

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Landasan Teori

Adapun penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Pristiansyah, Hardiansyah dan sugiaro dengan judul yaitu “Optimasi Parameter Proses 3D Printing FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filament eflex”. Prinsip kerja FDM adalah dengan cara ekstrusi termoplastik melalui *nozzle* yang panas pada *melting temperature* selanjutnya produk dibuat lapis per lapis. Material yang digunakan adalah filamen *flexible* jenis Eflex dengan diameter 1,75 mm. Parameter proses yang digunakan adalah *flowrate*, *layer thickness*, *nozzle temperature*, *printing speed*, *overlap*, dan *fan speed*. Spesimen uji berbentuk kubus berukuran 20 mm × 20 mm × 20 mm. Optimasi parameter proses menggunakan metode Taguchi L27 *Orthogonal Array* untuk uji akurasi dimensi. Nilai parameter proses optimal untuk mendapatkan keakuratan dimensi X adalah *flowrate* 110 %, *layer thickness* 0,10 mm, *nozzle temperature* 210 °C, *print speed* 40 mm/s, *overlap* 75 %, dan *fan speed* 50%. Dimensi Y adalah *flowrate* 120 %, *layer thickness* 0,20 mm, *nozzle temperature* 230 °C, *print speed* 30 mm/s, *overlap* 75 %, dan *fan speed* 100%. Serta dimensi Z adalah *flowrate* 120 %, *layer thickness* 0,30 mm, *nozzle temperature* 210 °C, *print speed* 30 mm/s, *overlap* 50 %, dan *fan speed* 100% [ 1 ]

Selanjutnya Penelitian yang dilakukan oleh y.setiawan, satria, dengan judul “Pengaruh Temperatur Terhadap Kekuatan Tarik Dan Tekan Pada Proses Ekstrusi Di Mesin Printer 3d” PLA adalah plastik yang biasanya terkandung dalam kelompok poliester alifatik, yang dapat terdegradasi dengan hidrolisis ABS adalah plastik polimer yang tersusun dari tiga jenis monomer yaitu akrilonitril, butadiena, dan stirena [2]

Kemudian penelitian selanjutnya oleh D.andriyansyah. Herianto, dan purfaji dengan judul optimasi mengenai akurasi dimensi, pengulangan dan sifat mekanik material PLA dengan ukuran spesimen hasil uji impak material plastik menunjukkan bahwa akurasi dimensi sangat dipengaruhi oleh temperatur ekstrusi dan ketebalan lapisan. Sebelum membuat desain menjadi kenyataan, bahan harus diuji. Dengan cara ini dapat dinyatakan bahwa struktur tersebut aman untuk

pengoperasian manusia. Ketangguhan semacam ini terjadi pada bahan plastik dengan daya tahan rendah, maka rekahan tersebut akan menyebar dengan cepat dan dapat menyebabkan kerusakan dalam waktu singkat.[3]

penelitian yang dilakukan oleh z. andrew dengan judul analisis kekuatan mekanis biokomposit limbah tandan kosong kelapa sawit dan limbah plastik polipropena berbasis fused deposition modelling Untuk mengevaluasi ketahanan material terhadap kekuatan tarik, perlu dilakukan uji tarik. Pengujian tarik merupakan suatu upaya untuk pengujian dalam pengujian bahan mekanis, untuk penentuan karakteristik bahan, dengan kondisi tersebut beban terjadi secara .[4]

Selanjutnya yaitu penelitian oleh R.F suratman pengujian geometris dengan judul optimasi parameter pengambilan gambar fotogrametri rentang dekat menggunakan metode taguchi sebagai pengembangan 3d metrologi".merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui geometris suatu objek benda, dari jenis ini dapat dilihat pada tabel deviasi ratenya.pada objek gambar denagn jelas perbedaan antara desain objek dan hasil dari luaran benda.[5]

Penelitian yang dilakukan oleh Z.S. sezen pada material PLA+ Esun diameter 1,75mm menggunakan mesin 3D printing FDM model PRUSA dengan dimensi 220 mm x220 mm x 250 mm dan *nozzle temperature* (205°C, 215°C, dan 225°C). *layer thickness* 0,2mm, *bed temperature* 60°C, *travel speed* 100, *printing speed* 50, *infill type* (*Grid, Lines, Triangles, Tri Hexagon, Cubic, cubic Suidivision, Octet, Quarter Qubic, Concentric, Zig-Zag, Croos, Cross 3D, dan Gyroid*) yang akan ditentukan pada software *Ultimaker Cura 4.4.0*. Hasil yang diperoleh setelah dilakukan pengujian nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada spesimen uji ke 22 yaitu 43,20 Mpa dengan parameter *nozzle temperature* 215 °C dan *infill tipe concentric*, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada spesimen uji ke 22 yaitu 24,50 Mpa dengan parameter *temperature nozzle* 205 °C dan *infill type cross*.[6]

