

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Ketika melakukan penulisan tugas akhir diperlukan banyak sumber pustaka penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya, untuk dijadikan sebuah referensi. Berikut ini adalah beberapa referensi yang berkaitan antara lain.

Tabel 2.1 Data Sumber Jurnal Proposal

Tahun	DATA SUMBER JURNAL PROPOSAL		
	Nama	Judul	Kesimpulan
2019	Rizqy Zamzam dkk.	Pemanfaatan Teknologi Print 3D Sebagai Usaha Manufaktur Pendukung Pariwisata Lokal Daerah.	Teknologi manufaktur telah banyak berkembang di era revolusi industri 4.0. Salah satu teknologi yang saat ini sedang berkembang pesat adalah teknologi 3D <i>printing</i> . <i>Printer</i> 3D dimanfaatkan untuk mendukung sektor pariwisata lokal Kota Madiun. Dukungan terhadap sektor pariwisata ditunjukkan melalui usaha kreatif pembuatan souvenir yang mengangkat tema icon Kota Madiun. Lokomotif merupakan salah satu yang menjadi ciri khas Kota Madiun. Melalui usaha pembuatan souvenir berbasis teknologi print 3D kami berusaha mendukung sektor pariwisata sekaligus mengangkat budaya lokal daerah. Melalui program

			PKM-K kami telah memperoleh omzet yang semakin meningkat dari waktu ke waktu.
2018	Kumara Sadana Putra dkk.	Pemanfaatan Teknologi 3D <i>Printing</i> Dalam Proses <i>Desain</i> Produk Gaya Hidup	3D <i>printing</i> saat ini merupakan salah satu teknologi yang sedang berkembang dengan mesin pembuatan produk bisa dilakukan dengan mudah, cepat dan mendetail. Dalam proses pengembangan produk baru 3D <i>Printing</i> memegang peranan besar proses kreasi 2 dan 3 dimensi dalam desain produk. Kualitas produk baru yang dihasilkan menjadi lebih optimal. Sekarang ini gaya hidup <i>modern</i> mengakibatkan permintaan pasar terhadap produk <i>fashion</i> dan <i>lifestyle</i> terus meningkat demi mendapatkan produk yang eksklusif. Salah satu produk gaya hidup adalah sepatu dan perhiasan. Pentingnya sepatu bagi wanita, selain untuk menambah percaya diri juga bisa meningkatkan derajat seseorang. Perbedaan tempat tujuan yang dilakukan dalam satu hari, membuat mereka harus mengganti sepatu yang akan digunakan sesuai dengan

			acara yang akan mereka hadiri. Selain itu, perhiasan kini merupakan pelengkap busana bagi pria & wanita. Kedua produk gaya hidup itu kini dapat terfasilitasi oleh 3D <i>printing</i> dalam proses pembuatan <i>modelling</i> maupun purwarupanya. Melalui serangkaian fase pengembangan produk baru seperti proses kreatif, sketsa alternatif desain, hingga CAD-CAM, <i>digital modelling</i> dan proses produksi purwarupa dengan 3D <i>printer</i> . Maka dihasilkan produk gaya hidup yang bermanfaat.
2014	Donny Sulayman dkk	PENGARUH SUHU DARI HEATER NOZZLE TERHADAP PRODUK PRINTER 3D	suhu terbaik untuk mencetak spesimen adalah suhu 230°C karena mempunyai nilai rata-rata volume dan penyimpangan yang mendekati ukuran sebenarnya
2022	Zailani Hamzah dkk	PENGARUH CHAMBER PADA MESIN 3D PRINTING FDM TEHADAP HASIL PRODUK DENGAN MENGGUNAKAN FILAMEN ABS	Material filamen Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) merupakan jenis material yang digunakan dalam penelitian ini. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan chamber pada mesin 3D printing DIY (Do It Yourself) FDM tipe

			<p>cartesian model ender terhadap kualitas hasil akurasi dimensi produk. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental dengan melakukan penggunaan chamber pada mesin 3D printing dan penggunaan parameter proses. Hasil penelitian dengan pengujian serta pengukuran di dapatkan bahwa chamber mempengaruhi hasil akurasi dimensi produk dengan suhu heat bed (80°C), suhu nozzle (230°C), print speed (40 mm/s), infill density (40%) serta penggunaan layer thickness (0.20mm) menunjukkan hasil signifikan akurasi dimensi produk.</p>
2012	Yuniarti, N	Tinjauan Sifat Hidrofobik Bahan Isolasi Silicone Rubber.	<p>Rubber merupakan bahan polimer yang tersusun dari monomer monomer siliciloxane yang membentuk polydimethylsiloxane. Secara kimia dituliskan dengan rumus $[CH_3SiO]_n$. Berdasarkan rumus kimia tersebut dapat terlihat pengulangan monomernya yang dinyatakan dengan derajat polimerisasi (n).</p>

