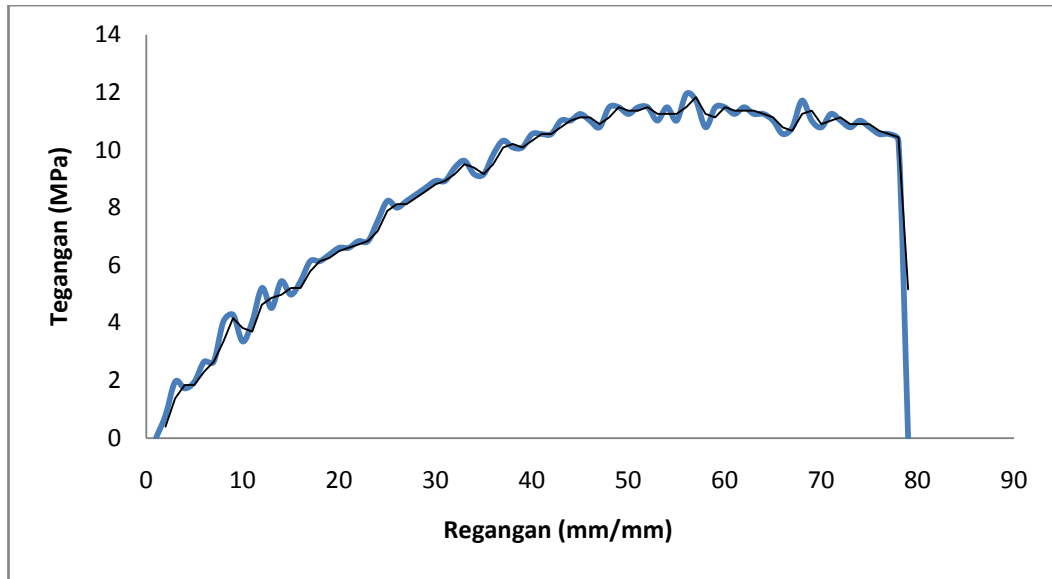
Setelah dilakukan pengujian tekan pada spesimen filamen PLA pertama dengan ukuran panjang 50,8mm, tebal 12,7mm, dan perubahan ukuran yang di dapat setelah di lakukan uji tekan adalah 44,98mm. Kemudian didapat hasil pengujian tekan dengan tegangan dan regangan yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.19.



Grafik 4.19 Grafik uji tekan spesimen pertama filamen PLA

#### 4.13.1 Hasil pengujian tekan statis pada spesimen kedua filament PLA

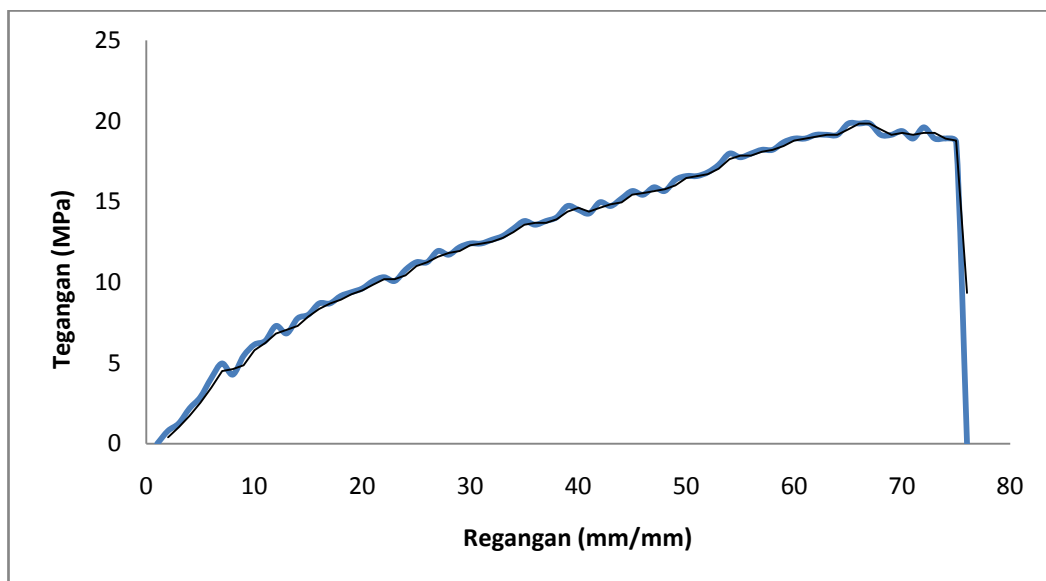
Setelah dilakukan pengujian tekan pada spesimen filament PLA kedua dengan ukuran panjang 50,8mm, tebal 12,7mm, dan perubahan ukuran yang di dapat setelah di lakukan uji tekan adalah 43,28mm. Kemudian didapat hasil pengujian tekan dengan tegangan dan regangan yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.20.