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Muhammad tio cadavi Dengan banyaknya penelitian mengenai uji Tarik menggunakan filament plastik 3D printing dan mengenai uji tarik menggunakan material filament biocomposite tandan kosong kelapa sawit dan plastik high density polyethylene untuk 3d printing berbasis fused deposition modeling dengan menggunakan uji tarik, maka dari itu dilakuanlah

penelitian ini yang mengenai Uji tarik menggunakan Filamen Plastik jenis plastik high density polyethylene . Guna untuk mengetahui ketangguhan dari suatu material . Oleh karena itu , penelitian ini berfokuskan pada setting parameter terbaik agar dapat menghasilkan nilai uji tarik yang diinginkan. [7]

Penelitian selanjutnya yaitu dari A.N.zaman D. fatma belum membuat desain menjadi kenyataan, bahan harus diuji. Dengan cara ini dapat dinyatakan bahwa struktur tersebut aman untuk pengoperasian manusia. Ketangguhan material terhadap rekahan getas merupakan masalah yang juga harus diperhatikan pada struktur plastik. Jika rekahan getas semacam ini terjadi pada bahan plastik dengan daya tahan rendah, maka rekahan tersebut akan menyebar dengan cepat dan dapat menyebabkan kerusakan dalam waktu singkat Jenis Material.[8]

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya ialah terletak pada proses optimasi parameter yang digunakan menggunakan dua perbandingan optimasi yang berbeda sehingga dapat mencari hasil yang lebih baik yaitu dengan menggunakan metode optimasi taguchi dan aplikasi cross entropy kemudian akan diujikan dengan pengujian tarik untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam komposisi antara printing speed, cooling speed, dan nozzle temperatur pada 3D printer.

## **2.2. Mesin 3D Printer**

Printer 3D adalah sebuah printer yang menampilkan data dalam bentuk cetakan. Dengan teknologi dari printer 3D sebuah perusahaan dapat membuat sebuah prototype tanpa harus menghabiskan bahan baku ataupun material. Karena sehabis seorang designer menggambar objek 3D mereka akan bisa langsung mencetak hasil desain mereka dengan printer tersebut dan langsung mengetahui kira-kira apa saja kekurangan dari design yang telah dibuatnya. Melihat prospek ke depan printer 3D dan perkembangannya, aplikasi printer ini sudah mampu merambah ke segala lini. Saat ini terus dikembangkan bahan filament yang mencapai titik didih tinggi, dengan kekuatan yang ekstra kuat. Kalau itu sudah tercapai, aplikasinya bisa lebih banyak lagi.[9]



Gambar 2.1 Printer 3D  
(Sumber : Quanjin, 2019)

### 2.3. Prinsip Kerja 3D Printer

3D printing dari namanya adalah mencetak sesuatu/barang dengan bentuk 3 Dimensi (3D) atau terlihat nyata. Cara kerja printer 3D yaitu dengan memasukkan data hasil desain/cetakan dari software khusus 3D print yaitu CAD, desain yang sudah dibuat dimasukkan ke bagian printer 3D . Setelah itu printer 3D akan membaca desain itu dan akan mencairkan bahan plastik yang sudah terhubung ke dalam tabung dan akan membuat lapisan di piringan logam, dimana bahan plastik itu akan mengeras setelah terkena udara. Proses ini disebut *FDM(Fused Depositional Modelling)* dimana struktur 3 Dimensi (3D) terbuat dengan mencetak area yang sama, berlapis-lapis menggunakan plastik cair di area yang sama secara berulang-ulang.[10]

### 2.4. Parameter proses 3D printing

- **Temperatur Nozzle**

3D printing ini sangat pengaruh terhadap menggunakan temperatur nozzle. Temperatur tersebut juga harus didukung oleh printer yang akan digunakan. Nozzle tersebut akan berpengaruh terhadap keluarnya filamen pada 3d printer pada saat mesin operasional dalam menentukan layerthicnes dan orientasi. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan perintah.

