

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Pustaka

Dalam melakukan penelitian, observasi sangat dibutuhkan sebagai referensi untuk mencari sumber yang berkaitan dengan judul yang diambil. Berikut adalah beberapa referensi yang diambil sebagai sumber referensi dalam penelitian ini.

Tabel 2.1 Sumber Referensi

No.	Judul	Peneliti (Tahun)	Sumber	Kesimpulan
1.	Pengaruh Parameter Proses Ekstrusi 3d Printer Terhadap Sifat Mekanis Cetak Komponen Berbahan FilamentPla (<i>Poly Lactide Acid</i>)	Agris setiawan (2017)	<i>Jurnal Teknik STTKD Vol.4, No. 2</i>	Parameter proses mesin 3D Printer pada setting A yaitu <i>Print speed</i> 80 mm/s, <i>layer height</i> 0,15 mm dan temperatur <i>extruder</i> 220°C menghasilkan angka uji tarik spesimen tertinggi.
2.	Pengaruh Parameter Proses 3D Printing Terhadap Elastisitas Produk Yang Dihasilkan	Hasdiansah1, Herianto2, (2018)	Seminar Nasional Inovasi Teknolgi UN PGRI Kediri, 24 Februari 2018	Melalui penelitian ini diperoleh bahwa parameter proses yang disetting pada <i>slicing software</i> mempengaruhi tingkat elastisitas produk. Semakin kecil nilai yang ditunjukkan oleh neraca digital, maka semakin tinggi tingkat elastisitas produk tersebut. Semakin besar nilai yang ditunjukkan pada neraca digital, maka semakin rendah tingkat elastisitas atau semakin <i>rigid</i> produk tersebut.

3.	Optimasi Parameter Proses 3d <i>Printing</i> Terhadap Kuat Tarik Filamen <i>Polylactic Acid</i> Menggunakan Metode Taguchi	Deni Andriyansyah, Herianto, Purfaji	Seminar Nasional Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan - Universitas Muhammadiyah Purworejo	Hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa spesimen nomor 6 memiliki nilai kuat tarik tertinggi dengan nilai 18,7 MPa sedangkan spesimen nomor 3 memiliki nilai kuat tarik terendah dengan nilai 16,1 MPa.
4	Optimasi Kualitas <i>Hallow Block</i> Dengan Metode <i>Taguchi</i>	Suwarno, Naomi Nessyana Debataraja, Setyo Wira Rizki	Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster) Volume 6, No. 01 (2017),	Hasil pengolahan dan analisis data dari rancangan eksperimen Taguchi dihasilkan komposisi bahan berdasarkan faktor dan level yang optimal yaitu faktor A1, faktor B2, C1, faktor E1
5	Pengujian Kuat Tarik Terhadap Produk Hasil <i>3d Printing</i> Dengan Variasi Ketebalan <i>Layer</i> 0,2 Mm Dan 0,3 Mm Yang Menggunakan Bahan <i>Abs (Acrylonitrile Butadiene Styrene)</i>	Herru Santosa Budiono	Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta Juli 2015	1. Spesimen hasil printer 3D yang menggunakan tebal <i>layer</i> 0.2 mm sebesar 18,5948 MPa. 2. Spesimen hasil printer 3D yang menggunakan tebal <i>layer</i> 0.3 mm sebesar 18,9152 MPa. 3. Spesimen yang dibuat secara manual sebesar 10,0042 MPa.
6	Pengaruh Temperatur Terhadap Kekuatan Tarik Dan Tekan Pada Proses Ekstrusi Di Mesin	Satria Yudha Setiawan	Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan	1. Bahwa pengaruh temperatur terhadap pembuatan spesimen printer 3D berpengaruh terhadap tingkat kekerasan spesimen yang telah dicetak.

	<i>Printer 3d</i>		2019	2. Pada pembuatan spesimen, yang dicetak dengan bahan filament pla dan abs mesin printer 3D bekerja dengan maksimal seperti yang ditunjukkan pada hasil pembuatan spesimen.
--	-------------------	--	------	---

2.2. Fdm

Fused Deposition Modeling (FDM) adalah metode yang digunakan untuk membuat sebuah *prototype*. cara kerja FDM menggunakan sebuah *head* (kepala penyemprot) yang dipanaskan digerakkan menurut sumbu x dan y untuk membentuk *layer* menggunakan material plastis yang disemprotkan ke atas *platform*. Material itu akan segera mendingin dan mengeras saat mengenai *platform*. *Platform* kemudian digerakkan turun, dan *layer* berikutnya segera dikerjakan. Untuk prototipe yang membutuhkan penyangga (*support*), maka disemprotkan material penunjang dari *head* di sekeliling prototipe. Material penunjang ini dapat dengan mudah dibuang setelah prototipe selesai dikerjakan.