Grafik 4.20 Grafik uji tekan spesimen kedua filamen PLA

#### 4.13.2 Hasil pengujian tekan statis pada spesimen ketiga filamen PLA

Setelah dilakukan pengujian tekan pada spesimen filament PLA ketiga dengan ukuran panjang 50,8mm, tebal 12,7mm, dan perubahan ukuran yang di dapat setelah di lakukan uji tekan adalah 41,38mm. Kemudian didapat hasil pengujian tekan dengan tegangan dan regangan yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.21.



Grafik 4.21 Grafik uji tekan spesimen ketiga filamen PLA

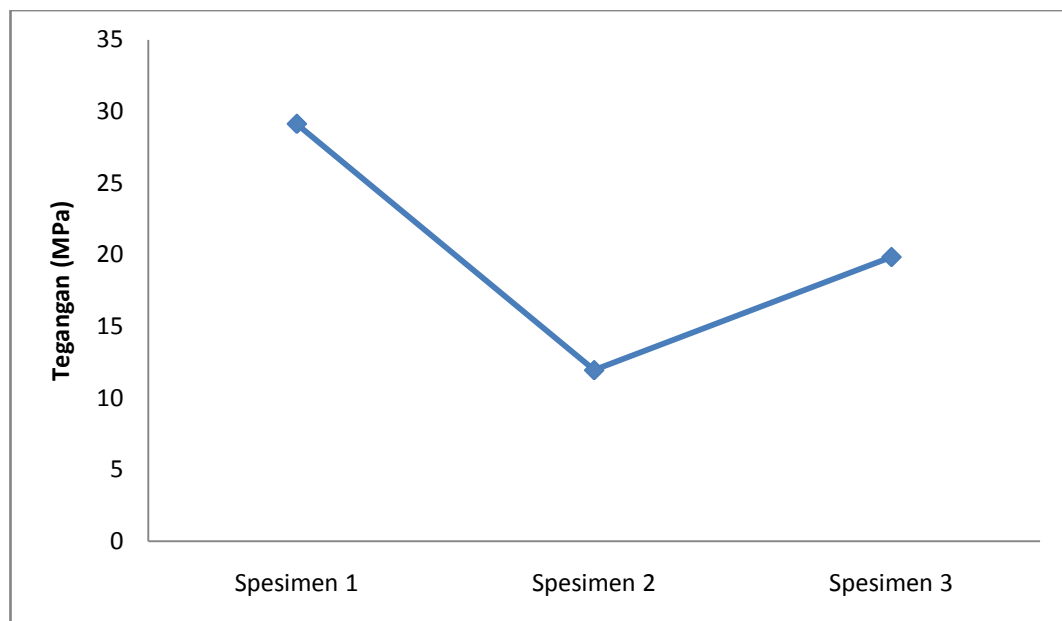
#### 4.13.3 Hasil perbandingan uji tekan spesimen filamen PLA

Berikut adalah hasil perbandingan dari spesimen filamen PLA setelah dilakukan pengujian tekan statis dapat dilihat pada table dan grafik dibawah ini..

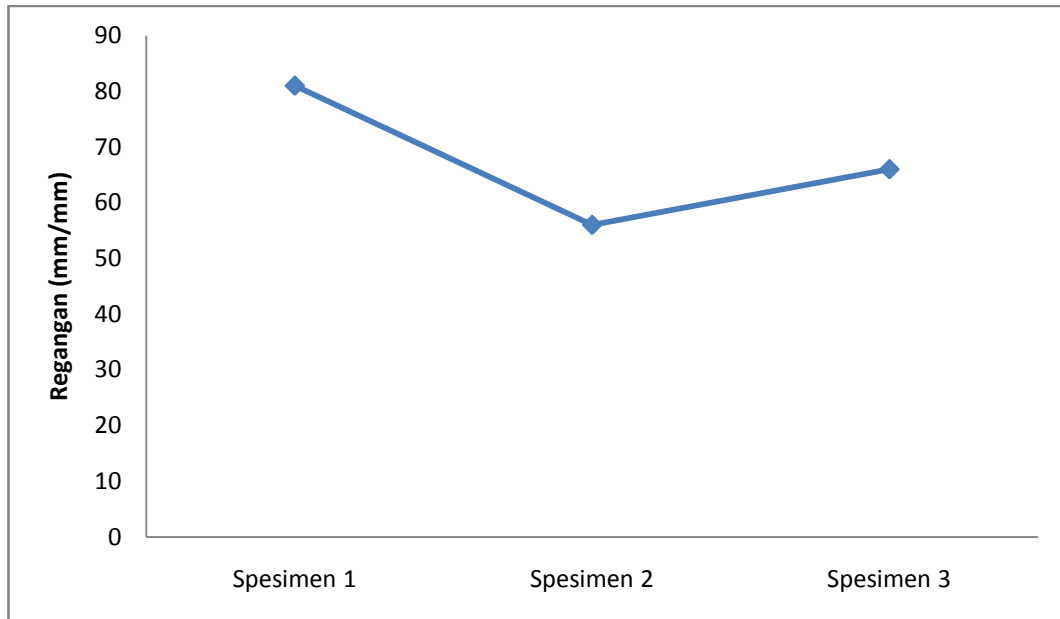
Tabel 4.6 Hasil pengujian tekan statis filamen PLA panjang 50,8mm dan diameter 12,7 mm

Spesimen	Tegangan (MPa)	Regangan (mm/mm)
1	29.12	81
2	11.94	66
3	19.83	56

Dari hasil data pengujian tekan di atas pada table 4.6 maka di peroleh grafik dari 3 spesimen filamen PLA dapat dilihat pada gambar 4.22.