			Karet silikon memiliki berat molekul yang tinggi dan memiliki derajat polimerisasi antara 4.000 sampai 10.000. Satu atom silikon diperoleh dengan cara mereduksi SiO ₂ dengan karbon melalui peristiwa pemanasan listrik (Yuniarti, 2012).
--	--	--	---

2.2 3D Printing

Salah satu teknologi di dalam industri 4.0 adalah 3D *printing*. Pencetakan 3D adalah proses di mana objek padat 3D dari berbagai bentuk atau geometri dapat dibuat dari *file* digital. Penciptaan dicapai dengan meletakkan lapisan berturut-turut dari bahan tertentu sampai seluruh objek dibuat. Masing-masing lapisan ini mewakili potongan melintang horizontal yang diiris tipis (mirip dengan *output* dari printer biasa, inilah mengapa disebut pencetakan) dari objek akhirnya, berbeda dengan metode manufaktur tradisional yang bergantung pada penghapusan bahan untuk buat sesuatu (Bhatia, 2015).

Keunikan dari penggunaan 3D *printing* ini adalah hasil objek yang dicetak tersebut tidak akan diletakkan atau ditampilkan di atas kertas. Dengan adanya 3D *Printing*, maka manusia akan mulai terbangun dan semakin terbangun imajinasinya untuk membuat sebuah duplikat atau tampilan dari suatu benda menjadi lebih nyata alias persis dengan objek aslinya (Zakaria, 2020).



Gambar 2. 1 3D *Printing*
(Sumber: Zakaria, 2020)

2.3 Mekanisme pada mesin 3D *Printing*

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*

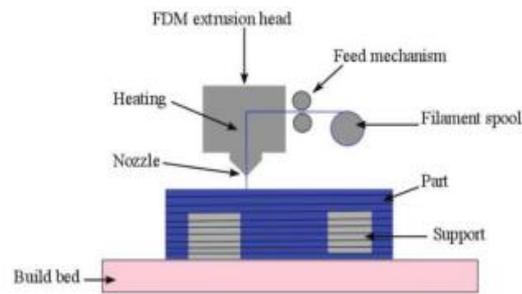
Apabila desainnya sudah dibuat anda bisa langsung *print* di mesin *printer* 3D. Kemudian proses pencetakan ini tergantung dari besar dan ukuran model. Proses *printing* menggunakan prinsip *Additive Layer* dengan rangkaian proses mesin membaca rancangan 3D dan mulai menyusun lapisan secara berturut 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 (Satria, 2019).

2.4 *Fused Deposition Modelling* (FDM)

FDM (*Fused Deposition Modelling*) merupakan teknologi *additive manufacturing* yang digunakan dalam pemodelan, prototipe dan produksi. Dalam proses pencetakan FDM *filament* diekstrusi atau dilelehkan oleh *nozzle* (Alsoufi dan Elsayed, 2017). Kepala cetak atau *nozzle* bergerak pada sumbu X dan Y dengan mengekstrusi *filament* sesuai dengan desain model 3D. Proses ekstrusi dilakukan lapis demi lapis, setelah satu lapisan filament selesai *nozzle* bergerak pada sumbu Z atau vertikal untuk memulai lapisan baru pada lapisan sebelumnya. Proses ini dilakukan secara berulang hingga tercetak model 3D yang didesain (Parandoush dan Dong Lin, 2017). Proses ekstrusi *filament* ini ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2. 2 Ilustrasi Proses FDM
(Sumber: Christiliana, 2021)

2.5 Filament 3D Printing

Pemilihan material yang akan digunakan pada tahap pembuatan cetakan/*molding* diantaranya adalah *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) dikarenakan dibuat dari bahan dasar *petroleum* sehingga tidak *biodegradable*. ABS mempunyai sifat menyusut ketika dingin. Penyusutan ini membuat pencetakan 3D menjadi lebih mudah melengkung, ABS juga punya daya tahan terhadap benturan lebih besar ketimbang PLA.