2.3 3D Printer

3D *printer* adalah proses pembuatan benda padat tiga dimensi dari sebuah desain secara digital menjadi bentuk 3D yang tidak hanya dapat dilihat tapi juga dipegang dan memiliki volume. 3D *printer* dicapai dengan menggunakan proses aditif, dimana sebuah obyek dibuat dengan meletakkan lapisan yang berurut dari bahan baku. *Printer* 3D juga sering disebut dengan *addictive manufacture* atau manufaktur tambahan. Pada tahun 1986, ada seseorang bernama Charles W. Hull memiliki hak paten dengan teknologi stereolithography. Teknologi ini merupakan teknologi untuk membuat objek 3D. Tentu saja, *Printer* dengan teknologi 3D sangatlah mahal. *Printer* tradisional yaitu *printer* 2D bisa di beli dengan hanya beberapa ratus ribu rupiah saja. Sedangkan untuk *printer* 3D, anda harus mengeluarkan uang puluhan sampai ratusan juta rupiah untuk memilikinya tergantung model dan bahan bakunya.

2.4 Filament

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah *filament* yang berbahan dasar polimer-termoplastik. Hal ini terkait dengan teknik *Fused Deposition Modeling* (FDM) yang termasuk ke dalam kategori *material extrusion*. Ada beberapa jenis *material filament* yang biasa digunakan, antara lain *Poly lactid Acid*(PLA), *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS), *High-Impact Polystyrene* (HIPS), *Thermoplastic Polyurethane* (TPU), *Aliphatic Polymides* (Nylon), dll. (Ikhwan dkk, 2017). Yang paling sering digunakan masyarakat adalah PLA dan ABS, dikarenakan faktor harga yang lebih murah diantara jenis *filament* yang lain. PLA sering digunakan oleh pemula atau oleh seseorang yang ingin memiliki hasil cetak yang akurat. Di sisi lain, ABS banyak digunakan oleh orang-orang yang menginginkan objek yang lebih kuat. Apabila hasil cetak akan dihaluskan, maka ABS akan lebih mudah untuk diampelas. ABS juga bisa diproses dengan *Acetone* jika ingin menghasilkan permukaan yang halus/mengkilap (Rajawali3D, 2018).

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *eSteel Filament* dan *eAl-fill Filament* seperti pada Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1a. *eSteel Filament* dan **b.** *eAl-fill Filament*

(Shenzhen Esun Industrial Co.,Ltd, 2017)

Untuk data dari *Filament eSteel* dapat dilihat dari Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.3 *Data sheet of eSteel filament*

<i>Name</i>	<i>eSteel</i>
<i>Print Temperature</i>	200 - 220 °C
<i>First Layer Temperature</i>	215 °C
<i>Density</i>	2.46 kg/m ³
<i>Diameter Filament</i>	1.75 mm (Accuracy: 1.7 – 1.8 mm)
<i>Tensile Yield Strength</i>	45 Mpa

<i>Flexural Strength</i>	<i>63 Mpa</i>
<i>Flexural Modulus</i>	<i>4452 Mpa</i>
<i>Impact Strength</i>	<i>5 kJ/m²</i>

(Sumber: eSUN, 2018)

Karakteristik *Filament eSteel*

(Shenzhen Esun Industrial Co.,Ltd, 2017):

Menambahkan stainless steel ke bahan cetak PLA 3D, eSteel menunjukkan selera logam abu-abu mode setelah dipoles. Filamen ramah lingkungan ini dapat digunakan semudah PLA, sulit patah, mudah dicetak, tidak ada masalah yang melengkung dan retak. Namun, Anda masih harus siap untuk mengganti nozzle dan melakukan penyesuaian lapisan pertama.

Untuk data dari *Filament eAl-fill* dapat dilihat dari Tabel 2.5 di bawah ini.