Gambar 4.22 Hasil perbandingan tegangan max uji tekan spesimen filamen PLA



Gambar 4.23 Hasil perbandingan regangan max uji tekan spesimen filament PLA

#### 4.14 Hasil Pembuatan Spesimen ABS

Spesimen dibuat dengan menggunakan bahan filament ABS yang kemudian dicetak dengan mesin printer 3d, dengan ukuran spesimen dengan tinggi 50,8mm dan diameter 12,7mm. Dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4.24 Spesimen uji tekan filament ABS

#### 4.15 Spesimen ABS hasil pengujian tekan statis

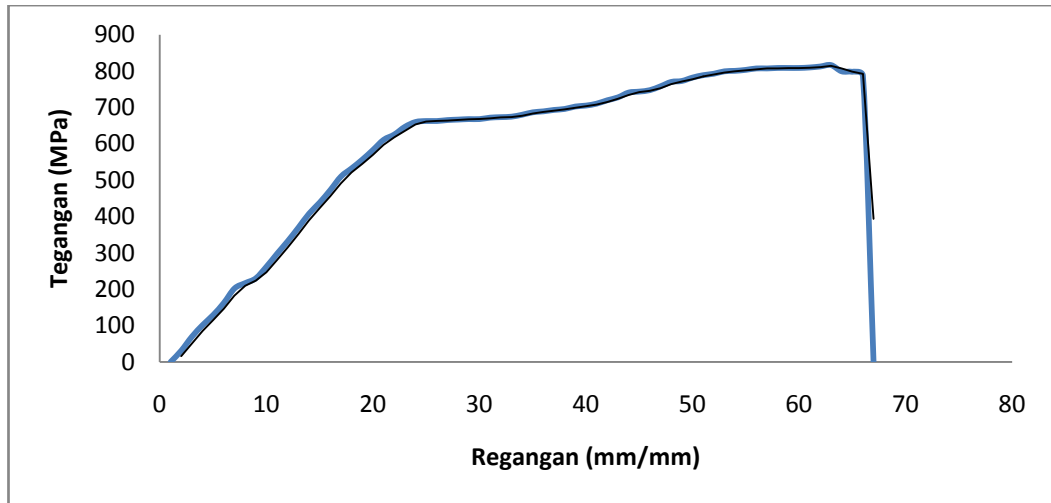
Pengujian spesimen dengan bahan filament ABS dengan ukuran tinggi 50,8 mm dan diameter 12,7 mm dilakukan dengan alat uji mesin statis UTM. Hasil pengujian tekan spesimen ABS dapat dilihat pada gambar 4.25.



Gambar 4.25 Spesimen ABS hasil uji tekan

#### 4.16 Hasil pengujian tekan statis pada spesimen pertama filamen ABS

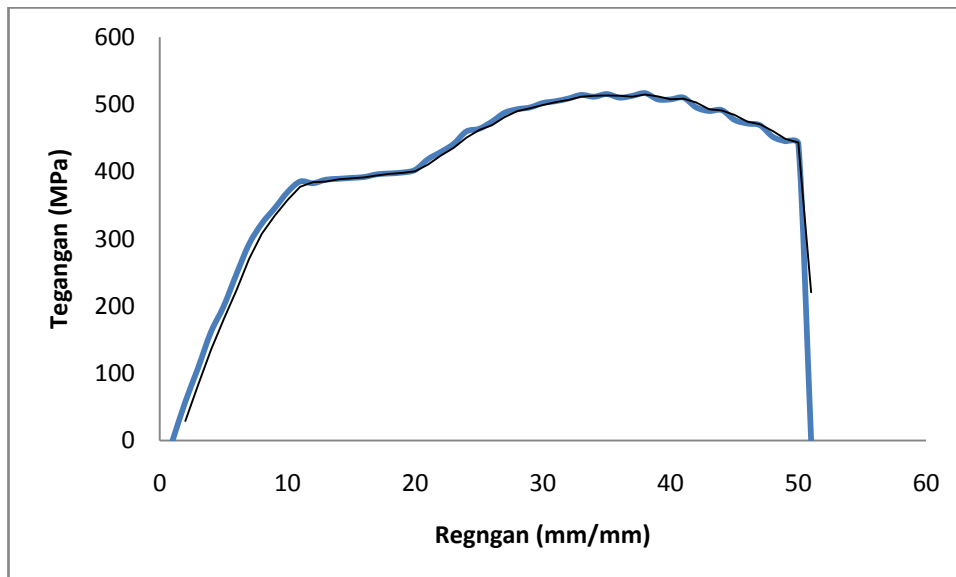
Setelah dilakukan pengujian tekan pada spesimen filamen ABS pertama dengan ukuran panjang 50,8mm, tebal 12,7mm, dan perubahan ukuran yang di dapat setelah di lakukan uji tekan adalah 43.99mm. Kemudian didapat hasil pengujian tekan dengan tegangan dan regangan yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.26.