- **Cooling Speed**

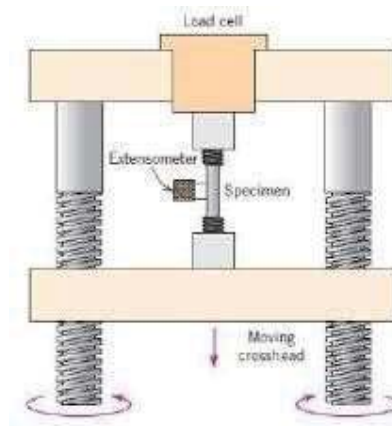
Cooling speed dimesin 3D digunakan untuk mendinginkan filamen pada saat mesin beroperasi digunakan agar tidak *overhead* pada saat pengoprasian sehingga suhu pada 3d printer dapat distabilkan sesuai dengan jenis dan filamen yang kita gunakan.

- **Printing Speed**

Pada tahap ini dapat menyempurnakan bagian bagian kompleks yang bisa jadi disebabkan oleh over sized atau ukuran yang berbeda dari yang diinginkan dengan menyesuaikan kecepatan pada printing speed sesuai dengan objek yang diperlukan.

## 2.5. Uji Kekuatan Tarik Statis

Uji Tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu Uji tarik mungkin adalah cara pengujian bahan yang paling mendasar. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat.[11]



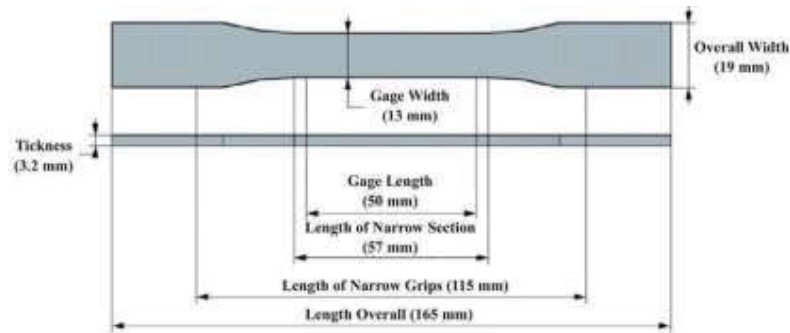
Gambar 2.2 Mesin uji tarik dilengkapi spesimen ukuran standar  
(Sumber : Deng, et al., 2018)

Pengujian tarik adalah dasar dari pengujian mekanik yang dipergunakan pada material. Dimana spesimen uji yang telah distandarisasi, dilakukan pembebanan uniaxial sehingga spesimen uji mengalami peregangan dan bertambah panjang hingga akhirnya patah. Pengujian tarik relatif sederhana, murah dan sangat terstandarisasi dibanding pengujian lain. Hal-hal yang perlu diperhatikan agar pengujian menghasilkan nilai yang valid adalah; bentuk dan dimensi spesimen uji, pemilihan grips dan lain-lain.

Spesimen uji harus memenuhi standar dan spesifikasi dari ASTM (*American Standard Testing and Material*). Bentuk dari spesimen penting karenakita harus.

menghindari terjadinya patah atau retak pada daerah grip atau yang lainnya. Jadistandarisasi dari bentuk spesimen uji dimaksudkan agar retak dan patahan terjadi didaerah gage length.[12]

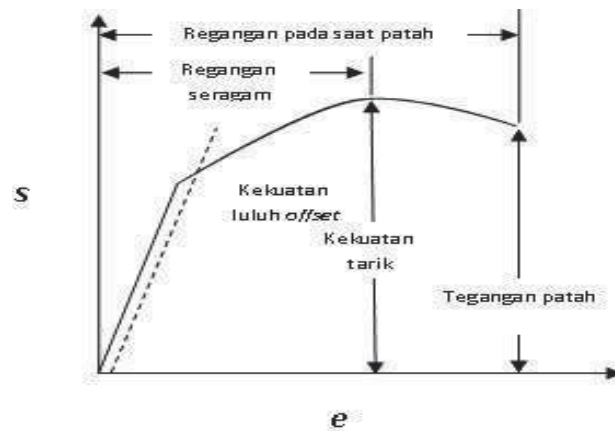
*Face* dan *grip* adalah faktor penting. Dengan pemilihan *setting* yang tidak tepat, spesimen uji akan terjadi slip atau bahkan pecah dalam daerah *grip* (*jaw break*). Ini akan menghasilkan hasil yang tidak valid. *Face* harus selalu tertutup di seluruh permukaan yang kontak dengan *grip*. Agar spesimen uji tidak bergesekan langsung dengan *face*.



Gambar 2.3 Standar ukuran ASTM D638 type 1  
(Sumber : Boisse, 2015)

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.

Kurva tegangan-regangan teknik dibuat dari hasil pengujian yang didapatkan.