Gambar 2.3 Filament ABS

Tabel 2. 2 Spesifikasi Filament ABS

<i>Filament Diameter</i>	1,75mm
<i>Printing Temperature</i>	220 – 250°C
<i>Build Bed Temperature</i>	90 - 110°C
<i>Print Speed</i>	50 – 100mm/s
<i>Layer Height</i>	0,12 – 0,28mm
<i>Density</i>	1,04g/cm ³
<i>Tensile Strength</i>	43Mpa

2.6 Computer Aided Design (CAD)

Computer Aided Design adalah suatu perangkat lunak komputer untuk menggambar suatu produk atau bagian dari suatu produk. Produk yang ingin digambarkan bisa diwakili oleh garis-garis maupun simbol - simbol yang memiliki makna tertentu. CAD bisa berupa gambar 2 dimensi, 3 dimensi dan *solid modeling*. Berawal dari menggantikan fungsi meja gambar kini perangkat lunak CAD telah berevolusi dan terintegrasi dengan perangkat lunak CAE (*Computer Aided Engineering*) dan CAM (*Computer Aided Manufacturing*).

Integrasi itu dimungkinkan karena perangkat lunak CAD saat ini merupakan aplikasi desain produk/komponen dalam bentuk *solid* atau *surface modelling*. *Solid* model memungkinkan kita untuk memvisualisasikan komponen dan rakitan yang kita buat secara realistis. Selain itu model mempunyai properti seperti massa, *volume*, pusat gravitasi, luas permukaan dan sebagainya. Beberapa perangkat lunak CAD yang digunakan di Indonesia yaitu: Alias, CATIA, Autodesk® Inventor®, Pro/ENGINEER®, Parasolid®, SolidWorks™ dan Power Shape dan UGS NX (Dicky dkk, 2017).

2.7 Ultimaker Cura

Software Ultimaker Cura berfungsi untuk mengetahui alur proses nilai dari 3D model di komputer hingga menjadi benda nyata. Setelah objek 3D dibuat kemudian di *export* dalam bentuk *extension* *.stl untuk dilakukan proses *slicing* (Basri dkk, 2021).



Gambar 2. 4 *Ultimaker Cura*

2.8 Molding

Mold (Cetakan) adalah alat untuk menghasilkan produk. menghasilkan sebuah mold secara tepat tentunya banyak faktor yang harus dipertimbangkan. Dengan demikian, produk yang dihasilkan dapat memenuhi standar kualitas yang diinginkan secara optimal, baik sepresisian dimensi, kompleksitas geometri, dan efisiensi proses. (Saifuddin, 2018)

Proses pencetakan produk, terdapat kebutuhan untuk mendapatkan produk yang optimal. Beberapa diantaranya ialah dari sisi tampilan produk, efisiensi proses maupun waktu berproduksi, pengaruh dari berbagai unsur selain yang bersumber pada proses pembuatan/ proses manufaktur, dan proses pencetakannya. (Saifuddin, 2018)

Cetakan (*mold*) suatu alat/ *tool* yang digunakan untuk membentuk *part* sesuai dengan desain yang kita inginkan (bentuk dan dimensi). Definisi lainnya, cetakan (*mold*) merupakan suatu rongga yang memiliki bentuk tertentu (sesuai *design*). Cetakan adalah bagian terpenting untuk mencetak plastik karena bentuk benda plastik tergantung dari bentuk cetakan (Arief dkk, 2018).



Gambar 2. 5 Cetakan

2.9 Silicone Rubber RTV-52

Silicone rubber RTV-52 adalah jenis polymer sintetik yang memiliki fungsi dan kelebihan yang bagus, Silicone rubber RTV-52 berupa cairan kental berwarna putih yang akan mengeras ketika dicampur dengan katalis dengan perbandingan yang tepat “1:25” (Wisnu, 2021).



Gambar 2. 6 Silicone rubber RTV-52

2.10 Kekasaran Permukaan

Permukaan benda adalah batas yang memisahkan antara benda padat tersebut dengan sekelilingnya. Permukaan merupakan suatu karakteristik geometri golongan mikrogeometri, yang termasuk golongan makrogeometri adalah permukaan secara keseluruhan yang membuat bentuk atau rupa yang spesifik, misalnya permukaan lubang, permukaan poros, permukaan sisi dan lain yang tercakup pada elemen geometri ukuran, bentuk dan posisi

1. *Ideal surface roughness*

Yaitu kekasaran ideal yang dapat dicapai dalam suatu proses pemesinan dengan kondisi ideal.

2. *Natural surface roughness*

Yaitu kekasaran alamiah yang terbentuk dalam proses pemesinan karena adanya beberapa factor yang mempengaruhi proses pemesinan.