Grafik 4.26 Grafik uji tekan spesimen pertama filamen ABS

#### 4.16.1 Hasil pengujian tekan statis pada spesimen kedua filamen ABS

Setelah dilakukan pengujian tekan pada spesimen filamen ABS kedua dengan ukuran panjang 50,8mm, tebal 12,7mm, dan perubahan ukuran yang di dapat setelah di lakukan uji tekan adalah 42,96mm. Kemudian didapat hasil pengujian tekan dengan tegangan dan regangan yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.10.

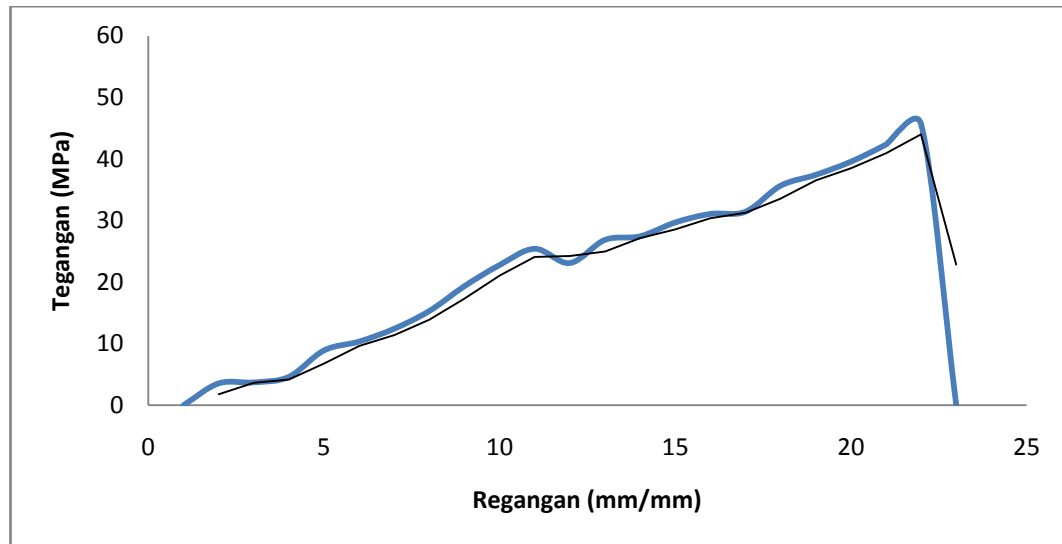


Grafik 4.27 Grafik uji tekan spesimen kedua filamen ABS



#### 4.16.2 Hasil pengujian tekan statis pada spesimen ketiga filamen ABS

Setelah dilakukan pengujian tekan pada spesimen filamen ABS ketiga dengan ukuran panjang 50,8mm, tebal 12,7mm, dan perubahan ukuran yang di dapat setelah di lakukan uji tekan adalah 40,02mm. Kemudian didapat hasil pengujian tekan dengan tegangan dan regangan yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.28.



Grafik 4.28 Grafik uji tekan spesimen ketiga filamen ABS

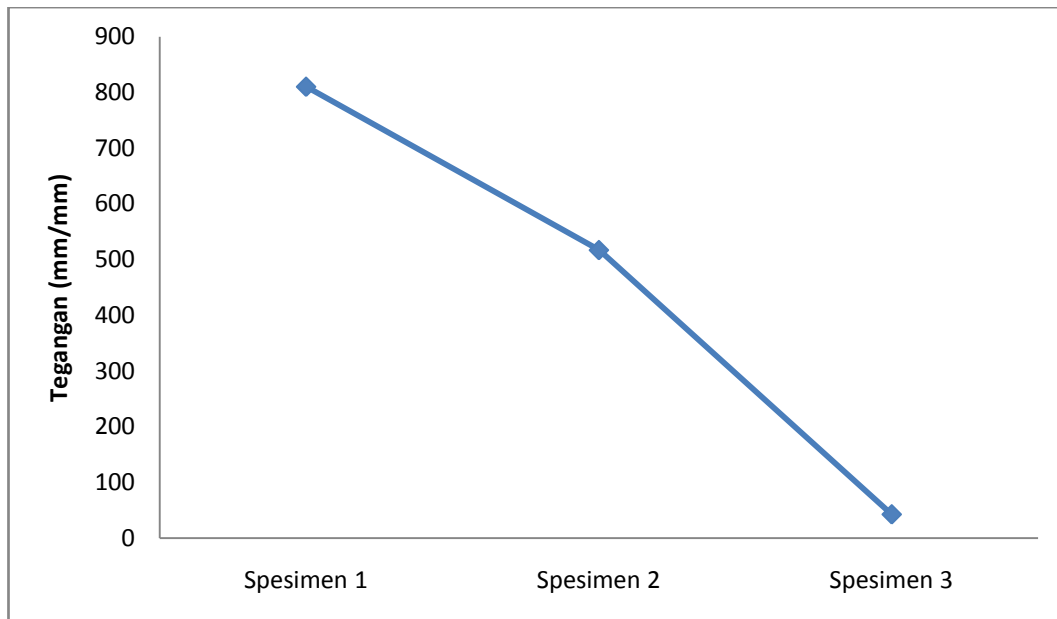
#### 4.16.3 Hasil perbandingan uji tekan spesimen filamen ABS