Tabel 2.4 *Data sheet of eAl-Fillfilament*

<i>Name</i>	<i>eAl-Fill</i>
<i>Print Temperature</i>	<i>200 - 220 °C</i>
<i>First Layer Temperature</i>	<i>215 °C</i>
<i>Density</i>	<i>1.48 kg/m³</i>
<i>Diameter Filament</i>	<i>1.75 mm (Accuracy: 1.7 – 1.8 mm)</i>
<i>Tensile Yield Strength</i>	<i>45 Mpa</i>
<i>Flexural Strength</i>	<i>74 Mpa</i>
<i>Flexural Modulus</i>	<i>4885 Mpa</i>
<i>Impact Strength</i>	<i>4 kJ/m²</i>

(Sumber: eSUN, 2018)

Karakteristik *FilamenteAl-Fill*

(Shenzhen Esun Industrial Co.,Ltd, 2017):

- Ramah lingkungan dan tidak berbau saat mencetak;
- Kurang Penyusutan, mencetak produk tanpa ujung melengkung;
- Suhu cetakan lebih rendah, mobilitas lebih baik, dan pemrosesan mudah;
- Permukaan produk cetakan yang dicetak menunjukkan tekstur logam setelah dipoles.

2.1 Akurasi dimensi

Salah satu masalah dalam proses Pencetakan 3D *Fused Deposition Modeling* (FDM) adalah bahwa filamen plastik yang diekstrusi cenderung menyusut dan melengkung dari platform pencetakan (Nazan dkk, 2017). Karena penyusutan menjadi masalah yang tidak dapat dihindari untuk proses FDM, sulit untuk mendapatkan bagian yang sangat akurat dengan pengulangan yang memuaskan. Ketika parameter fabrikasi dioptimalkan, efek penyusutan dapat dikurangi (Gurralla dan Regalla, 2014).

Penyusutan material biasa terjadi pada termoset dan muncul selama transisi dari cairan ke kondisi padat setelah pencetakan. Ketika bahan PLA menyusut secara seragam, itu hanya akan menjadi sedikit lebih kecil. Namun, ketika hanya bagian dari model yang menyusut, itu akan menjadi masalah besar karena model tersebut akan bengkok. Model yang bengkok akan menekuk dari pelat penahan printer, retak atau berubah bentuk. Beberapa faktor berkontribusi terhadap kelengkungan model tetapi pendinginan yang tidak tepat adalah masalah yang paling umum. Itu terjadi setelah bahan cetak menjadi dingin dengan cepat atau ketika suhu di sekitar model cetak tidak rata. Sebuah AC di dalam ruangan lebih cenderung menyebabkan masalah ini (Vanhoose dkk, 2015).

Secara khusus, untuk mengurangi kesalahan bentuk akibat penyusutan panas pada pembuatan komponen PLA dengan pencetakan 3D berbasis FDM, pengaturan suhu untuk alas dan bagian dalam dan luar ruang sangat penting. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan pengaturan parameter terbaik dan untuk mengevaluasi pengaruh perubahan parameter dalam kesalahan penyusutan bagian *3D Printing*.

Gregorian dkk(2011) Telah menyarankan bahwa parameter seperti suhu bed dan faktor penyusutan perlu dipertimbangkan untuk mendapatkan hasil yang akurat. Dapat dilihat bahwa masing-masing parameter dapat menghasilkan nilai yang berbeda dari penyusutan (Marwah dkk, 2018). Namun, selama proses pembuatan, berbagai jenis produk biasanya menghadapi masalah dengan ketebalan yang tidak rata atau desain struktur tertentu, sehingga penyusutan produk tidak merata (Wang dkk, 2019). Untuk menghitung akurasi dimensi atau *accurasi dimention*) dari setiap dimensi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Ad = \frac{\text{actual part} - \text{design Part}}{\text{design Part}} \times 100 \% \quad (2.1)$$

2.5 Uji kekerasan

Kekerasan merupakan salah satu metode yang lebih cepat dan lebih murah untuk menentukan sifat mekanik suatu material. Kekerasan bukanlah konstanta fisika, nilainya tidak hanya bergantung pada material yang diuji, namun juga dipengaruhi oleh metode pengujiannya. Apabila metode pengujian yang digunakan berbeda, maka hasil dari sifat mekanisnya pun akan berbeda. Ada beberapa jenis kekerasan yaitu , *Ball indentation test* (Brinell), *Pyramida indentation* (Vickers), *Cone and ball indentation test* (Rockwell), Uji kekerasan mikro atau *knoop hardness*. Metode ini dibedakan oleh *Indentor* dan beban uji yang digunakan.