Parameter kekasaran yang biasa dipakai dalam proses produksi untuk mengukur kekasaran permukaan benda adalah kekasaran rata-rata (R_a). Harga R_a lebih sensitive terhadap perubahan atau penyimpangan yang terjadi pada proses pemesinan. R_a dari suatu permukaan tergantung pada proses pengerjaannya. berikut ini merupakan contoh harga kelas kekasaran rata-rata menurut proses pengerjaannya (Setiawan. 2021).

Tabel 2. 3 Toleransi nilai kekasaran rata-rata R_a permukaan (Setiawan. 2021)

No.	Kelas Kekasaran	Harga Ra (um)	Panjang Sampel (mm)
1.	N1	0,0025	0,08
2.	N2	0,05	
3.	N3	0,0	0,25
4.	N4	0,2	
5.	N5	0,4	
6.	N6	0,8	
7.	N7	1,6	
8.	N8	3,2	0,8
9.	N9	6,3	
10.	N10	12,5	2,5
11.	N11	25,0	
12.	N12	50,0	8

Tabel 2. 4 Tingkat kekasaran permukaan rata-rata menurut pengerjaan ISO-1302, 2001 (Setiawan. 2021)

Proses Pengerjaan	Selang (N)	Harga Ra (um)
<i>Flat and cylindrical lapping</i>	N1-N4	0,0025-0,2
<i>Superfinishing diamond turning</i>	N1-N6	0,0025-0,8
<i>Flat and cylindrical grinding</i>	N1-N8	0,0025-3,2
<i>Face and cylindrical turning milling and reaming</i>	N5-N12	0,0025-5,0
<i>Drilling</i>	N10-N11	12,5-25,0
<i>Shaping, Planing, horizontal milling</i>	N6-N12	0,8-50,0
<i>Sandcasting and forging</i>	N10-N11	12,5-25,0
<i>Extruding, cold rolling, drawing</i>	N6-N8	0,8-3,2
<i>Die casting</i>	N8-N7	0,8-1,6

2.11 Pengujian Kekasaran

Kekasaran merupakan ukuran dari tekstur permukaan. Tingkat kekasaran yang dimiliki oleh suatu material tidak cukup menggunakan indra praba, apalagi hanya dilihat secara kasat mata. Harus ada acuan dan parameter - parameter yang digunakan peneliti untuk mengetahui seberapa kasar material tersebut. Adapun penyebabnya beberapa macam factor diantaranya yaitu parameter pemotongan, geometri, dan dimensi pahat. Kualitas hasil suatu produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan benda kerja (Salbiah, 2021).

Parameter pengukuran kekasaran permukaan umumnya menggunakan tiga buah parameter, yaitu Ra, Rz, dan Rmaks. Ra adalah nilai rata-rata kekasaran, Rz

adalah nilai rata-rata maksimum kekasaran dan R_{maks} adalah nilai maksimum kekasaran permukaan. Perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui nilai R_a dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$Ra = \frac{a+b+c...+n}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

R_a = Kekasaran rata-rata (μm)

a = Nilai Hasil uji Kekasaran 1 (μm)

b = Nilai Hasil uji Kekasaran 2 (μm)

c = Nilai Hasil uji Kekasaran 3 (μm)

n = Jumlah banyaknya data

2.12 Alat Uji Kekasaran

Ada banyak sekali jenis-jenis pengukuran kekasaran permukaan, salah satunya yang terdapat pada Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya yaitu tipe *Surface Roughness* TR200. Adapun spesifikasi alat *surface roughness* TR200 antara lain:

Tabel 2. 5 Spesifikasi *surface roughness* TR200 (Setiawan, 2021)

Model	TR200
<i>Roughness Parameters</i>	Ra, Rz, Rq, Rt, Rp, Rmax, Rv, R3z, RS, RSm, RSk, Rmr
<i>Assessed Profiles</i>	<i>Primary Profile (P)</i>
<i>Mode</i>	TR200
<i>Unit</i>	mm, inch
<i>Display Resolution</i>	0,01 μm
<i>Measuring Range</i>	Ra: 0,025-12,5 μm
<i>Cut Off Length</i>	0,25 mm/ 0,8 mm/ 2,5 mm/ Auto
<i>Max. Driving Length</i>	17,5 mm/ 0,7 inch
<i>Min. Driving Length</i>	1,3 mm/ 0,051 inch
<i>Accuracy</i>	$\leq + 10\%$
<i>Power</i>	<i>Li-ion Battery Rechargeable</i>
<i>Dimension (L x W x H)</i>	141 x 56 x 48 mm
<i>Weight</i>	480 gram