Berikut adalah hasil perbandingan dari spesimen filamen ABS setelah dilakukan pengujian tekan statis dapat dilihat pada table 4.6, gambar 4.29 dan 4.30,

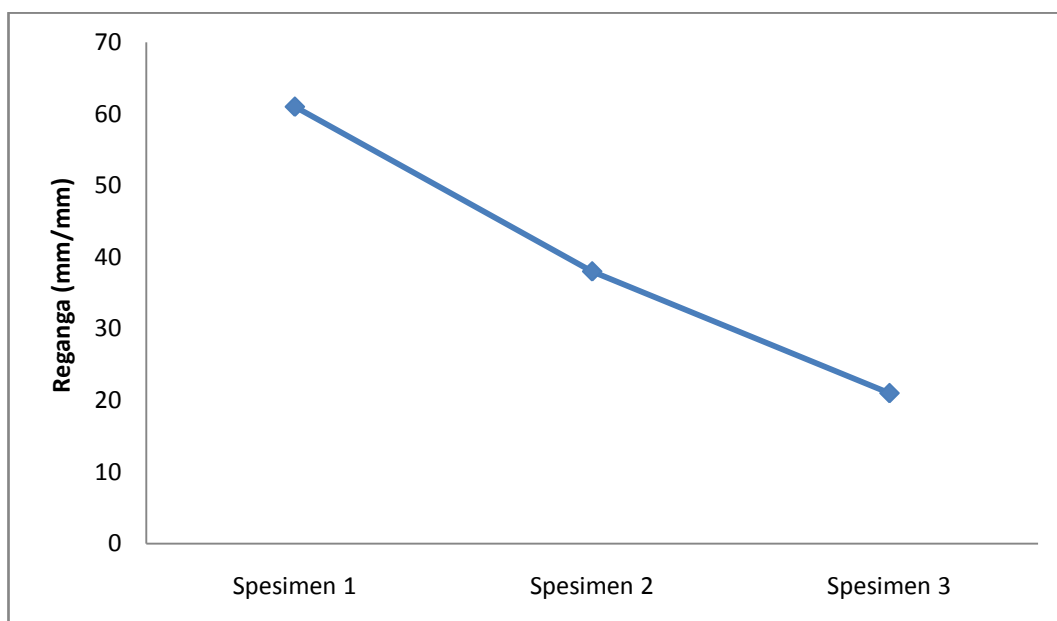
Tabel 4.7 Hasil pengujian tekan statis filamen ABS panjang 45mm dan diameter 12,7 mm

Spesimen	Tegangan (MPa)	Regangan (mm/mm)
1	809,81	61
2	516,63	38
3	42,37	21

Dari hasil data pengujian tekan di atas pada table 4.7 maka di peroleh grafik dari 3 spesiment filamen ABS dapat dilihat pada gambar 4.29.



Gambar 4.29 Hasil perbandingan tegangan max uji tekan spesimen filamen ABS



Gambar 4.30 Hasil perbandingan regangan max uji tekan spesimen filamen ABS

#### 4.17 Hasil Modulus Elastisitas Setiap Bukaan Katub Pada Pengujian Tekan

Berikut adalah hasil modulus elastisitas setiap bukaan katub pada pengujian tekan dari spesimen filamen PLA dan ABS setelah dilakukan pengujian tarik statis dapat dilihat pada table 4.7 dan 4.8.