Metode uji kekerasan yang diajukan oleh J.A. Brinell pada tahun 1900 ini merupakan uji kekerasan lekukan yang pertama kali banyak digunakan serta disusun pembakuannya (Dieter, 1988). Uji kekerasan ini berupa pembentukan lekukan pada permukaan logam memakai bola baja yang dikeraskan yang ditekan dengan beban tertentu. Beban diterapkan selama waktu tertentu, biasanya 30 detik, dan diameter lekukan diukur dengan mikroskop, setelah beban tersebut dihilangkan. Permukaan yang akan dibuat lekukan harus relatif halus, rata dan bersih dari debu atau kerak.

Angka kekerasan brinell (BHN) dinyatakan sebagai beban P dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diameter jejak. BHN dapat ditentukan dari persamaan (2.2) berikut:

$$BHN = \frac{P}{\left(\frac{\pi D}{2}\right)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (2.2)$$

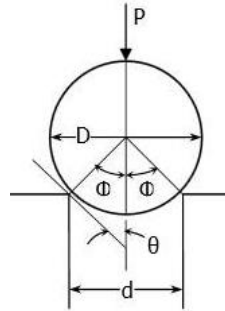
dengan: P = beban yang digunakan (kg)

D = diameter bola baja (mm)

d = diameter lekukan (mm)

Dari gambar 2.2, tampak bahwa $d=D\sin\Phi$. Dengan memasukkan harga ini ke dalam persamaan (2) akan dihasilkan bentuk persamaan kekerasan brinell yang lain, yaitu:

$$\text{BHN} = \frac{P}{\left(\frac{\pi}{2}\right)D^2(1-\cos\theta)} \quad (2.3)$$



Gambar 2.2 Parameter-parameter dasar pada pengujian Brinell

(Sumber: Dieter, 1988)

Jejak penekanan yang relatif besar pada uji kekerasan brinell memberikan keuntungan dalam membagikan secara pukol rata ketidak seragaman lokal. Selain itu, uji brinell tidak begitu dipengaruhi oleh goresan dan kekasaran permukaan dibandingkan uji kekerasan yang lain. Di sisi lain, jejak penekanan yang besar ukurannya, dapat menghalangi pemakaian uji ini untuk benda uji yang kecil atau tipis, atau pada bagian yang kritis terhadap tegangan sehingga lekukan yang terjadi dapat menyebabkan kegagalan (failure).

2.6 Metode Taguchi

Metode Taguchi diperkenalkan oleh Dr.Genichi Taghuci yang merupakan metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dalam dapat menekan biaya dan *resources* seminimal mungkin. Sasaran metode Taguchi adalah menjadikan produk *robust* terhadap *noise*, karena itu sering disebut sebagai *Robust Design*. Dalam metode Taguchi digunakan matrik yang disebut orthogonal array untuk menentukan jumlah eksperimen minimal yang dapat memberi informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter. Bagian terpenting dari orthogonal array terletak pada pemilihan kombinasi level dari variable-variabel input untuk

masing-masing eksperimen. Menurut Taguchi, ada 2 (dua) segi umum kualitas yaitu kualitas rancangan dan kualitas kecocokan. Kualitas rancangan adalah variasi tingkat kualitas yang ada pada suatu produk yang memang disengaja, sedangkan kualitas kecocokan adalah seberapa baik produk itu sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang disyaratkan oleh rancangan.

Karakteristik kualitas adalah hasil suatu proses yang berkaitan dengan kualitas produk yang melalui proses tersebut. Menurut Taguchi, karakteristik kualitas yang terukur dapat dibagi menjadi tiga kategori :

1. Nominal is the Best

Karakteristik kualitas yang menuju suatu nilai target yang tepat pada suatu nilai tertentu.

2. Smaller the Better

Pencapaian karakteristik apabila semakin kecil (mendekati nol; nol adalah nilai ideal dalam hal ini) semakin baik.

3. Larger the Better.

Pencapaian karakteristik kualitas semakin besar semakin baik (tak terhingga sebagai nilai idealnya)

2.7 Metode Grey Relational Analysis (GRA)

Grey relational Analysis(GRA), juga disebut *Deng's Grey Incidence Analysis model*, dikembangkan oleh Profesor Cina JULONG deng dari *Huazhong University of Science and Technology*. Teori ini telah diterapkan di berbagai bidang teknik dan manajemen. Awalnya, metode *Grey* diadaptasi untuk secara efektif mempelajari polusi udara (Tzu-Yi Pai, 2013).dan kemudian digunakan untuk menyelidiki model multi-dimensi nonlinear dari dampak kegiatan sosial-ekonomi pada polusi udara kota. (Li Xiaolu, 2017)Ini juga telah digunakan untuk mempelajari hasil penelitian dan pertumbuhan negara. (Saad Ahmed Javed, 2018).