Gambar 2.4 Contoh kurva uji tarik  
(Sumber : Sharma, et al., 2019)

Tegangan yang digunakan pada kurva adalah tegangan membujur rata-rata dari pengujian tarik. Tegangan teknik tersebut diperoleh dengan cara membagi.[13]

## 2.6. Metode Taguchi

### • Pengertian Metode Taguchi

Metode taguchi merupakan desain eksperimen dalam satu rancangan percobaan untuk mengatakan nilai-nilai dari variabel dapat dikendalikan dengan tujuan memperbaiki kualitas produk sehingga dapat meminimalkan variasi yang disebabkan variabel gangguan. Metode taguchi berupaya mencapai sasaran tersebut dengan menjadikan benda kerja dan proses tidak sensitif terhadap berbagai parameter gangguan (*noise*), seperti material, perlengkapan manufaktur, tenaga kerja manusia, dan kondisi-kondisi operasional.

### • Langkah-langkah Metode Taguchi

Adapun langkah-langkah metode taguchi dalam sebuah eksperimen adalah sebagai berikut : (Soejanto, 2009).[14]

1. Menentukan tujuan dari proses atau lebih khususnya lagi target *value* untuk pengukuran performansi dari suatu proses.
2. Menentukan parameter desain yang memberikan efek terhadap proses.
3. Membuat *orthogonal arrays* untuk desain parameter yang mengidentifikasi jumlah dan kondisi dari masing-masing eksperimen.
4. Menghubungkan eksperimen yang diindikasikan pada *array* yang sudah selesai untuk mengumpulkan data pada efek dari pengukuran performansi.
5. Melengkapi data analisis untuk menentukan efek dari berbagai parameter berbeda pada pengukuran performansi.

### • Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan percobaan mempunyai 2 hal (Soejanto, 2009), terdiri dari penentuan jumlah replikasi dan randomisasi pelaksanaan percobaan.

#### 1. Jumlah replikasi

Replikasi merupakan pengulangan kembali perlakuan pada kondisi percobaan yang sama guna bertujuan untuk memperoleh tingkat ketelitian yang tinggi.

#### 2. Randomisasi

Dalam percobaan yang mempengaruhi hasil eksperimen adalah parameter-

parameter lain yang tidak diinginkan. Pengaruh parameter-parameter tersebut dapat diperkecil dengan proses randomisasi (pengacakan) dari urutan suatu percobaan.

• **Tahap Analisa**

Pada tahap analisis, pengumpulan dan pengolahan data dilakukan, tahap ini meliputi pengumpulan data, pengaturan data, perhitungan serta penyajian data dalam suatu tampilan tertentu yang sesuai dengan desain yang dipilih. Selain itu, perhitungan dan pengujian data statistik dilakukan pada data hasil percobaan. Berikut ini adalah tahap analisa (Soejanto, 2009) :

1. Analisis Varians Taguchi

Analisis varian adalah teknik yang digunakan untuk menganalisis data yang telah disusun dalam perencanaan eksperimen secara statistik. Analisis ini merupakan teknik dengan menguraikan seluruh total parameter yang diteliti. Untuk analisis varians dua arah adalah data eksperimen yang terdiri dari dua parameter atau lebih dan dua *level* atau lebih.

2. Rasio S/N

Rasio S/N (*rasio Signal-To-Noise*) digunakan untuk memilih faktor-faktor yang memiliki kontribusi pada pengurangan variasi suatu respon. Penggunaan rasio S/N untuk mengetahui *level* faktor mana yang berpengaruh pada hasil eksperimen. Tipe karakteristik rasio S/N terdiri dari : (Fatma, 2019)

a. Semakin kecil, semakin baik (*Small is Better*)

Dimana karakteristik kualitas nilai semakin kecil (mendekati nol adalah nilai yang diinginkan).

$$\text{Rasio S/N} = -10 \log \left( \sum_{i=1}^n \frac{y_i^2}{n} \right) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

n = jumlah pengulangan

y = data dari percobaan

b. Tertuju pada nilai tertentu (*Nominal the Better*)

Dimana karakteristik kualitas dengan nilai atau target tidak nol dan terbatas (mendekati nilai yang ditentukan).

$$\text{Rasio S/N} = -10 \log \left( \frac{\sum (y_i - y)^2}{n} \right) \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :



n = jumlah pengulangan

y = data dari percobaan

c. Semakin besar, semakin baik (*Large is Better*)

Dimana karakteristik kualitas nilai tak terbatas (semakin besar adalah semakin diinginkan).

$$\text{Rasio S/N} = -10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

n = jumlah pengulangan

y = data dari percobaan