Tabel 4.7 Hasil Modulus Elastisitas Setiap Bukaannya Katub Spesimen PLA

Bukaan katup	Mpa	%
1	2.87	51.88
2	3.01	54.06
3	1.43	36.17

Tabel 4.8 Hasil Modulus Elastisitas Setiap Bukaannya Katub Spesimen ABS

Bukaan katup	Mpa	%
1	0.03	748.81
2	0.30	478.63
3	0.55	21.37

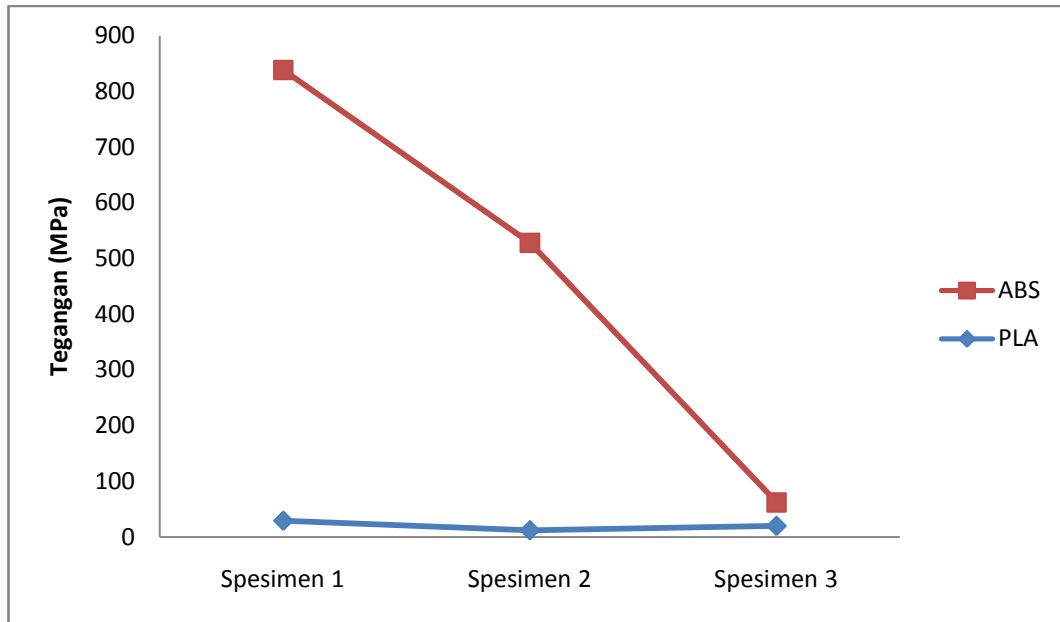
Tabel 4.9 Hasil Perbandingan Modulus Elastisitas Setiap Bukaannya Katub Pada Spesimen PLA Dan ABS

Bukaan katup	PLA	ABS	Perbandingan
1	51.88	748.81	696.93
2	54.06	478.63	424.57
3	36.17	21.37	14.8

Dari hasil data modulus elastisitas setiap bukannya katub pada pengujian tekan spesimen PLA dan ABS, maka diperoleh hasil modulus elastisitas seperti pada tabel 4.7, 4.8, dan hasil perbandingan modulus elastisitas pada tabel 4.9.

#### 4.18 Hasil perbandingan tegangan uji tekan spesimen filamen PLA dan ABS

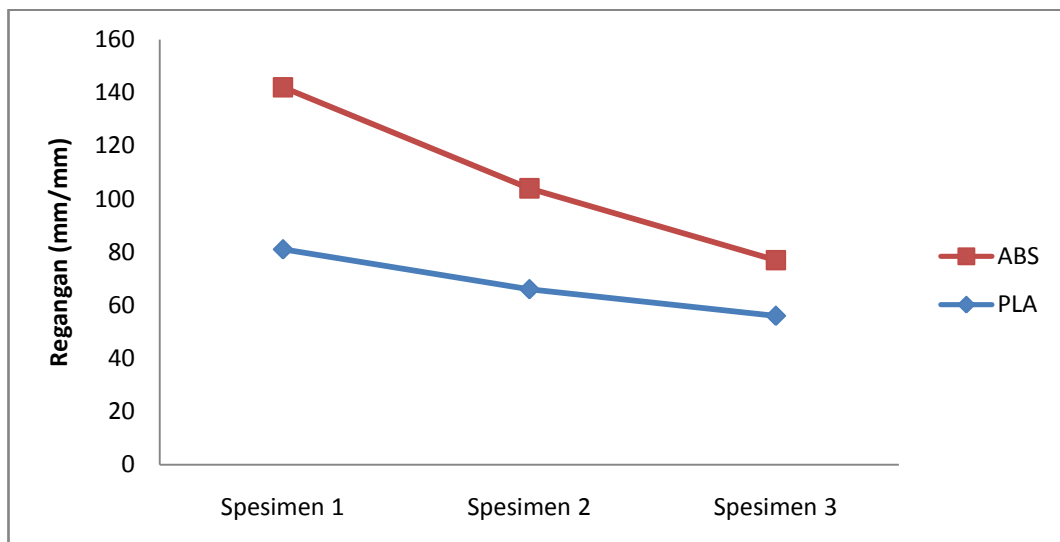
Setelah dilakukan perbandingan spesimen filamen PLA dan ABS dari spesimen 1, spesimen 2, dan spesimen 3. Berikut adalah hasil penggabungan antara perbandingan spesimen filamen PLA dan ABS, seperti terlihat pada gambar 4.31.



Gambar 4.31 Hasil perbandingan tegangan uji tekan spesimen filamen PLA dan ABS

#### 4.19 Hasil perbandingan regangan uji tekan spesimen filamen PLA dan ABS

Setelah di lakukan perbandingan spesimen filamen PLA dan ABS dari spesimen 1, spesimen 2, dan spesimen 3. Berikut adalah hasil penggabungan antara perbandingan spesimen filamen PLA dan ABS, seperti terlihat pada gambar 4.32.



Gambar 4.32 Hasil perbandingan regangan uji tekan spesimen filamen PLA dan ABS

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian uji tarik dan tekan dengan beberapa spesimen yang bervariasi ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

- a. Pada pengujian tarik dan tekan yang telah dilakukan pada spesimen filament PLA dan ABS adalah untuk mengamati kekuatan tarik dan tekan berupa tegangan, modulus elastisitas dan regangan.
- b. Evaluasi pengujian tarik dan tekan pada spesimen PLA dan ABS dengan laju regangan yang berbeda.

#### 5.2 Saran

- a. Pengujian experiment disarankan dilakukan pada mesin uji tarik dan tekan menggunakan servo meter.
- b. Penambahan jumlah material agar menambah pengetahuan tentang kekuatan bahan- bahan di 3D printer.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ann-Sofie Persson, Goran Alderborn (2017). A hybrid approach to predict the relationship between tablet tensile strength and compaction pressure using analytical powder compression, *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. Vol. 45.
- B.Podlepetsky, M.Nikiforova, A Kovalenko, (2017). Chip Influence on Characteristics of MISFET Hydrogen Sensors, Department of micro and nanoelectronics, National Research Nuclear University MEPhI, Moscow,115409,Russia. Vol. 156.
- Batluri Tilak Chandra\*, Sanjeevamurthy , H. S. Shivashankar, (2016), Effect of Treatment on hardness of AL17075-Albite particulate composites, Department of Mechanical Engineering, Siddanganga Institute of Technology, Tumkur-572103, Karnataka,India. Vol. 18.
- C.Elanchezian , B. Vijaya Ramnath , K.N.Sripada Raghavendra, Mithun Muralidharan , G.Rekha (2016). Design and comparison of the Strength and Efficiency of Drive Shaft made of Steel and Composite Materials, Selection and Peer-review under responsibility of International Conference on Processing of Materials and Energy (July 29th-30th)2016, Ongole,Andhra Pradesh, India. Vol. 25
- Ehsan Vadiie, Yi Fang, Chaomin Zhang, Alec M.Fischer, Joshua J.Williams, Emma J. Renteria (2017),Temperature dependence of GaSb and AlGaSb solar cells, School of Electrical, Energy, and Computer Engineering, Arizona State University, Tempe, AZ 85287 USA. Vol. 28-34
- Grits Frolovs , Karlis Rocens, Janis Sliseris (2017), Shear and tensile strength of narrow glued joint depending on the grain direction of plywood plies, Riga Technical University Faculty of Building and Civil Engineering Department

of Structural Engineering and Reconstruction, Kalku st. 1, Riga LV-1001, Latvia. Vol. 30

[https://id.wikipedia.org/wiki/](https://id.wikipedia.org/wiki/.). 3D Printing Temperatures & Printing Guidelines, diakses tanggal 20 September 2018.

<https://www.thingiverse.com/> 3D-printing, diakses tanggal 3 Maret 2018.

Ilke, D, Daniel, G, A, Bedrich, B, (2017), Near-Convex Decomposition and Layering for Efficient *3D Printing*. Purdue University 305 N, University St, WEST Lafayette, IN. Vol. 23

J. Castro, J Seabra (2017). Influence of mass temperature on gear scuffing, Department de Engineering Mecanics, Institut Superior the Engineering, Institut Politecnics do Porto, Portugal. Vol. 27-37.

Kan, W, Chia-Che, H, Chuck, Z, Ben, W, (2017), A Review on the 3D Printing of Functional Structures for Medical Phantoms and Regenerated Tissue and Organ Applications, Georgia Tech Manufacturing Institute, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA 30332, USA. Vol. 25

Peter Groche, Florian Hope, Julian Sinz (2017). Stiffnes of multipoint servo presses; Mechanics vs Control. Institute for Production Engineering and Forming Machines, Technische University Darmstadt, Germany

Shaoyuan Lyu, Yanbo Sun , Lei Ren , Welong Xiao , Chaoli Ma (2017), Simultaneously achieving high tensile strengt and fracture toughness of Ti/Ti-Al multilayered composites, Aeraspace Research Institute of Materials and Procesing Technology , Beijing 100076 , China. Vol. 19

Sonia M. Razavi, Gerardo Callegri, German Drazer, Alberto M. Cuitino (2016). Toward predicting tensile strength of pharmaceutical tablets by

ultrasound measurement in continuous manufacturing. Departement of Mechanical and Aerospace Engineering, Rutgers, The state University of New jersey,Piscataway,NJ 08854, USA. Vol. 23

Tao Chen<sup>1</sup> Ran Xu<sup>2</sup> Qingbin Li<sup>3</sup> (2015) EFFCT OF STRAIN RATE ON TENSILE STRENGHT OF DEFECTTIVE SILICON NANORODS,(Beijing MTR Construction Administration Corparation, Beijinng 100068, China),(AML,Department of Engineering Mechanics, Tsinghua University, Beijing 100084, Chine) State Key Laboratatory of Hydrosience and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084,china). Vol.13



# LAMPIRAN

DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK - UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2018 - 2019

Peserta Seminar  
Nama  
NPM  
Judul Tugas Akhir

: Kurniawan Eko Putra  
: 1307230009  
: Pengaruh Kekuatan Tarik Dan Tekan Pada Bahan Di -  
3 D Printer.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing -- I	: DR. Rekhmad Arief, Srg, M.Eng	:	.....
Pembimbing -- II	: Sudirman Lubis, S.T.M.T	:	.....
Penbanding -- I	: M. Yami, S.T.M.T	:	.....
Penbanding -- II	: Khairul Umurani, S.T.M.T	:	.....
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230169	ABYANSAH PRAMAHEE	
2	1507230109	REKIMALI	
3	1307230105	WANI KHORIP	
4	1507230010	Fery Haidarusyiah	
5	1507230012	Billy wahana Putra	
6	1307230100	Rizki Salsasyah	
7	1307230112	Wanda Tita	
8			
9			
10			

Medan, 06 Muharram 1443 H  
07 September 2019 M

Ketua Prodi. T.Mesin

Afendi, S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Kurniawan Eko Putra  
 NPM : 1107230009  
 Judul T.Akhir : Pengaruh Kekuatan Tarik Dan Tekan Pada Bahan Di 3 D Print-  
 Ter.

Dosen Pembimbing - I : DR. Rakhmad Arief Siregar.S.T.M.Eng  
 Dosen Pembimbing - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T  
 Dosen Pembimbing - I : M. Yani.S.T.M.T  
 Dosen Pembimbing - II : Khairul Umurani.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

- 1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
- 2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :  
 .....  
 ..... *Perbaikan: bujukan essay dan data di tambah* .....  
 .....
- 3. Harus mengikuti seminar kembali  
 Perbaikan :  
 .....  
 .....  
 .....

Medan 06 Muharram 1440H  
 07 September 2019 M

Diketahui :  
 Ketua Prodi. T.Mesin

*Afandi*  
 Afandi.S.T.M.T

Dosen Pembimbing- I  
*M. Yani*  
 M. Yani.S.T.M.T



**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

NAMA : Kurniawan Eko Putra  
NPM : 1307230009  
Judul T.Akhir : Pengaruh Kekuatan Tarik Dan Tekan Pada Bahan Di 3 D Prin-  
Ter.

Dosen Pembimbing - I : DR.Rakhmad Arief.Singar.S.T.M.Eng  
Dosen Pembimbing - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T  
Dosen Perbandingan - I : M. Yani.S.T.M.T  
Dosen Perbandingan - II : Khairul Umurani.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perhulltan antara lain :

*Abstrak, Laporan, Prastala, Metode*  
.....  
.....  
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perballan :

.....  
.....  
.....  
.....

Medan 06 Muharram 1440H  
07 September 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

*Afandi*  
Afandi.S.T.M.T

Dosen Perbandingan- II  
*Khairul Umurani*  
Khairul Umurani.S.T.M.T



## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

### Pengaruh Kekuatan Tarik Dan Tekan Pada Bahan Di 3D Printer

Nama : Kurniawan Eko Putra  
NPM : 13072300009

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Eng Rakhmad Arief Siregar  
Dosen Pembimbing 2 : Sudirman Lubis, S.T., M.T.

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	26.07.18.	carp pustaka yang babubungan	
	14.07.18.	lanjut bab 2.	
	27.07.18.	perbaiki bab 2	
	15.09.18.	lanjut bab 3	
	26.02.19.	Perbaiki bab 3 dan bab 4.	
	27.07.19.	ACC Seminar.	
	27.07.19.	lanjut perbaiki bab 4.	
	28.07.19.	perbaiki bab 4.	
	29.07.19.	ACC Seminar.	

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### **DATA PRIBADI**

Nama : Kurniawan Eko Putra  
NPM : 1307230009  
Tempat /Tanggal Lahir : Helvetia, 04 Juni 1995  
Agama : Islam  
Alamat : Dusun VI.A Gg. Rahmat Pasar IX Manunggal  
Kec. Deli Serdang  
Jenis Kelamin : Laki – Laki  
Anak Ke : 1 Dari 2 Bersaudara  
No. Hp : 082273269665  
Telp : -  
Setatus Perkawinan : Belum Menikah  
Email : [kurniawanekoputra1995@gmail.com](mailto:kurniawanekoputra1995@gmail.com)  
Nama Orang Tua  
Ayah : Anwar  
Ibu : Sumartini

### **PENDIDIKAN FORMAL**

2001 – 2007 : SD SWASTA PAB 4  
2007 – 2010 : SMP NEGERI 1 LABUHAN DELI  
2010 – 2013 : SMK NEGERI 1 PERCUT SEI TUAN  
2013 – 2019 : UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA  
UTARA

